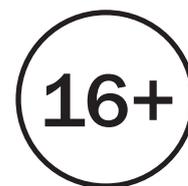


ISSN 2227-7005



АПК России

Научный журнал

Представлены результаты научных исследований, экспериментальных, теоретических и методических разработок в различных областях сельскохозяйственной науки и практики, выполненных в разных природно-экономических зонах

Основан в 1993 году

Том 75

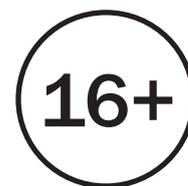
№ 1

Челябинск

2016



ISSN 2227-7005



Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

presents the results of scientific research, experimental, theoretical and methodological developments in various fields of agricultural science and practice realized in different natural and economic zones

Published since 1993

Volume 75
Issue 1

Chelyabinsk
2016



АПК России**Agro-Industrial Complex of Russia**

Журнал включен в систему
Российского индекса научного цитирования
(РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС77-61323 от 10.04.2015 г.

The journal is included in the Russian Science
Citation Index: <http://www.elibrary.ru>
Certificate of registration SMI PI
№ FS77-61323 of 10.04.2015.

Главный редактор

канд. с.-х. наук *В. Г. Литовченко*

Editor-in-Chief

V. G. Litovchenko, Dr. Sci. (Agriculture)

Заместитель главного редактора

докт. техн. наук *В. А. Жилкин*

Deputy Editor-in-Chief

V. A. Zhilkin, Dr. Sci. (Engineering)

Экономические науки

В. Ф. Балабайкин, д. э. н.;
Е. А. Захарова, д. э. н.;
А. А. Копченков, д. э. н.;
А. Н. Сёмин, чл.-корр. РАН, д. э. н.
А. С. Кучеров, к. э. н.
Е. А. Неживенко, д. э. н.

Economic Sciences

V. F. Balabaykin, Dr. Sci. (Economics);
E. A. Zaharova, Dr. Sci. (Economics);
A. A. Kopchenov, Dr. Sci. (Economics);
A. N. Syomin, Academician of Russian Academy
of Sciences, Dr. Sci. (Economics);
A. S. Kucherov, Dr. Sci. (Economics)
E. A. Nezhyvenko, Dr. Sci. (Economics)

Ветеринарные науки

А. И. Кузнецов, д. б. н.;
А. Н. Безин, д. вет. н.;
М. А. Дерхо, д. б. н.;
А. А. Овчинников, д. с.-х. н.

Veterinary Sciences

A. I. Kuznetsov, Dr. Sci. (Biology);
A. N. Bezin, Dr. Sci. (Veterinary);
M. A. Derkho, Dr. Sci. (Biology);
A. A. Ovchinnikov, Dr. Sci. (Agriculture)

**Сельскохозяйственные науки
(растениеводство и агрономия)**

А. Э. Панфилов, д. с.-х. н.;
И. В. Синявский, д. б. н.

**Agricultural Sciences
(crop and plant production, agronomy)**

A. E. Panfilov, Dr. Sci. (Agriculture);
I. V. Sinyavsky, Dr. Sci. (Biology)

Технические науки

В. В. Бледных, академик РАН;
Е. И. Бердов, к. т. н.;
А. Г. Возмилов, д. т. н.;
А. М. Плаксин, д. т. н.;
П. Г. Свечников, д. т. н.

Technical Sciences

V. V. Blednykh, Academician of Russian Academy
of Sciences, Dr. Sci. (Engineering);
E. I. Berdov, Dr. Sci. (Engineering);
A. G. Vozmilov, Dr. Sci. (Engineering);
A. M. Plaksin, Dr. Sci. (Engineering);
P. G. Svechnikov, Dr. Sci. (Engineering)

Члены международной редколлегии

К. А. Алымбеков, д. т. н. – Киргизский экономический университет им. Рыскулбекова (г. Бишкек, Киргизия);
Пьер Ги, почетный профессор, член административного Совета Высшей с.-х. школы в г. Анже (ESA), президент, генеральный директор ООО «Анжу Мэн Серааль» (г. Анже, Франция);
Н. Д. Менков, д. т. н. – Университет пищевых технологий (г. Пловдив, Болгария);
Х. Мэннен, докт. аграрных наук, 1-й Председатель Союза LOGO e.V. г-н (Германия);
Н. В. Костюченко, д. т. н., АО «Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина» (г. Астана, Казахстан)

International Editorial Board

K. A. Alymbekov, Dr. Sci. (Engineering) –
Kyrgyz Economic University n.a. M. Ryskulbekov
(Bishkek, Kyrgyzstan);
Pierre Guy, Honoured Professor, the member
of Administration Board of High Agricultural School
(Angers, France);
N. D. Menkov, Dr. Sci. (Engineering) – University
of Food Technologies (Plovdiv, Bulgaria);
X. Mennen, Dr. Sci. (Agriculture), 1st Chairman
of LOGO e.V (Germany);
N. V. Kostyuchenkov, Dr. Sci. (Engineering),
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University
(Astana, Kazakhstan)

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный
аграрный университет».
South-Ural State Agrarian University.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Вильвер Д. С. Влияние сезона года при рождении на рост ремонтных телок.....	9
Ермолова Е. М. Влияние сапропеля на продуктивность коров и химический состав молока.....	15
Ермолова Е. М. Экономическая эффективность применения в рационах свиноматок кормовой добавки глаукарин.....	20
Закржевская К. С., Дерхо М. А., Серeda Т. И. Влияние возраста на липидный обмен и яйценоскость кур-несушек в условиях экосистемы птицефабрики.....	25
Лесова Ж. Т., Абдрешов С. Н., Маматаева А. Т., Ребезов М. Б. Использование соевого молока и α -токоферола для снижения показателей аллоксанового диабета у крыс.....	30
Фисинин В. И., Митрохина А. С., Терман А. А., Мифтахутдинов А. В. Продуктивность цыплят-бройлеров при использовании фармакологической композиции СМ-комплекс.....	35
Харлап С. Ю., Дерхо М. А. Оценка адаптационной способности цыплят по активности ферментов крови и супернатанта сердца.....	41
Чуличкова С. А., Дерхо М. А. Лейкоцитарные индексы как индикатор иммунного статуса организма коров на ранних сроках стельности.....	47

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Альметова З. В., Гриценко А. В., Глемба К. В. Технология и организация мультимодальных международных перевозок.....	52
Астафьев В. Л., Иванченко П. Г., Малыгин С. Л. Эффективный способ накопления влаги зимних осадков и технические средства для его осуществления.....	59
Вахрушев В. В., Егоров А. В., Zubova E. B. Обеспечение работоспособности трибомеханической системы «кольцо	

CONTENTS

VETERINARY SCIENCES

Vilver D. S. Birth season influence on the growth of replacement heifers.....	9
Ermolova E. M. Sapropel effect on the productivity of cows and chemical composition of milk.....	15
Ermolova E. M. Economic efficiency of using the glaukarin feed additive in sows' diets.....	20
Zakrzhevskaya Ch. S., Derkho M. A., Sereda T. I. The age effect on hens' lipid metabolism and egg-laying in a poultry farm ecosystem...	25
Lessova Z. T., Abdreshov S. N., Mamataeva A. T., Rebezov M. B. Using of soya milk and α -tocopherol to reduce the alloxan diabetes rate in rats.....	30
Fisinin V. I., Mitrokhin A. S., Terman A. A., Miftahutdinov A. V. Broiler chickens' productivity when using a pharmacological composition SM-complex...	35
Kharlap S. Yu., Derkho M. A. Evaluation of chickens' adaptive capacity according to their blood enzyme activity and the heart supernatant.....	41
Chulichkova S. A., Derkho M. A. Leukocyte index as an indicator of immune status of a cow's organism during the early pregnancy period.....	47

TECHNICAL SCIENCES

Almetova Z. V., Gritsenko A. V., Glemba K. V. Multimodal international transport technology and organization.....	52
Astafyev V. L., Ivanchenko P. G., Malygin S. L. An effective way of accumulating winter precipitation moisture and technical equipment for its implementation.....	59
Vakhrushev V. V., Egorov A. V., Zubova E. V. Providing the functionality of the tribomechanical system "bearing ring –	

подшипника – корпус» в коробках передач транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса применением полимерных материалов акрилового ряда...65	case” when using polymeric materials of acrylic series.....65
Завьялов О. Г., Ниязов Х. М. Модель, алгоритм и результаты оптимизации параметров подшипника скольжения поршневого пальца ДВС.....71	Zavyalov O. G., Niyazov H. M. The model, algorithm and optimization parameters of plain bearings of ICE piston pins...71
Козлов А. Н. Контроль и управление технологическими процессами на молочных фермах.....77	Kozlov A. N. Controlling and managing the technological processes at dairy farms.....77
Козлов А. Н., Акымбеков А. Ж., Нурдан У. Н., Хрящиков А. А. Повышение эффективности технологии машинного доения.....83	Kozlov A. N., Akymbekov A. Zh., Nurdan U. N., Khryaschikov A. A. Improving the efficiency of machine milking technology.....83
Окунев Г. А., Кузнецов Н. А. Последствия влияния на почву тракторов среднего класса при оценке эффективности их использования.....89	Okunev G. A., Kuznetsov N. A. The effect of middle-class tractors on soil when assessing their efficiency.....89
Прохасько Л. С., Залилов Р. В., Зинина О. В., Асенова Б. К. Расчет параметров гидродинамического кавитационного устройства для жидких пищевых сред.....96	Prokhasko L. S., Zalilov R. V., Zinina O. V., Assenova B. K. Calculation of the parameters of a hydrodynamic cavitation machine for liquid food media.....96
Семибаламут А. В., Чаканова Ж. М., Бирюков Н. М., Шипотко В. Н. Обоснование конструктивно-технологической схемы пневмосепаратора для очистки зерновых и масличных культур.....105	Semibalamut A. V., Chakanova Zh. M., Biryukov N. M., Shipotko V. N. Substantiating the design and technological scheme of a pneumatic separator to clean grains and oil-plants.....105
Сушков С. Ю., Алябьев В. А. Техническое оснащение АПК Челябинской области.....110	Sushkov S. Yu., Alyabyev V. A. Technical equipment of the AIC of Chelyabinsk region.....110
Трояновская И. П., Нарadowый Д. И., Носков Н. К. Экспериментальные значения внешних усилий, действующих на тракторный агрегат при пахоте.....117	Troyanovskaya I. P., Naradovy D. I., Noskov N. K. The experimental value of external forces acting on a tractor unit when ploughing.....117
Шепелёв С. Д., Плаксин А. М., Черкасов Ю. Б. Влияние срока службы и сезонной наработки на показатели эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов...122	Shepelev S. D., Plaksin A. M., Cherkasov Yu. B. Service life and seasonal loading influencing the indicators of operational reliability of combine harvesters.....122
Шепелёв С. Д., Ческидов М. В., Федоров В. А. Взаимосвязь технологических параметров воздушно-шнекового сепаратора.....127	Shepelev S. D., Cheskidov M. V., Fedorov V. A. The interrelation of technological parameters of air-screw separators.....127

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Джурков Т. Г. Исследование сушки биопродуктов в ротационно-импульсном

STORING AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Dzhurkov T. G. Studying of the bio-produce drying in a rotary pulse fluidized bed. Heat

псевдооживленном слое. Интенсивность тепло- и массообмена.....	132
Наумова Н. Л., Чаплинский В. В. Программы реализации государственной поддержки отрасли животноводства в сфере инвестиционной деятельности (на материалах Челябинской области).....	136
Наумова Н. Л., Чаплинский В. В. Программы реализации государственной поддержки отрасли животноводства в сфере увеличения продуктивности скота и птицы (на материалах Челябинской области).....	143
Ребезов М. Б., Зинина О. В., Нурымхан Г. Н., Нургазезова А. Н., Смольникова Ф. Х. Вторичное сырье молочной отрасли: современное состояние и перспективы использования.....	150

and mass transfer and its intensity.....	132
Naumova N. L., Chaplinsky V. V. State support programs of the livestock industry concerning investment activities (exemplified with Chelyabinsk region).....	136
Naumova N. L., Chaplinsky V. V. State support programs for the animal industry to increase the productivity of livestock and poultry (exemplified with Chelyabinsk region).....	143
Rebezov M. B., Zinina O. V., Nurymkhan G. N., Nurgazezova A. N., Smolnikova F. H. Secondary raw materials of the dairy industry: the current state and prospects.....	150

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Ваулин А. Ю. Продуктивность и технологичность безлисточковых сортов гороха в условиях северной лесостепи Челябинской области...	156
Гилев С. Д., Цымбаленко И. Н., Копылов А. Н., Мешкова Н. В. Бесплужные ресурсосберегающие технологии возделывания яровой пшеницы для центральной зоны Зауралья.....	160
Глухих М. А., Калганова Т. С. Динамика кислотно-основного состояния почв Зауралья.....	166
Грязнов А. А. Нудум 95 – высокобелковый сорт голозерного ячменя.....	175
Немченко В. В., Кекало А. Ю., Заргарян Н. Ю., Цыпышева М. Ю. Эффективность защиты посевов яровой пшеницы от болезней в Зауралье.....	181
Синявский И. В. Солевой режим почв лесостепного Зауралья.....	186

AGRONOMICAL SCIENCES

Vaulin A. Yu. Productivity and manufacturability of leaf-free pea varieties in the conditions of northern forest-steppes of Chelyabinsk region.....	156
Gilev S. D., Tsybalenko I. N., Kopylov A. N., Meshkova N. V. Non-plough saving technologies of cultivating spring wheat for the central zone of the Trans-Urals.....	160
Glukhikh M. A., Kalganova T. S. Dynamics of acid-base status of soils of the Trans-Urals.....	166
Gryaznov A. A. Nudum 95 – a high-protein variety of naked barley.....	175
Nemchenko V. V., Kekalo A. Yu., Zargaryan N. Y., Tsypysheva M. Yu. The effectiveness of spring wheat disease protection in the Trans-Urals.....	181
Sinyavsky I. V. Salt regime of the forest-steppe soils of the Trans-Urals.....	186

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Карпова Е. А. Методология определения финансового состояния организации в условиях новой экономики России.....	195
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ECONOMIC SCIENCES

Karpova E. A. Methods for determining the financial state of an organization in the new conditions of the Russian economy.....	195
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

УДК 636.2.082.355

ВЛИЯНИЕ СЕЗОНА ГОДА ПРИ РОЖДЕНИИ НА РОСТ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК**Д. С. Вильвер**

Изучено влияние сезона года при рождении на рост ремонтных телок в условиях трех хозяйств. Материалом исследований явились животные черно-пестрой породы. Установлено, что более высокой живой массой характеризовались телки, независимо от уровня хозяйства, полученные от коров в осенне-зимний период. Наибольший интерес вызывает молочный период выращивания, который предопределяет дальнейшее развитие телок. Установлено, что в шестимесячем возрасте в племенном заводе молодняк *IV* группы характеризовался более высокой живой массой – 157,41 кг. В условиях племенного репродуктора более высокой живой массой в возрасте 6 месяцев характеризовались телки, рожденные в летний период (*III* группа), а в 12 месяцев – полученные в осенний период (*IV* группа). Более высоким относительным приростом за весь период выращивания характеризовались телки *II* группы, причем более высокое значение данного признака наблюдалось у животных, выращенных в условиях племенного репродуктора (174,59%). Связано это с более низкой живой массой ремонтного молодняка при рождении. Также анализ динамики живой массы ремонтных телок по периодам роста показал, что к восемнадцатимесячному возрасту все они независимо от сезона года рождения имели живую массу в пределах 70,0–75,5% от живой массы полновозрастных коров. Объясняется это более высоким уровнем племенной работы в хозяйствах разного статуса и повышенным вниманием работников к выращиванию ремонтного молодняка независимо от их рождения.

Ключевые слова: рост ремонтных телок, живая масса, абсолютный прирост, среднесуточный прирост, относительный прирост.

Изучение закономерностей индивидуального роста и развития ремонтного молодняка крупного рогатого скота имеет весьма важное значение для правильного выращивания и получения высокопродуктивных животных в последующем [1–14].

Перед учеными и практиками производства при выращивании животных была и есть перво-степенная задача – получение от них генетически обусловленного потенциала высокой энергии роста живой массы [15–22]. В этом случае наряду с возрастом матерей при отеле представляет интерес и такой фактор, как влияние сезона года при рождении на рост и развитие телят.

В связи с этим целью наших исследований явилась оценка роста ремонтных телок в условиях хозяйств разных категорий в зависимости от сезона года их рождения.

Материалы и методы

Экспериментальная часть исследований проводилась в трех хозяйствах: ОАО Племязавод «Россия» (статус племенного завода), ФГУП «Троицкое» (статус племенного репродуктора) и молочно-товарная ферма ООО «Деметра» Челябинской области. Объектом исследования явился молодняк, который содержался при оптимальных условиях кормления и содержания

в соответствии с зоотехническими и зоогигиеническими требованиями.

Для проведения исследований животных в опытные группы подбирали с учетом сезона года при рождении. В первую группу вошли телки зимнего сезона рождения (декабрь-февраль), во вторую – весеннего (март-май), в третью – летнего (июнь-июль) и в четвертую – осеннего (сентябрь-ноябрь).

Весовой рост определяли по изменению живой массы от рождения до 18-месячного возраста путем ежемесячного индивидуального взвешивания, а также сразу после осеменения, после первого и третьего отелов. Рассчитывали абсолютный, среднесуточный и относительный прирост живой массы по периодам: 0–6, 6–12 и 12–18 мес.

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel – 2003» и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследований

В зависимости от сезона рождения телок было выявлено, что новорожденные телята, полученные в весенний период (II группа) отличались самой низкой живой массой. Она была у этих животных ниже, по сравнению с телками из I, III и IV групп, в ОАО «Племзавод Россия» на 14,8, 9,1 и 22,2%, в племенном репродукторе ФГУП «Троицкое» – на 11,2, 5,2 и 13,3%,

в молочно-товарной ферме ООО «Деметра» – на 6,5, 4,2 и 11,5% соответственно (табл. 1).

Анализ данных таблицы в разрезе хозяйств позволяет сделать следующие выводы. Наибольший интерес вызывает молочный период выращивания, который предопределяет дальнейшее развитие телок. Установлено, что в 6-месячном возрасте в племенном заводе молодняк IV группы характеризовался более высокой живой массой – 157,41 кг. В целом за весь период выращивания наибольшей живой массой отличались телки осеннего периода рождения, что было выше в сравнении с I группой на 0,7%, II – на 1,1% и III – на 0,6%.

В условиях племенного репродуктора более высокой живой массой в возрасте 6 месяцев характеризовались телки, рожденные в летний период (III группа), а в 12 месяцев – полученные в осенний период (IV группа). Таким образом, превосходство над животными из других групп в среднем составляло 1,3% и 1,7% соответственно. При этом за 18-месячный период наименьшая живая масса наблюдалась у телок II группы.

В ООО «Деметра» (молочно-товарная ферма) рост и развитие телок характеризовалось той же закономерностью, что и в племенных хозяйствах.

Вариабильность абсолютных приростов живой массы молодняка в зависимости от сезона рождения позволила сделать заключение о том, что за весь период выращивания (от рож-

Таблица 1 – Динамика живой массы телок, кг ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)

Возраст, мес.	Группа			
	I	II	III	IV
ОАО «Племзавод Россия»				
новорожденные	31,37±0,03***	27,33±0,14***	29,83±0,02***	33,41±0,13
6	153,72±0,37***	151,89±0,74***	153,27±0,27***	157,41±0,94
12	285,63±0,84*	279,22±1,88***	284,23±0,85*	291,68±2,87
18	387,66±0,89	386,13±1,40*	388,02±0,63	390,27±1,28
ФГУП «Троицкое»				
новорожденные	27,84±0,60	25,03±0,49***	26,33±0,54*	28,36±0,48
6	136,41±0,92**	137,68±0,68*	139,55±0,50	139,13±1,02
12	237,52±0,51***	234,05±0,29***	237,68±0,63**	240,28±0,44
18	376,26±0,38***	369,03±0,25***	371,15±0,42***	380,12±0,41
ООО «Деметра»				
новорожденные	29,67±0,28***	27,85±0,15***	29,02±0,21***	31,04±0,19
6	156,28±0,29***	154,15±0,34***	152,68±0,42***	159,84±0,47
12	265,27±0,66***	258,68±0,51***	260,02±0,49***	270,38±0,76
18	380,23±0,93***	375,13±0,62***	376,28±0,51***	388,64±1,21

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.



дения до 18-месячного возраста), телки, полученные в ФГУП «Троицкое» и ООО «Деметра» в осенний период рождения (IV группа), превосходили животных из других исследуемых групп (табл. 2). Исключение составил лишь период с рождения до 6-месячного возраста в ФГУП «Троицкое». Что касается динамики роста и развития телок при выращивании в ОАО «Племзавод Россия», то такой закономерности не установлено.

Более высоким абсолютным приростом отличались телки, выращенные в условиях племенного завода – 356,29–358,80 кг, что выше по сравнению с животными племенного репродуктора на 2,0% и молочно-товарной фермы – на 0,3%.

От рождения до 6-месячного возраста наименьшим абсолютным приростом характеризовались животные I группы (ОАО «Племзавод Россия» и ФГУП «Троицкое») и III группы (ООО «Деметра»), что в сравнении с другими группами в зависимости от хозяйства ниже на 0,9–1,8%, 2,1–4,1% и 2,1–4,0% соответственно.

За период от 6- до 12-месячного возраста телки, выращенные в условиях трех сельскохозяйственных предприятий разного уровня развития молочного стада, полученные от матерей в осенний период (IV группа) превосходили своих сверстниц I группы на 0,4–1,8%, II группы – на 5,3–6,1% и III группы – на 2,5–3,3% соответственно.

Анализ динамики абсолютного прироста от 12- до 18-месячного возраста показал, что

самыми высокими показателями характеризовались телки в племенном заводе II группы (выше на 5,0% по сравнению с животными I группы, на 3,0% – III группы и на 8,4% – с телками IV группы), в племенном репродукторе и на молочно-товарной ферме IV группы (выше на 0,9–2,8% по сравнению с телками I группы, на 1,5–3,5% – II группы и на 1,7–4,6% – с животными III группы).

О влиянии сезона рождения телят на динамику живой массы телок можно судить также по темпу среднесуточного прироста (табл. 3).

Анализ изменения среднесуточных приростов по периодам роста у телок разного сезона рождения показал ту же закономерность, что и по изменениям абсолютного прироста. Кроме того, подтвердил вывод о том, что на рост и развитие телок оказывает влияние уровень племенной работы в хозяйстве. По нашему мнению, это подтверждает статус хозяйства и позволяет говорить о высоком уровне внимания к выращиванию ремонтного молодняка в хозяйстве и работе со стельными и сухостойными коровами. В условиях племенного завода за период выращивания от рождения до 6-месячного возраста и от 12 до 18 мес. телки II группы отличались наибольшим приростом живой массы за сутки, при этом разница с другими исследуемыми группами составляла 1,1% и 5,5%. В возрастной период от 6 до 12 мес. превосходство имели животные IV группы (осенний период рождения) – 745,9 г (межгрупповая разница варьировала от 1,6 до 5,4%).

Таблица 2 – Динамика абсолютного прироста живой массы телок, кг ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)

Возрастной период, мес.	Группа			
	I	II	III	IV
ОАО «Племзавод Россия»				
0 – 6	122,35±0,36*	124,56±0,73	123,44±0,27	124,00±0,97
6 – 12	132,11±0,80	127,33±1,51*	130,96±0,86	134,27±2,76
12 – 18	101,83±1,08*	106,91±1,69	103,79±0,95	98,59±2,82*
0 – 18	356,29±0,88	358,80±1,37	358,19±0,63	356,85±1,31
ФГУП «Троицкое»				
0 – 6	108,73±0,54***	112,63±0,51	113,43±0,42	111,02±0,39***
6 – 12	101,28±0,61	96,52±0,38***	98,82±0,45***	101,64±0,30
12 – 18	138,66±0,46	135,12±0,68***	133,74±0,54***	139,89±0,51
0 – 18	348,49±1,02*	344,02±0,89***	344,95±0,72***	351,68±1,13
ООО «Деметра»				
0 – 6	126,82±0,35***	126,42±0,31***	123,71±0,44***	128,84±0,38
6 – 12	109,05±0,62*	104,58±0,52***	107,38±0,36***	110,92±0,47
12 – 18	115,02±0,56**	116,54±0,76	116,31±0,92	118,26±0,73
0 – 18	350,53±1,68*	347,24±1,06***	347,32±1,32***	357,66±1,72

В условиях ФГУП «Троицкое» также наблюдались изменения по среднесуточному приросту между группами. Телки III группы в возрасте от рождения до 6 мес. характеризовались более высоким среднесуточным приростом – 630,1 г. Затем с возрастом превосходство переходило и оставалось до конца выращивания за животными IV группы.

На молочно-товарной ферме во все возрастные периоды телки IV группы превосходили молодняк I группы на 1,6, 1,4 и 2,9%, II группы – на 1,9, 5,8 и 1,6%, а III группы – на 4,1, 3,0 и 1,8% соответственно.

По относительному приросту судят о скорости роста организма. Чем выше относительный прирост, тем, следовательно, выше скорость роста (табл. 4).

В ходе исследований было установлено, что более высоким относительным приростом за весь период выращивания характеризовались телки II группы, причем более высокое значение данного признака наблюдалось у животных, выращенных в условиях племенного репродуктора (174,59%). Связано это с низкой живой массой телят при рождении. К концу выращивания они достигли достаточно высоких

Таблица 3 – Динамика среднесуточного прироста живой массы телок, г ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)

Возрастной период, мес.	Группа			
	I	II	III	IV
ОАО «Племзавод Россия»				
0–6	679,7±2,0*	691,9±4,0	685,8±1,5	688,8±5,3
6–12	733,9±4,4	707,4±8,3*	727,5±4,7	745,9±15,3
12–18	565,7±5,9*	593,9±9,3	576,6±5,2	547,7±15,6*
0–18	659,8±1,6	664,4±2,5	663,3±1,1	660,8±2,4
ФГУП «Троицкое»				
0–6	604,1±22,3	625,7±31,0	630,1±29,2	616,7±33,4
6–12	562,7±62,9	536,3±43,4	549,4±54,2	564,7±45,4
12–18	771,2±49,3	750,8±32,6	743,1±48,9	777,2±64,2
0–18	645,5±51,8	637,1±39,5	638,7±41,3	651,1±34,6
ООО «Деметра»				
0–6	703,6±31,6	701,8±25,6	687,3±18,9	715,2±29,1
6–12	605,7±25,5	580,5±32,2	596,4±28,7	614,3±21,6
12–18	638,8±30,4	646,9±30,7	645,9±28,5	657,2±25,3
0–18	649,3±33,4	643,1±39,5	643,6±38,6	662,5±27,6

Таблица 4 – Динамика относительного прироста живой массы телок, % ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)

Возрастной период, мес.	Группа			
	I	II	III	IV
ОАО «Племзавод Россия»				
0–6	132,14±0,14***	138,97±0,33	134,81±0,10***	129,89±0,43***
6–12	60,04±0,22	59,02±0,47*	59,78±0,28	59,65±0,82
12–18	30,25±0,34**	32,19±0,56	30,93±0,30	29,04±0,86**
0–18	170,01±0,08***	173,55±0,40	171,43±0,05***	168,44±0,16***
ФГУП «Троицкое»				
0–6	132,20±0,92***	138,46±0,83	136,51±0,76	132,27±1,15***
6–12	54,08±1,22	51,86±0,74	52,03±0,68	53,32±1,00
12–18	45,21±2,03	44,76±1,18	43,84±1,85	45,08±1,64
0–18	172,43±2,15	174,59±1,86	173,50±1,92	172,23±1,59
ООО «Деметра»				
0–6	136,63±0,85	138,84±1,21	136,35±0,93	134,97±0,69*
6–12	51,85±1,36	50,85±1,21	52,13±0,86	51,42±1,06
12–18	35,72±1,64	36,76±1,38	36,68±2,11	35,93±1,72
0–18	171,12±2,09	172,34±1,56	171,35±1,82	170,46±1,63



показателей по живой массе, и разница между живой массой при рождении и в 18 месяцев оказалась наиболее значительной. Это подтверждается расчетом относительных приростов живой массы.

Более низкий относительный прирост во все периоды выращивания, за исключением от 6- до 12-месячного возраста, имели телки из ОАО «Племзавод Россия» осеннего сезона рождения: в сравнении со сверстницами I группы они были ниже от рождения до 6-месячного возраста на 1,7%, за период от 12- до 18-месячного возраста – на 4,0%; II группы – на 6,5% и 9,8%; III группы – на 3,6% и 6,1% соответственно.

Телки II группы, содержащиеся в условиях ФГУП «Троицкое» за период от рождения до 6-месячного возраста имели по сравнению с другими группами более высокий относительный прирост.

Анализ данных по молочно-товарной ферме «Деметра» показал, что за период от рождения до 6-месячного возраста более высокую скорость роста имели телки II группы в сравнении с другими группами эта разница составляла в среднем на 2,9%. При этом более высокой скоростью роста от 6 до 12 месяцев характеризовались телки III группы – 52,13% (разница с другими группами составляла 0,8%), а за период от 12- до 18-месячного возраста – животные весеннего периода рождения (II группа) – 36,76% (межгрупповая разница с I, III и IV группами составила 1,04; 0,08 и 0,83% соответственно).

Выводы

Было установлено, что сезон рождения телят оказывал влияние на их индивидуальное развитие, при этом доля влияния данного фактора составляла в зависимости от хозяйства от 31,4 до 70,8%.

Так как рост и развитие молодняка различался в зависимости от сезона рождения и их возрастных особенностей, то лучшим сезоном рождения телок была осень. Это объясняется тем, что коровы-матери к этому времени года находятся в лучшем физиологическом состоянии, связанным с положительным влиянием условий кормления и содержания в пастбищный период. Они более подготовлены к дальнейшему использованию и отел у них проходит без осложнений. Для этого в практике выращивания ремонтных телок с целью получения нормального, здорового молодняка, отличающегося повышенной скоростью роста, и, соответственно, повышения молочной продуктивности дойного

стада необходимо осуществлять получение телят в стадах в осенне-зимний период.

Список литературы

1. Гриценко С. А. Взаимосвязь между показателями роста и развития бычков различного происхождения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 5. № 37-1. С. 109–111.
2. Вильвер Д. С. Взаимосвязь хозяйственно-полезных признаков коров различных генотипов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 4. С. 41–43.
3. Вильвер М. С. Особенности роста и развития телок черно-пестрой породы от коров-матерей разного возраста // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015. С. 6–9.
4. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows // Presented at the July 18–21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI. 2011. С. 85–89.
5. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No.612. С. 1–8.
6. Косилов В. И., Жуков С. А., Юсупов Р. С. Продуктивные качества молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами : монография. Оренбург, 2004. С. 88–96.
7. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Динамика живой массы телок разных генотипов // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире. Уфа, 2015. С. 69–71.
8. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL: http://www.funjackals.com/publications/6wccgalp_25035.pdf. 2013.
9. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Мясные качества свехремонтных телок красной степной породы и ее помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 2. С. 19–20.
10. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Динамика приростов живой массы телок разных генотипов // В сборнике: Результаты научных исследований. Уфа, 2015. С. 71–73.
11. Салихов А. А., Косилов В. И., Лындина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях. Оренбург, 2008. С. 15–25.
12. Stavetska R.V., Babenko E.I. Формування відтворювальної здатності корів у високопродуктивних стадах молочної худоби // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного

університету. Серія: сільськогосподарські науки. 2014. Т. 2. № 1. С. 199–205.

13. Seltsov V.I., Sermyagin A.A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2014. Т. 36. № 12. С. 3–8.

14. Pelekhaty M., Piddubna L., Kucher D/ Племінний підбір у відкритій популяції молочної худоби // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. № 7. С. 94–98.

15. Муратов А. М., Горелик О. В., Вильвер Д. С. Линейный рост подсвинков разных генотипов // Аграрный вестник Урала. 2010. № 1(67). С. 51–52.

16. Navturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 2. С. 162–164.

17. Печенкин Е. В., Сагиров А. А., Горелик О. В. Рост и развитие кроликов разных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 88–90.

18. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and

functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // J. Dairy Sci. 2010. 86. С. 2984–2989.

19. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 1. С. 104–106.

20. Экстерьерно-конституциональные показатели симментальских телок в динамике / В. Г. Литовченко, М. Д. Кадышева, С. Д. Тюлебаев, Ф. Г. Каюмов// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 104–106.

21. Потенциал весового и линейного роста телок герефордской породы разных генетических групп / В. Г. Литовченко, С. Д. Тюлебаев, Н. П. Герасимов, М. Д. Кадышева// Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 2. С. 18-20.

22. Рост и развитие симментальских телок разных генотипов и их герефордских сверстниц / С. Д. Тюлебаев, М. Д. Кадышева, А. Б. Карсакбаев, В. Г. Литовченко// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 110–113.

Вильвер Дмитрий Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры генетики и разведения сельскохозяйственных животных, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

* * *

ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА

Е. М. Ермолова

В научно-хозяйственном опыте на трех группах дойных коров, по 10 голов в каждой, получавших аналогичный рацион кормления, соответствующий детализированной системе, изучена возможность использования кормовой добавки сапропеля Увельского района Челябинской области в количестве 100 и 200 г на голову в сутки. За полный период лактации среднесуточный удой коров контрольной группы составил 17,5 кг, с дозировкой 100 г сапропеля на голову в сутки выше на 2,8%, а с нормой ввода 200 г сапропеля – на 6,6%. При этом в молоке коров опытных групп массовая доля жира возросла на 0,03 и 0,07%, достигнув величины 3,69 и 3,74%, а белка – 2,70 и 2,71%. В результате в группе коров с дозировкой 100 г сапропеля было получено молока в базисной жирности больше на 144 кг, дозой 200 г сапропеля – на 343 кг, в сравнении с контрольной группой, у которой валовое производство молока составило 5591 кг. Кормовая добавка сапропеля не оказала отрицательного влияния на минеральный состав молока. Низкая дозировка сапропеля увеличила в нем содержание железа на 0,46 мг/л, а меди – в 2,5 раза, в группе с дозой 200 г сапропеля количество железа в молоке возросло до 0,26 мг/л ($P \leq 0,001$). Существенных различий между группами в количестве марганца, цинка, кобальта, кадмия и свинца установлено не было. Их содержание было в пределах ПДК. Наиболее эффективной дозировкой в рационе дойных коров является 200 г сапропеля на голову в сутки, что позволяет снизить затраты корма на единицу произведенной продукции на 4,6%.

Ключевые слова: дойные коровы, кормовая добавка, сапропель, продуктивность, молочный жир, белок в молоке, минеральный состав молока, корма.

Главное условие роста продуктивности сельскохозяйственных животных заключается в организации их кормления в соответствии с научно обоснованными нормами [6]. При этом необходимо учитывать качество и питательность объемистых кормов, удельный вес которых в рационе жвачных животных составляет 50 и более процентов общей питательности [2, 9]. Полноценность рационов зависит от поступления в организм энергии [11, 26], протеина [15], минеральных элементов [4, 5, 17, 19, 20, 21, 23, 24], витаминов [3, 10] и ряда других биологически активных веществ [8, 12, 13, 14], от обеспеченности ко-

торых во многом зависит физиологическое состояние животных, биологическая полноценность молока [7]. Высокие экономические требования заставляют животноводов применять прогрессивные технологии, обеспечивающие максимальный уровень продуктивности животных [18]. Однако как недостаток, так и избыток в рационе отдельных элементов питания приводит к серьезным нарушениям обмена веществ в организме и в результате к снижению продуктивности, а также в значительной степени влияет на физиологическое состояние, здоровье, воспроизводительные функции, жизнеспособность приплода

и биологическую полноценность молока как продукта питания населения.

К сожалению, в практических условиях специалисты хозяйств не используют в полной мере природные минеральные кормовые добавки, эффективность включения которых в рацион сельскохозяйственных животных неоднократно доказана работами отечественных и зарубежных ученых [1, 22, 25].

Их введение в рацион совместно с концентратами и объемистыми кормами положительно влияет на общее потребление, переваримость и усвояемость питательных веществ органической и минеральной части рациона. В условиях интенсивного ведения молочного скотоводства несбалансированность минерально-витаминного питания может быть критическим фактором в реализации их продуктивного потенциала.

Поэтому целью работы являлось изучить возможность использования кормовой добавки сапропель (Увельский район) и ее влияние Челябинской области на продуктивность дойных коров. В задачи исследования входило:

- установить оптимальную дозировку введения сапропеля в рационы дойных коров;
- изучить показатели продуктивности дойных коров;
- определить химический состав молока;
- рассчитать затраты корма на единицу произведенной продукции.

Материал и методы исследований

В целях изучения влияния сапропеля на продуктивность дойных коров нами в условиях ООО «Деметра» Увельского района Че-

лябинской области был проведен научно-хозяйственный опыт на трех группах коров, подобранных с учетом: возраста, живой массы, продуктивности, породы, физиологического состояния. Опыт проводился по следующей схеме (табл. 1).

В учетный период животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания, обслуживались одной дояркой. Кормление осуществлялось согласно схеме опыта. Сапропель добавлялся к рациону при утреннем кормлении. В течение всего периода опыта во всех группах осуществлялось групповое нормированное кормление рационами силосно-концентратного типа, сбалансированных по всем питательным веществам.

Изменения молочной продуктивности коров учитывали проведением ежемесячных контрольных доек с последующим определением в средних пробах молока массовой доли жира и белка [16].

Затраты корма на единицу произведенной продукции рассчитывали по результатам валового производства молока и фактически скормленным кормам.

Полученный материал обрабатывали биометрически с использованием персонального компьютера. Достоверной считали разницу при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований

Скармливание сапропеля в рационе дойных коров оказало неодинаковое влияние на их продуктивность и содержание основных питательных веществ в молоке (табл. 2).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, гол.	Особенности кормления
I контрольная	10	Основной рацион (ОР)
II опытная	10	ОР+100 г сапропеля
III опытная	10	ОР+200 г сапропеля

Таблица 2 – Продуктивность дойных коров за период опыта (в среднем на голову) ($X \pm S_x$, $n = 10$)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Среднесуточный удой за лактацию, кг	17,5 ± 0,59	18,0 ± 0,69	18,65 ± 0,73
в % к I группе	100,0	102,8	106,6
Содержание жира в молоке, %	3,66 ± 0,02	3,69 ± 0,02	3,74 ± 0,03
Содержание белка в молоке, %	2,67 ± 0,02	2,70 ± 0,03	2,71 ± 0,02
Валовой надой молока за лактацию, кг	5346	5490	5689
Валовой надой молока базисной жирности, кг	5591	5788	6080
Получено молочного жира за лактацию, кг	195,7	202,6	212,8



Из данных таблицы 2 видно, что удой коров в среднем за лактацию увеличился во II опытной группе, получавшей 100 г сапропеля на голову в сутки, на 2,8%, в III группе, получавшей 200 г сапропеля, – на 6,6% по сравнению с I контрольной группой, у которой он был на уровне 17,5 кг. Содержание жира в молоке животных опытных групп также возросло и составило во II группе 3,69%, в III группе – 3,74%, что на 0,03 и 0,07% больше показаний I контрольной группы, где содержание жира было зафиксировано на уровне 3,66%.

Сапропель в рационе коров не оказал влияния на содержания белка в молоке, которое в I контрольной группе составило 2,67%, во II опытной – 2,70 и в III опытной группе – 2,71%.

Изменение продуктивности дойных коров за период научно-хозяйственного опыта под влиянием кормовой добавки сапропель позволило в расчете на одно животное получить 5490 кг молока во II группе, 5689 кг – в III группе, что соответственно на 144 кг и 343 кг больше по сравнению с I контрольной группой.

Проведенный расчет валового надоя молока в базисной жирности (3,5%) показал, что если от животных I группы было получено за лактацию 5591 кг молока, то во II группе его было получено больше на 197 кг, в III – на 489 кг.

Характеризуя продуктивность животных, нельзя не остановиться на таком важном показателе, как количество молочного жира, полученного от одного животного за лактацию. Самое большое количество молочного жира было получено от коров III группы – 212,8 кг, в то время как во II опытной группе оно составило только 202,6 кг, что на 17,1 кг и 6,9 кг больше аналогов I контрольной группы, у которых его было получено в количестве 195,7 кг.

Коровье молоко является одним из основных источников минеральных элементов пита-

ния, количество которых достигает 22 элемента, включая железо, марганец, медь, цинк, кобальт, йод и др.

Микроэлементный состав молока коров ООО «Деметра», получавших на фоне кормовую добавку сапропель, представлен в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что содержание большинства микроэлементов в молоке дойных коров подопытных групп не имело существенных различий. Хотя, если в I контрольной группе среднее содержание железа составило 0,16 мг/л, то во II опытной группе его количество возросло до 0,62, а в III группе – до 0,26 мг/л ($P \leq 0,001$).

Низкая дозировка сапропеля в рационе дойных коров способствовала повышению меди в молоке в 2,5 раза, достигнув величины 0,05 мг/л ($P \leq 0,01$). В то время как в III группе содержание меди превысило аналоги контрольной группы на 0,01 мг/л. Фактическое содержание цинка в молоке коров контрольной и опытных групп было одинаковым и составило 1,73 мг/л, 1,98 и 1,76 мг/л, как и количественное содержание кобальта, величина которого была на уровне 0,07–0,08 мг/л. Содержание марганца в средних пробах молока также не имело достоверного различия между группами – 0,08–0,10 мг/л.

Важным показателем экологической чистоты получаемой продукции является содержание в ней тяжелых металлов, таких как кадмий и свинец. Их количество во многом зависит от территориального расположения сельскохозяйственного предприятия, удаления его от промышленных зон, искусственных техногенных загрязнений. В анализируемом молоке коров не наблюдалось повышенного содержания свинца и кадмия, количество которых составило 0,08–0,09 и 0,01–0,02 мг/л.

Фактический учет количества скормленных кормов за период научно-хозяйственного

Таблица 3 – Микроэлементный состав молока дойных коров (в среднем на голову) ($\bar{X} \pm S_x$, $n = 10$)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Железо, мг/л	0,16±0,02	0,62±0,25	0,26±0,01***
Медь, мг/л	0,02±0,01	0,05±0,01**	0,03±0,01
Цинк, мг/л	1,73±0,01	1,98±0,14	1,76±0,02
Кобальт, мг/л	0,07±0,01	0,08±0,01	0,08±0,01
Свинец, мг/л	0,08±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01
Марганец, мг/л	0,08±0,01	0,10±0,02	0,09±0,01
Кадмий, мг/л	0,01±0,001	0,02±0,01	0,02±0,01

Примечание: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

опыта показал, что у животных II и III опытной групп потребление кормов, а вместе с ними и питательных веществ было больше, чем в I контрольной группе: ЭКЕ на 185,2 и 80,8, обменной энергии – на 1852 и 808 МДж, переваримого протеина – на 11,3 и 2,3 кг соответственно. В результате в расчете на 1 кг произведенной продукции за период опыта в I группе было затрачено 1,08 ЭКЕ, 10,8 МДж обменной энергии и 120 г переваримого протеина. При использовании кормовой добавки сапропель в рационе дойных коров в количестве 100 г на голову в сутки (II группа) затраты энергии были на уровне аналогов контрольной группы, а переваримого протеина на 8,4% меньше.

Кормовая добавка сапропеля в количестве 200 г на голову в сутки (III группа) позволила снизить затраты на произведенную продукцию: ЭКЕ до 1,03, обменной энергии – до 10,3 МДж, что на 4,6% меньше, чем в контрольной группе при одинаковых затратах переваримого протеина, что и во II группе.

Вывод

Следовательно, наилучшую продуктивность и качество молока по химическим показателям и микроэлементному составу можно получить от животных, если использовать в их рационе кормовую добавку сапропель в количестве 200 г на голову в сутки.

Рекомендации

Сельскохозяйственным предприятиям и фермерским хозяйствам, специализирующимся на производстве молока, рекомендуем использовать сапропель в дозировке не более 200 г/гол. в сутки, что позволит увеличить продуктивность дойных коров на 6,6%, содержание в молоке основных биогенных элементов питания и снизить затраты корма на 4,6%.

Список литературы

1. Кальницкий Б. Д., Кузнецов С. Г., Харитонов О. В. Рекомендации по минеральному питанию телок, нетелей и коров // Зоотехния. 1991. № 9. С. 29–33.
2. Буряков Н. П. Контроль полноценности рационов крупного рогатого скота // Био. 2008. № 7. С. 11–13. № 8. С. 12–17.
3. Дорошук С. В., Шапиев И. Ш. Влияние биологически активных веществ на воспроизводительную функцию коров // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. 2014. № 36. С. 76–79.
4. Зенова Н., Назарова А., Полушук С. Влияние ультрадисперсного железа на рост и развитие крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 1. С. 30–32.
5. Иванова А. С. Влияние биоплекса на морфобиохимические показатели крови и молочную продуктивность // Мат. междунар. науч.-практич. конф. Алтайского ГАУ: «Аграрная наука – сельскому хозяйству». Барнаул, 2013. С. 168–171.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников [и др.]. М. : Агропромиздат, 2003. 456 с.
7. Карликова Г. Качество молока – решающий фактор // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 7. С. 2.
8. Корниенко А. А. Эффективность использования молочной кислоты и глауконита в рационах бычков молочного периода выращивания : автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Троицк, 2005. 24 с.
9. Крылов В. М., Зинченко Л. И., Толстов А. И. Полноценное кормление коров. Л. : Агропромиздат, 1987. С. 159.
10. Лебедев Н. И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных. Л. : Агропромиздат, 1990. С. 86.
11. Михайлов В., Груздев Н. Влияние кормления на биоэнергетический статус крови коров // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 8. С. 26.
12. Мюллер З., Ружечка Б., Бауэр Б. Химические и биологические препараты в кормлении животных. М. : Колос, 1965. 199 с.
13. Овчинников А. А., Ремезов Г. Ф. Влияние фитопрепарата Витафит на минеральный обмен телят молочного периода выращивания // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2014. № 8. С. 49–56.
14. Овчинников А. А., Мазгаров И. Р., Лобанова Д. С. Влияние биологически активных добавок рациона на обмен веществ в организме свиноматок // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. С. 119–122.
15. Пониткин Д. М., Лаушкина Н. Н. Пути получения высококачественного молока // Зоотехния. 2006. № 10. С. 15.
16. Сердюк А. И., Пархаева А. И. Методические указания к лабораторным занятиям по ветсанэкспертизе молока и молочных продуктов для студентов ветеринарного и зооинженерного факультетов / ТВИ. 1992. 24 с.
17. Смирнова А. В., Ковалев С. П., Кондратьев В. С. Влияние минеральной добавки



на продуктивность и биологические показатели крови коров // Сб. науч. тр. ЛВИ. 1987. С. 83.

18. Стрекозов Н. И., Чинаров В. И. Производство молока в регионах РФ до 2020 года должно быть прогнозируемо // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 4. С. 2–4.

19. Черноградская Н. М., Степанова С. И. Научное обоснование использования сапропеля (озерного ила) и цеолита в скотоводстве крайнего севера // Успехи современного естествознания. 2010. № 9. С. 196–197.

20. Dressler D. Mineralische Elemente in der Tierernahrung Vel. Ulmar. Stuttgart, 1971. S. 156.

21. Henman D. J. Practical experience with bioplexes in intensive pig production // 16 th annual symposium.-Notinghamuk. 2000. P. 293–300.

22. Green L. W., Baker Y. F., Hardt P. F. Use of animal breeds and breeding to overcome the incidence of grass tetany: a review // J. Anim. Sci. 1989. Vol. 67. № 12. P. 3463–3469.

23. Mahan G. C. Mineral nutrition of the sow: a review // J. Anim. Sci. 1990. Vol. 68. P. 573–582.

24. Satkeeva A. B. Influence organic form of selenium on digestibility and mineral metabolism in the body sows // Proceedings of the 4 International Sciences Congress “Science and Education in the Modern World” (New Zealand, Auckland, 5–7 January 2015). Auckland, 2015. P. 620–623.

25. Widdowson E. M., Dickerson J. W. T., Mecance R. A. Comar C. L., Bronner F. Mineral Metabolism. N-York-London, 1962. V. 2.

26. Литовченко В. Г., Кадышева М. Д., Тюлебаев С. Д. Результаты оценки телок по биоконверсии протеина и энергии корма в мясную продукцию // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 6. С. 59–60.

Ермолова Евгения Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продуктов растениеводства», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: zhe1748@mail.ru.

* * *

УДК 636.4.08.7: 330.131.5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В РАЦИОНАХ СВИНОМАТОК КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ГЛАУКАРИН

Е. М. Ермолова

В научно-хозяйственном опыте на 4 группах свиноматок, по 10 голов в каждой, на фоне основного рациона кормления, который получали супоросные и подсосные свиноматки, а также поросята молочного периода выращивания испытывалась дозировка глаукарина в количестве 0,125, 0,250 и 0,375% от сухого вещества рациона. За период супоросности прирост живой массы маток составил 57,4–60,8 кг при среднесуточном приросте 512–543 г. Самая высокая потеря живой массы за подсосный период отмечена у животных с высокой дозировкой глаукарина в рационе – 18,4 кг, в то время как в контрольной группе она составила 20,7 кг. Самое высокое многоплодие маток отмечено в опытной группе с дозой глаукарина 0,375% от сухого вещества – 9,5 поросенка и превосходило аналоги контрольной группы на 1,5 поросенка, в то время как в других опытных группах оно было ниже – 8,9 и 9,4 поросенка соответственно. При этом сохранность поголовья в опытных группах увеличилась: у маток с низкой дозировкой глаукарина – 94,4%, средней – 96,8%, высокой – 97,9%, в контрольной группе – 92,8%. Затраты корма в контрольной группе на одного поросенка отъемного возраста составили 44,9 ЭКЕ и 6,91 кг переваримого протеина, в опытных группах ниже на 4,2–4,5% с низкой дозировкой глаукарина, на 11,4–11,6% – со средней и на 13,3–13,4% – в группе с высокой нормой ввода испытываемой кормовой добавки, а оплата корма продукцией соответственно возросла на 4,5–5,5%, на 12,7–13,0% и на 12,7–15,2%, при этом стоимость дополнительно полученных поросят составила 0,66 тыс. руб., 1,43 и 1,98 тыс. руб.

Ключевые слова: кормовая добавка, глаукарин, свиноматки, поросята молочного периода, затраты корма, оплата корма продукцией, дополнительная прибыль.

Одним из важнейших направлений дальнейшего развития свиноводства является повышение его экономической эффективности, то есть увеличение количества свинины при наименьших затратах на ее производство [11].

На экономическую эффективность свиноводства оказывают влияние многие факторы. Важное значение среди них имеет полноценное и сбалансированное кормление [12], использование в рационах животных биологически активных веществ [1, 6, 8, 9, 21], что дает возможность не только увеличивать производство свинины [3, 4, 18], но и снизить ее себестоимость за счет повышения многоплодия маточного

поголовья и сохранности поросят к отъемному возрасту [13, 16].

Основной отход новорожденного молодняка сельскохозяйственных животных происходит в первые две недели после рождения от диспепсии.

Предупредить данное заболевание (дисбактериоз) возможно за счет использования пробиотических препаратов на основе молочнокислых бактерий, бифидобактерий, бактерий группы *Vacillus subtilis*, которые в организме животного изменяют бактериальный фон, подавляют развитие патогенной и условно патогенной микрофлоры, что в последующем повыша-



ет сохранность поголовья, рост и развитие животного, не вызывают привыкание к инфекции как антибиотики. Использование пробиотиков позволяет сократить падеж свиней от кишечных инфекций на 4,6–16,2%, заболеваемость – на 6,8–17,8, среднесуточный прирост живой массы увеличивается – на 7,9–16,9% [2, 5, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 24].

Особый интерес представляет надосадочная жидкость от производства пробиотика биоспорина (фугат), которая как отход подвергается утилизации. Однако она может быть использована для производства комплексных кормовых добавок, таких как глаукарин, представляющий собой нанесенный на глауконит фугат, содержащий $5 \cdot 10^7$ клеток *Bac. Subtillis* и *Bac. lichiniiformis*. Высушенный до 15,0% влажности, он может быть использован как сухая кормовая добавка.

Поэтому целью работы являлось изучить эффективность использования кормовой добавки глаукарина в рационах свиноматки поросят молочного периода выращивания. В задачи исследований входило: определить оптимальную дозировку глаукарина в рационах свиноматок и поросят, воспроизводительные функции маточного поголовья, рост и сохранность поросят, рассчитать затраты корма и оплату корма продукцией.

Материал и методы исследований

Для решения поставленных задач нами в условиях ООО «Агрофирма Ариант» Еткульского района Челябинской области был проведен научно-хозяйственный опыт на четырех группах супоросных свиноматок и поросят молочного периода выращивания, подобран-

ных с учетом: возраста, живой массы, породы, физиологического состояния. В учетный период свиноматки I контрольной группы получали рацион по детализированным нормам [12], II опытная – такой же рацион, но с добавлением 0,125% глаукарина, III – 0,25 и IV опытная группа – 0,375% глаукарина от сухого вещества рациона. Поросята от свиноматок опытных групп в подсосный период с комбикормом получали аналогичное количество изучаемой кормовой добавки.

При одинаковом содержании всех подопытных животных групповым методом в период супоросности и в индивидуальных станках в секторах опороса изменения их живой массы учитывали индивидуальным взвешиванием каждой свиноматки в подготовительный период, перед постановкой на опорос и перед отъемом поросят, а поросят – на момент рождения и при отъеме. По результатам взвешивания проводили расчет абсолютного и среднесуточного прироста живой массы [10], сохранность поголовья – по разности родившихся и количеству поросят на момент отъема.

Из экономических показателей рассчитывали затраты корма на одного поросенка отъемного возраста и произведенной продукции в расчете на каждые 100 ЭЖЕ и 1000 руб. скормленного корма [7].

Весь цифровой материал был обработан методом вариационной статистики с определением уровня достоверности [15].

Результаты исследований

Сравнительные результаты использования в рационах свиноматок кормовой добавки глаукарина, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика живой массы свиноматок в период супоросности и подсоса ($X \pm S_x$, $n = 10$)

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
– при постановке на опыт	151,7±2,29	152,4±2,11	152,9±1,27	152,9±1,94
– на 112 день супоросности	209,4±1,10	209,8±1,10	212,6±1,00*	213,7±1,09**
Прирост массы тела, кг	57,7±1,88	57,4±2,74	59,6±1,25	60,8±1,72
Среднесуточный прирост, г	515±0,02	512±0,02	532±0,01	543±0,02
в % к I группе	100,0	99,4	103,3	105,4
Живая масса, кг: на 5 день лактации	187,7±1,13	188,9±1,39	190,4±1,82	192,2±0,55***
– при отъеме поросят	167,1±1,00	168,4±0,99	169,6±2,38	173,8±2,16**
Потери массы тела за лактацию, кг	20,7±0,35	20,6±1,82	20,8±2,61	18,4±2,36*
в % к I группе	100,0	99,5	100,5	88,9

Здесь и далее: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Полученные данные свидетельствуют, что в течение всего периода супоросности существенных изменений в живой массе свиноматок контрольной и опытных групп отмечено не было. Она изменялась от 151,7 кг до 152,9 кг.

С повышением обменных процессов в организме свиноматок к концу супоросности их живая масса на 112 день составила: 209,4 кг – в I контрольной группе, 209,8 кг – во II опытной, 212,6 кг ($P \leq 0,05$) – в III и 213,7 кг ($P \leq 0,01$) – в IV опытной группе, то есть у свиноматок опытных групп в сравнении с контрольной живая масса была больше соответственно на 0,4 кг, 2,8 и 3,9 кг. В результате в целом за период супоросности прирост массы тела свиноматок I группы составил 57,7 кг, во II – 57,4 кг, в III – 59,6 кг и в IV группе – 60,8 кг, что обеспечило среднесуточный прирост живой массы на уровне 515, 512, 532 и 543 г.

Результаты взвешивания свиноматок на пятый день лактации показали, что их средняя живая масса по группам была практически одинаковой и составила: 187,7 кг в I группе, 188,9 кг – во II, 190,4 кг – в III и 192,2 кг ($P \leq 0,001$) – в IV группе, а к моменту отъема поросят она была на уровне 167,1 кг в I группе, 168,4 – во II, 169,6 кг – в III группе, а в IV – 173,8 кг ($P \leq 0,001$). В результате у подопытных животных потери массы тела за лактацию в первых трех группах были одинаковыми и составили 20,7, 20,6, 20,8 кг, а в IV группе снизились до 18,4 кг, или на 11,1%, в сравнении с I контрольной группой.

Результаты воспроизводительных функций свиноматок, получавших кормовую добавку глаукарина, представлены в таблице 2.

Кормление свиноматок одним только полнорационным комбикормом позволило получить в расчете на одну матку 8,4 поросенка, в то время как добавка глаукарина свиноматкам II группы повысила его на 0,5 головы, в III груп-

пе – на 1,0 гол. ($P \leq 0,05$), а в IV группе – на 1,4 поросенка ($P \leq 0,001$). При этом крупноплодность поросят в гнезде во II опытной группе увеличилась на 91,2 г ($P \leq 0,05$), в III группе – на 171,2 г и в IV группе – 236,2 г ($P \leq 0,001$), тогда как в I контрольной группе живая масса поросят при рождении составила 983,8 г.

При отъеме поросят в возрасте 34 дня в I группе живая масса поросенка составила 7106 г, во II она увеличилась на 3,5%, в III – на 10,5 ($P \leq 0,001$) и в IV группе – на 12,3% при абсолютном приросте живой массы поросят 6122,2, 6280, 6700 и 6760 г ($P \leq 0,001$) соответственно.

Полученные различия в абсолютном приросте живой массы поросят за подсосный период объясняются их среднесуточным приростом, который у животных I группы был на уровне 180,1 г, в опытных группах он был выше на 2,6; 9,4 и 10,4% ($P \leq 0,01$) соответственно.

При этом сохранность поголовья была на уровне 92,8% в I группе, 94,4% – во II группе, 96,8% – в III группе и 97,9% – в IV группе.

Проведенный расчет затрат корма на одного поросенка отъемного возраста показал, что если в I контрольной группе составили 44,9 ЭКЕ и 6,91 кг переваримого протеина, то во II группе они снизились на 4,2–4,5%, в III – на 11,4–11,6%, в IV группе – на 13,3–13,4%. Расчет оплаты корма продукцией показал (табл. 3), что скормливание испытуемой кормовой добавки в рационах свиноматок и поросят обеспечило в расчете на одну матку расход глаукарина в количестве 0,51 кг, 1,03 и 1,54 кг. В результате произошло удорожание рациона свиноматок II группы на 19,3 руб., III группы – на 47,3 и IV группы – на 121,1 руб., а общая стоимость скормленных кормов и глаукарина по группам составила: 1430,8 руб. в I группе, 1450,1 руб. – во II, 1478,1 руб. – в III и 1551,9 руб. – в IV группе.

Таблица 2 – Воспроизводительные функции свиноматок ($X \pm S_x$, $n = 10$)

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Многоплодие, гол.:	8,4±0,27	8,9±0,23	9,4±0,31*	9,8±0,25***
Крупноплодность, г	983,8±19,9	1075±30,0*	1155±46,2***	1220±43,6***
Живых поросят в гнезде на момент отъема, гол.	7,8±0,2	8,4±0,27	9,1±0,23***	9,6±0,31***
Сохранность, %	92,8	94,4	96,8	97,9
Живая масса поросенка при отъеме, г	7106±83,5	7355±86,7	7855±85,1***	7980±30,3***
Абсолютный прирост, г	6122±88,2	6280±104,02	6700±78,5***	6760±49,9***
Среднесуточный прирост, г	180,1±2,59	184,7±3,06	197,0±2,31***	198,8±1,47***
в % к I группе	100,0	102,6	109,4	110,4



Учитывая среднее количество поросят под маткой на момент отъема оплата корма продукцией как в стоимостном, так и в натуральном выражении между группами существенно отличалась.

Так, если в I группе в расчете на каждую 1000 ЭКЕ скормленного корма было произведено 22,3 поросенка к отъему, то во II группе данный показатель увеличился на 4,5%, в III – на 13,0 и в IV группе – на 15,2%, а в расчете на каждую 1000 руб. скормленного корма в I группе было произведено 5,5 поросенка, в то время как во II группе – 5,8, в III и в IV группе – 6,2 поросенка, что в сравнении с I группой было выше соответственно на 5,5%, и 12,7%. При этом дополнительно полученная продукция во II группе составила 0,66 тыс. руб., в III – 1,43 и в IV опытной группе – 1,98 тыс. руб.

Вывод

Таким образом, использование кормовой добавки глаукарина в рационах супоросных и подсосных свиноматок и поросят молочного периода выращивания экономически выгодно. При этом оптимальной дозировкой глаукарина является 0,375% от сухого вещества рациона.

Рекомендации

Крупным свиноводческим комплексам и фермерским хозяйствам рекомендуем использовать в рационах свиноматок и поросят молочного периода выращивания глаукарин в дозе 0,375% от сухого вещества рациона, что позволит повысить многоплодие маток на 16,7%, сохранность поросят – на 5,1%, оплату корма

продукцией – на 12,7–15,2% и снизить затраты корма – на 13,3–13,4%.

Список литературы

1. Губанова Н. В., Солозобова Т. Б. Аллюмосиликатная минеральная добавка в кормлении поросят // Мат. междунар. науч.-практич. конф. Ульяновской ГСХА «Молодежь и наука XXI века». Ульяновск, 2006. Ч. II. С. 55–58.
2. Баранников А. И. Эффективность использования пробиотиков Пролам, Бацелл и Моноспорина в рационах свиней // Аграрный вестник Урала. 2013. № 8. С. 12–14.
3. Бутейкис Г., Блажинская Д. Вилзим снижает затраты кормов на 10% // Свиноводство. 2013. № 2. С. 20–21.
4. Гречухин А. Н. Использование стимулятора роста в свиноводстве // Ветеринария. 2013. № 1. С. 9–11.
5. Данилевская Н. В., Субботин В. В. Опыт применения пробиотика Лактобифадол в различных областях животноводства и птицеводства // Эффективное животноводство. 2012. № 4. С. 23–25.
6. Ермолова Е. М., Латыпов В. Р. Экономическая эффективность применения различных кормовых добавок в рационах свиноматок // Мат. междунар. научно-практич. конф. Пензенской ГСХА «Образование, наука, практика: инновационный аспект». Пенза, 2015.
7. Замыслов И. Н. Экономическая оценка отраслей животноводства. М.: Колос, 1973. 158 с.
8. Новые ферментированные кормовые добавки в свиноводстве / В. Ф. Коваленко,

Таблица 3 – Экономическая эффективность проведенных исследований (в расчете на одну голову)

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Скормлено кормов, кг	432,3	445,2	445,8	460,9
Скормлено глаукарина, кг	–	0,51	1,03	1,54
Стоимость кормов, руб.	1430,8	1424,6	1426,6	1474,9
Стоимость глаукарина, руб.:	–	25,5	51,5	77,0
Общая стоимость кормов и глаукарина, руб.	1430,8	1450,1	1478,1	1551,9
Получено поросят к отъему, гол.	7,8	8,4	9,1	9,6
Скормлено ЭКЕ	350,2	360,6	361,6	373,3
Произведено поросят, гол.:				
на каждую 1000 ЭКЕ скормленного корма	22,3	23,3	25,2	25,7
в % к I группе	100,0	104,5	113,0	115,2
на каждую 1000 руб. скормленного корма	5,5	5,8	6,2	6,2
в % к I группе	100,0	105,5	112,7	112,7
Стоимость дополнительно полученных поросят, тыс. руб.	–	0,66	1,43	1,98

А. А. Биндюг, С. Г. Зиновьев, И. Б. Баньковская // Зоотехния. 2010. № 1. С. 18–19.

9. Комова З. П., Курипко А. Н., Нарижный А. Г. Повышение воспроизводительной функции свиней путем скармливания биологически активных препаратов // Мат. междунар. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». Боровск, 2000. С. 301–303.

10. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. М. : Колос, 1973. С. 84–218.

11. Мысик А. Т. Состояние животноводства в мире, на континентах, в отдельных странах и направления развития // Зоотехния. 2014. № 1. С. 2–6.

12. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников [и др.]. М. : Агропромиздат, 2003. 456 с.

13. Овчинников А. А., Мазгаров И. Р., Лобанова Д. С. Влияние биологически активных добавок рациона на обмен веществ в организме свиноматок // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. № 45. С. 119–122.

14. Панин А. Н., Малик Н. И. Пробиотики для экологической реабилитации свиней // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2009. № 8. С. 56–59.

15. Плохинский Н. П. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.

16. Стегний Б. Т., Гужвинская С. А. Перспективы использования пробиотиков в животноводстве // Ветеринария. 2005. № 11. С. 10–11.

17. Тремасов М. Я., Матросова Л. Е., Тарасова Е. Ю. Опыт применения пробиотика при микотоксикозах // Вестник ветеринарии. 2009. № 50(3). С. 38–41.

18. Повышение энергетической питательности корма для молодняка свиней за счет ввода ферментного препарата Глюколюкс-Ф / М. Г. Чабаев, М. А. Силин, Р. В. Некрасов, Н. И. Анисова // Зоотехния. 2013. № 3. С. 15–17.

19. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты // Вопросы питания. 1999. № 2. С. 32–39.

20. Bollarini G. Somministrazione di lactobacilli quale mezzo di prevenzione della patologia neonatale del suinetto // Riv. Suincolt. 1982. Vol. 22. № 9. P. 43–49.

21. GamalRawia F., El-Sawy M., Ramadan E.M. Effect of substrate pretreatment on microbial protein production // Egypt J. Microbiol. 1985. Spec. issue. P. 81–89.

22. Hours R. A., Massucco A. E., Ertola R. I. Microbial biomass product from applpomacein batch and fed batch cultures // Appl. Microbiol. And Biotechnol. 1985. Vol. 23. № 1. P. 33–37.

23. Rlise T. Probiotics promotes production performance // Poultry Intern. 1982. Vol. 21. № 5. P. 44–48.

24. Weiss A. S. Reseachers cultivate new uses for bacilli // Biol. Technology. 1985. Vol. 3. № 11. P. 967.

Ермолова Евгения Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продуктов растениеводства», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: zhe1748@mail.ru.

* * *

УДК (619: 615.015.4: 616 – 008.9): 636.52/.58

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НА ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН И ЯЙЦЕНОСКОСТЬ КУР-НЕСУШЕК В УСЛОВИЯХ ЭКОСИСТЕМЫ ПТИЦЕФАБРИКИ

К. С. Закржевская, М. А. Дерхо, Т. И. Серeda

Статья посвящена изучению взаимосвязи между некоторыми зооигиеническими параметрами и активностью липидного обмена в организме кур. Установлено, что зооигиенические параметры микроклимата в экосистеме птичника изменяются в зависимости от возраста птицы, сопряженного с сезоном года. Зимой (26, 80-недельный возраст кур) в промышленном цехе снижается относительная влажность до 37,33–37,44% и увеличивается скорость движения воздуха до 0,9 м/сек, а летом (56-недельный возраст) повышается температура воздуха до $26,22 \pm 0,48$ °С и скорость воздухообмена до $4,43 \pm 0,03$ м³/кг живого веса кур. Концентрация общего холестерина в крови кур достоверно не зависит от их возраста и уровня яичной продуктивности, колеблется в пределах 2,58–3,74 ммоль/л. Уровень общих липидов сопряжен с возрастом несушек и яйценоскостью. Максимальное значение имеет в 56-недельном возрасте ($7,39 \pm 0,13$ г/л) при яйценоскости 95%. Содержание триацилглицеридов снижается по мере увеличения возраста кур и корреляционно связано с величиной температуры воздуха в птичнике ($r = -0,53-0,84$).

Ключевые слова: микроклимат, липиды, кровь, куры-несушки.

Химические вещества и реакции, обеспечивающие связи между живыми организмами в определенных экологических условиях, являются составными компонентами экологических систем. При этом внешние факторы влияют на скорость и направленность целого ряда метаболических процессов в организме животных, так как они в популяции тесно взаимосвязаны не только между собой, но и с условиями физической среды существования. Так, в условиях птицефабрики поголовье птиц в совокупности с внешними факторами промышленного цеха образуют определенную экосистему.

В любой экосистеме на живой организм оказывают или прямое, или опосредованное, или комбинированное, или комплексное действие разнообразные химические, физические и биологические факторы [2, 4, 10, 13, 14, 16, 18]. При этом изменение условий среды обитания или отдельного внешнего фактора отрицательно влияет на структурно-функциональную организацию организма птиц, что отражается на его метаболическом статусе и не позволяет полностью использовать генетический потенциал [3, 9, 15, 17]. Наибольший интерес представляют исследования, направленные на выяснение эколого-физиологических особенностей

организма кур-несушек в определенных микроклиматических условиях (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, воздухообмен, содержание аммиака), зависящих от возраста птицы, продуктивности в экосистеме птицефабрики.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение характера взаимосвязи некоторых зоогигиенических параметров с уровнем липидных метаболитов в организме кур кросса «Ломан-белый».

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы выполнена на базе ОАО «Челябинская птицефабрика» и в лаборатории органической, биологической и физколлоидной химии ФГОУ ВПО «УГАВМ» в 2014–2015 гг. Объектом исследований служили куры-несушки одновозрастного промышленного стада кросса «Ломан-белый» в ходе яйцекладки, которые содержались в основных производственных корпусах, оборудованных клеточными батареями. Параметры микроклимата помещений поддерживались согласно рекомендациям по работе с соответствующим кроссом. Для кормления кур использовались полнорационные кормосмеси, изготавливаемые в кормоцехе предприятия.

Материалом исследований служила кровь, которую брали утром из подкрыльцовой вены птиц в возрасте 28, 56 и 80 недель в ходе первого технологического цикла. В крови определяли содержание общих липидов (ОЛ), триглицеридов (ТАГ), общего холестерина (ХС) с помощью наборов реагентов «PLIVA-Lachema Diagnostika» и «Витал Диагностикс Спб». Показатели микроклимата в птичниках определяли с помощью прибора «ТКА-ПКМ».

Яичную продуктивность (%) несушек рассчитывали в целом по цеху за неделю, соответствующую взятию биоматериала.

Экспериментальный цифровой материал был подвергнут статистической обработ-

ке на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel-2003».

Результаты исследований

В условиях клеточного содержания поголовья кур одним из главных факторов, обеспечивающих оптимальный обмен веществ в организме птиц и их продуктивность, является поддержание параметров микроклимата в пределах нормативных данных.

При этом величина микроклиматических показателей в промышленном цехе была сопряжена с сезоном года. Так, средняя температура в птичниках в декабре месяце (26 и 80-недельный возраст) составила $18,00 \pm 0,45$ – $19,33 \pm 0,35$ °С, относительная влажность $37,33 \pm 0,35$ – $37,44 \pm 0,48$ %, скорость движения воздуха $0,90 \pm 0,014$ – $0,90 \pm 0,016$ м/сек, воздухообмен $1,40 \pm 0,01$ – $1,40 \pm 0,12$ м³/кг живого веса кур и содержание аммиака $12,00 \pm 0,42$ – $12,22 \pm 0,31$ мг/м³ (табл. 1). Хотелось бы отметить, что уровень таких показателей, как относительная влажность, скорость движения воздуха и воздухообмен незначительно отличались от нормативных данных. Летом (56-недельный возраст) в птичнике (табл. 1) повышалась температура до $26,22 \pm 0,48$ °С, относительная влажность воздуха до $52,00 \pm 0,28$ %, воздухообмен до $4,43 \pm 0,03$ м³/кг живого веса кур на фоне снижения скорости движения воздуха ($0,60 \pm 0,014$ м/сек) и содержания аммиака ($9,00 \pm 0,14$ мг/м³).

Таким образом, в зимний и летний периоды года большинство микроклиматических показателей промышленного цеха отличались от нормативных данных. Поэтому логично предположить, что изменялся и уровень естественного физиологического комфорта для птиц, а это отрицательно влияло на метаболический статус их организма. В исследованиях, которые были выполнены нами ранее, мы установили, что в условиях экосистемы птичника с параметрами микроклимата, возрас-

Таблица 1 – Зоогигиенические параметры микроклимата птичника, $X \pm Sx$

Показатель	Нормативные данные	Возраст кур-несушек, нед.		
		26	56	80
Температура, °С	16–18	$18,00 \pm 0,45$	$26,22 \pm 0,48$	$19,33 \pm 0,35$
Относительная влажность, %	60–70	$37,33 \pm 0,35$	$52,00 \pm 0,28$	$37,44 \pm 0,48$
Скорость движения воздуха, м/сек	0,6–0,8	$0,90 \pm 0,014$	$0,60 \pm 0,014$	$0,90 \pm 0,016$
Воздухообмен, м ³ /кг живого веса	1,5–2,1	$1,40 \pm 0,01$	$4,43 \pm 0,03$	$1,39 \pm 0,02$
Содержание аммиака, мг/м ³	не более 15	$12,00 \pm 0,42$	$9,00 \pm 0,14$	$12,22 \pm 0,31$



том птиц и яйценоскостью сопряжена активность углеводного обмена [5, 6, 7].

Согласно данным [1, 8, 11, 12], с функциональным состоянием организма птиц связан обмен липидов. Поэтому мы предположили, что показатели липидного метаболизма также сопряжены и с параметрами микроклимата.

Оценка интенсивности липидного обмена по концентрации ключевых соединений показала, что он изменяется с возрастом кур. Содержание ОЛ в крови 28, 56 и 80-недельных несушек составило, соответственно $4,83 \pm 0,30$; $7,39 \pm 0,13$ и $2,41 \pm 0,11$ г/л (табл. 2). Согласно данным [12], содержание липидов в крови птиц является интегральным показателем двух процессов: поступления их в кровь из кишечника, жировых депо и потребления тканями. Следовательно, в 56-недельном возрасте организм кур в максимальном количестве использовал экзогенные и эндогенные липиды в процессах жизнедеятельности, обеспечивая высокий уровень яичной продуктивности. Возможно, одной из причин повышенной востребованности липидов в физиологических функциях несушек являлся подъем температуры воздуха, влажности и воздухообмена в цехе птицефабрики, что определяло уровень энергозатрат организма на поддержание температуры тела.

Уровень ХЛ в крови кур достоверно не зависел от возраста птиц и уровня их яичной продуктивности (табл. 2). Это дает основание предполагать наличие в организме несушек аналитического равновесия между количеством холестерина, поступившего с кормом и синтезированного в нем и выводимого из организма в виде желчных кислот и свободного холестерина. Полученные данные согласуются с гипотезой [19], согласно которой рецепторы плазматических мембран играют роль микрокомпьютеров, учитывающих и согласовывающих обмен и уровень холестерина в клетках и в кровотоке.

Содержание ТАГ в крови увеличивалось с возрастом кур и не зависело от уровня яичной продуктивности (табл. 2). Триглицериды в животном организме являются запасным энергетическим материалом [1]. Поэтому динамика ТАГ в крови птиц свидетельствовала об активации липолиза в жировых депо с целью обеспечения организма кур необходимым энергетическим материалом.

Анализ возрастной динамики ОЛ, ХС и ТАГ показал, что с уровнем яичной продуктивности сопряжена только концентрация общих липидов.

На следующем этапе нашей работы мы определили характер корреляционных связей параметров микроклимата с уровнем липидных метаболитов в крови кур. Мы установили, что концентрация ТАГ в крови несушек, не зависимо от возраста кур и яйценоскости, коррелировала на уровне $r = -0,53-0,84$ с величиной температуры воздуха, то есть с тем показателем микроклимата, который, в большей степени, определяет величину энергозатрат организма на поддержание температуры тела.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что зоогигиенические параметры микроклимата в экосистеме птичника изменяются в зависимости от возраста птицы, сопряженного с сезоном года. Зимой (26, 80-недельный возраст кур) в промышленном цехе снижается относительная влажность до 37,33–37,44% и увеличивается скорость движения воздуха до 0,9 м/сек, а летом (56-недельный возраст) повышается температура воздуха до $26,22 \pm 0,48$ °С и скорость воздухообмена до $4,43 \pm 0,03$ м³/кг живого веса кур. Концентрация общего холестерина в крови кур достоверно не зависит от их возраста и уровня яичной продуктивности, колеблется в пределах 2,58–3,74 ммоль/л. Уровень общих липидов сопряжен с возрастом несушек и яйценоскостью. Максимальное значение имеет в 56-недельном

Таблица 2 – Показатели липидного обмена в организме кур-несушек, $X \pm Sx$ ($n = 9$)

Показатель	Возраст несушек, нед.		
	28	56	80
ХС, ммоль/л	$3,74 \pm 0,10$	$3,51 \pm 0,07$	$2,58 \pm 0,06$
ОЛ, г/л	$4,83 \pm 0,30$	$7,39 \pm 0,13^{***}$	$2,41 \pm 0,11^{***}$
ТАГ, ммоль/л	$1,50 \pm 0,05$	$1,92 \pm 0,01^{***}$	$2,34 \pm 0,06^{***}$
Яйценоскость, %	92,0	95,0	78,0

Примечание: *** – $p < 0,001$ по отношению к 28-недельному возрасту.

возрасте ($7,39 \pm 0,13$ г/л) при яйценоскости 95 %. Содержание триацилглицеридов снижается по мере увеличения возраста кур и корреляционно связано с величиной температуры воздуха в птичнике ($r = -0,53 - 0,84$).

Список литературы

1. Архипов А. В. Липидное питание, продуктивность птицы и качество продуктов птицеводства. М. : Агробизнесцентр, 2007. 440 с.
2. Башлыкова Л. А., Ермакова О. В., Зайнуллин В. Г. Эмбриональная смертность полевки-экономки как показатель влияния малых доз естественной радиоактивности на генетические процессы в популяциях // Радиобиология. 1987. Т. 26. № 1. С. 45–49.
3. Васильева С. В. Биохимические аспекты возрастной динамики микроэлементов у кур-несушек в экосистеме птицефабрики : автореф. дис. ... канд. вет. наук. СПб. : СПбГАВМ, 2007. 25 с.
4. Дерхо М. А., Соцкий П. А. Характеристика влияния факторов природной среды на активность органов лейкопоза в организме бычков // Аграрный вестник Урала. 2010. № 4(70). С. 86–88.
5. Дерхо М. А., Середа Т. И., Закржевская К. С. Возрастная изменчивость глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в эритроцитах кур // Фундаментальные проблемы науки : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. (23.01.2015). Уфа : РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. С. 17–19.
6. Дерхо М. А., Середа Т. И., Закржевская К. С. Динамика ферментов углеводного обмена в крови несушек в зависимости от возраста и яйценоскости // Закономерности и тенденции развития науки : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. (17.01.2015). Уфа : РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. С. 9–11.
7. Дерхо М. А., Середа Т. И., Закржевская К. С. Сопряженность зооигиенических параметров микроклимата с активностью ферментов углеводного обмена в организме кур // Научные и инновационные подходы в ветеринарной медицине : сб. материалов. Троицк : УГАВМ, 2015. Ч. 1. С. 7–9.
8. Картуш К. М. Липидный обмен в организме кур в возрастном аспекте и при разных условиях содержания // Ветеринарное и зоотехническое обслуживание животноводства в новых условиях хозяйствования : межвуз. сб. науч. трудов. Казань, 2001. С. 136–138.
9. Кузнецов А. Ф. Гигиена содержания животных: справочник. СПб. : Лань, 2004. 640 с.
10. Макарова Ю. В. Эколого-биохимические исследования в агрофитоценозах Самарской области // Вестник СамГУ (Естественнонаучная серия). 2006. № 7(47). С. 108–117.
11. Матюшкин В. Г., Матяев В. И., Федяев А. В. Изменение жирно-кислотного спектра липидов организма кур-несушек и качественных показателей яиц под влиянием жировой нагрузки // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : матер. рег. науч.-практ. конференции. Йошкар-Ола, 2002. Вып. 4. С. 254–256.
12. Никулин В. Н., Синюкова Т. В. Состояние некоторых показателей углеводно-липидного обмена у кур-несушек при комплексном использовании иодида калия и лактоамиловорина // Известия ОГАУ. 2007. № 1(13). С. 66–68.
13. Рахимов И. Х., Дерхо М. А. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков симментальской и черно-пестрой породы // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 372–376.
14. Сергеева И. В., Аникина М. А., Харитоновна И. А. Адаптации к среде обитания на морфологическом и кариотипическом уровнях у *Tanypodinae* (Diptera, Chironomidae) // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных : матер. II междунар. науч. конф. Саранск : Мордовия-ЭКС-ПО, 2009. С. 127–129.
15. Силенок А. В. Влияние факторов окружающей среды на эколого-физиологические особенности организма птиц в условиях клеточного содержания (на примере цыплят-бройлеров кросса «Смена-7») в раннем постнатальном онтогенезе : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Брянск : БГСХА, 2012. 24 с.
16. Тезиев У. И. Взаимосвязь между загрязненностью почвы и молочных продуктов различными токсикантами // Актуальные проблемы современной науки : матер. I междунар. форума молодых ученых и студентов. Самара, 2005. С. 45.
17. Тертерян Е. Е. Липидный обмен у кур в постнатальном онтогенезе и при использовании биологически активных добавок : автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. : МСХА им. К. А. Тимирязева, 1988. 32 с.
18. Хижнева О. А., Дерхо М. А., Середа Т. И. Ферменты крови животных, подвергнутых комбинированному воздействию сульфата кадмия и вибрации // Актуальные проблемы научной



мысли : сб. науч. трудов. Уфа : Аэтерна, 2014.
С. 54–57.

19. Goldstein J., Brown M. // Regulation of
low densitylipoprotein receptors: implications for

pathogenesis and therapy of hyper cholesterolemia
and atherosclerosis // Lipid Res. – 1984. – V. 25. –
P. 1450.

Закржевская Кристина Сергеевна, магистрант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой органической, биологической и физколлоидной химии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Середа Татьяна Игоревна, канд. биол. наук, доцент кафедры органической, биологической и физколлоидной химии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

* * *

УДК 612.42: 616.379

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕВОГО МОЛОКА И α -ТОКОФЕРОЛА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЛЛОКСАНОВОГО ДИАБЕТА У КРЫС

Ж. Т. Лесова, С. Н. Абдрешов, А. Т. Маматаева, М. Б. Ребезов

Представлены результаты изучения биохимических показателей лимфы и плазмы крови при экспериментальном аллоксановом диабете у крыс. У крыс искусственно был получен аллоксановый диабет первого типа с абсолютной инсулиновой недостаточностью. Были отмечены нарушения углеводного и белкового обмена в лимфе, а также накопление в лимфе конечных продуктов азотистого обмена. При аллоксановом диабете обнаружены нарушения структуры и функции лимфатических узлов, биохимического состава лимфы и плазмы крови. Показатели указанных нарушений значительно снижались после применения в питании крыс соевого молока и α -токоферола, которые ослабляли развитие аллоксанового диабета.

Ключевые слова: лимфа, аллоксановый диабет, α -токоферол, соевое молоко, глюкоза.

В настоящее время сахарный диабет стал сложной проблемой для здравоохранения всего мира, так как затрагивает все сферы жизнедеятельности человека [10, 13–15]. Сахарный диабет протекает по типу синдрома взаимосвязи и взаимоотношения с функциями внутренних органов [5, 8, 11, 13]. В настоящее время известно более 30 химических соединений с диабетогенными свойствами. Среди них аллоксан, имеющийся в тканях организма. Доказательство избирательного повреждения аллоксаном β -клеток поджелудочной железы и получение экспериментальной модели аллоксанового диабета явилось предпосылкой для многих работ

по изучению механизма диабетогенного действия аллоксана и течения диабета [2, 6, 7].

Согласно мнению экспертов ВОЗ, в настоящее время на земном шаре насчитывается 150 миллионов больных диабетом, причем это число постоянно растет и к 2020 году достигнет 300 миллионов. Поэтому сахарный диабет считают еще одной «эпидемией» XXI века, наряду с атеросклерозом и онкозаболеваниями [16]. В настоящее время для изучения функциональных сдвигов в организме при сахарном диабете успешно используются модель аллоксанового диабета [17]. Установлено, что диабетогенная доза аллоксана оказывает повреждающее



действие на островки поджелудочной железы, что связывают с особенностями метаболизма β -клеток, тогда как эта же концентрация аллоксана не является токсичной для тканей других органов [2, 3].

До сих пор не изучалось функциональное состояние лимфатической системы при сахарном диабете клинического или экспериментального характера. Лимфатическая система выполняет множество функций, среди них наиболее важные – это транспортная, дренажно-детоксикационная, барьерная и обменная.

Целью данной работы явилось изучение биохимических показателей лимфы и плазмы крови при аллоксановом диабете и после коррекции антиоксидантами (соевое молоко и α -токоферол).

Материал и методы исследования

В экспериментах были использованы 42 белые лабораторные крысы массой 220–250 г, которые были поделены на 3 группы.

Первая – группа (12 крыс) – контрольная.

Вторая – опытная (15 крыс). Для получения модели аллоксанового диабета крысам после 3-суточного голодания внутрибрюшинно вводили однократно подкожно аллоксан (15 мг/100 г) [2].

Третья группа (15 крыс) предварительно в течение 7 суток получала рег ос соевое молоко (2 мг/100 г) и α -токоферол в масляном растворе 1,5 мкг/кг лечебные дозы, в течение 7 дней, затем ввели аллоксан в дозе 15 мг/100 г и продолжали вводить антиоксиданты в течение 21 суток.

В сое (белково-масляной культуре) содержатся углеводы, минеральные вещества, витамины и до 40% легкоусвояемого белка, которые на 85–90% состоят из водорастворимых глобулинов и альбуминов, содержат все незаменимые аминокислоты в благоприятных для человеческого организма соотношениях. В соевом молоке содержатся флавоноиды, которые являются мощными натуральными антиоксидантами и способны тормозить свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов. Соевое молоко приобреталось в АО «VITA», продукт зарегистрирован в Государственном реестре Республики Казахстан.

Через 30 дней у крыс брали анализы пробы крови и лимфы для биохимических исследований. Все экспериментальные работы выполнялись с соблюдением правил биоэтики, утвержденных Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экс-

периментальных или других целей. Животных этих групп содержали на стандартном рационе со свободным доступом к пище и воде. Прижизненно были взяты пробы лимфы из кишечной цистерны и крови из брюшной аорты для проведения биохимических исследований.

В крови и лимфе изучали уровень глюкозы с помощью глюкометра «Accu-Chek Active». Концентрацию инсулина в сыворотке крови и лимфе определяли иммунорадиометрическим методом [3]; содержание общего белка – биуретовым методом, щелочной фосфатазы – кинетическим методом, аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ) – методом Райтмана-Френкеля с помощью клинико-диагностических наборов «Bio-Lachema-Test» по общепринятой методике [4].

Результаты опытов были обработаны методом вариационной статистики с использованием *t*-критерия Стьюдента. Результаты считались достоверными при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

После введения аллоксана через 5 дней были взяты пробы крови у крыс для аналитических работ. Было показано, что после введения аллоксана содержание глюкозы (ммоль/л) в крови повышалось до 10,7; в лимфе – до 13,4 (показатели в норме 5,9 и 6,4 соответственно). Через 30 дней лимфоток из кишечного лимфатического сосуда составил 0,21 мл/час и уменьшился на 34% по сравнению с контролем (в норме 0,32 мл/час). Через 30 дней содержание инсулина в лимфе и крови снижалось до $3,4 \pm 0,2$ и $5,5 \pm 0,4$ мкМЕ/мл. Содержание глюкозы (ммоль/л) составило в лимфе $17,9 \pm 3,2$; в крови $16,7 \pm 2,5$, в моче $7,2 \pm 1,5$ (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание глюкозы и инсулина в крови, лимфе и моче у крыс с аллоксановым диабетом

Показатели	Кровь	Лимфа	Моча
Содержание глюкозы (ммоль/л)			
до введения	5,9±1,2	6,4±1,5	0
через 5 дней	10,7±2,4*	13,4±2,1*	–
через 30 дней	16,7±2,5	17,9±3,2	7,2±1,5
Содержание инсулина мкМЕ/мл			
до введения	20,5±1,8	7,7±0,8	–
через 5 дней	7,5±0,3	6,0±0,7	–
через 30 дней	5,5±0,4	3,4±0,2	–

Примечание: достоверно по сравнению с контролем при * – $p < 0,05$.

Полученные результаты свидетельствуют:
 – концентрация креатинина (ммоль/л) уменьшилась с $62,4 \pm 1,8$ до $54,9 \pm 1,3$ ($p < 0,01$);
 – содержание мочевины (ммоль/л) в плазме крови у 2-й группы крыс снижалась с $8,2 \pm 0,3$ (в контрольной группе) до $5,3 \pm 0,5^*$ ($p < 0,01$).

В указанных опытах у всех групп крыс определяли содержание АлАТ и АсАТ, билирубина, тимоловую пробу.

У крыс с диабетом возрастали уровень АлАТ, АсАТ, содержание билирубина общего и тимоловой пробы в плазме крови. Содержание общего белка в плазме крови снижалось на 25 %, в лимфе – на 36 % по сравнению с контролем. Из этих данных следует, что снижается синтез белка в печени и, следовательно, сокращается объем фильтрации и резорбции белка в лимфатической системе, ухудшается процесс лимфообразования, показателем которого является снижение содержания общего белка в лимфе. Полученные данные характерны для начальной формы сахарного диабета.

Из полученных результатов видно, что наличие аллоксанового диабета негативно отражается на состоянии внутренней среды организма животных, на лимфодинамике и биохимическом составе лимфы и крови.

После коррекции антиоксидантами через 28 суток от начала коррекции у крысы отмечены положительные сдвиги, особенно в содержании глюкозы и инсулина в плазме крови и лимфе. Динамика биохимических показателей в лимфе и плазме крови у крыс изменилась в сторону нормализации. Лимфоток из кишечного лимфатического сосуда крыс группы 3 повышался по

сравнению с группой 2 ($0,21 \pm 0,02$ мл/час) и составил $0,29 \pm 0,02$ мл/час. В лимфе у крыс группы 3 содержание общего белка снижалось на 22 %, а в плазме крови – на 20 % по сравнению с контролем. После коррекции выявленных нарушений антиоксидантными веществами отмечено повышение уровня общего белка в лимфе на 17 % (при аллоксановом диабете $32,2 \pm 4,2$ г/л), а в плазме крови на 15 % (при аллоксановом диабете $54,2 \pm 3,28$ г/л) по сравнению с группой 3 (рис. 1).

У крыс 3-й группы в плазме крови после применения комплекса корректирующих мероприятий (рег ос соевого молоко и инъекция в/б α -токоферола) содержание ферментов АлТ и АСТ снижалось, но показатели были выше контроля на 56 и 57 % соответственно (в норме $0,51 \pm 0,1 \pm 1,2$ и $0,65 \pm 0,1$ ммоль/л).

Применение α -токоферола и соевого молока до и после введения аллоксана оказало положительное влияние на устойчивость организма, а также на показатели лимфодинамики и состава лимфы.

Известно, что антиоксиданты способны модулировать активность различных регуляторных систем. Это обусловлено их прямым или косвенным влиянием на синтез и превращение многих биологически активных веществ. Так, α -токоферол является одним из наиболее мощных природных антиоксидантов и играет важную роль в механизмах защиты клеток от повреждающего действия свободных радикалов. Обладая липофильными свойствами, α -токоферол действует, главным образом, в составе клеток и внутриклеточных органелл, а также липопротеинов плазмы крови, препят-

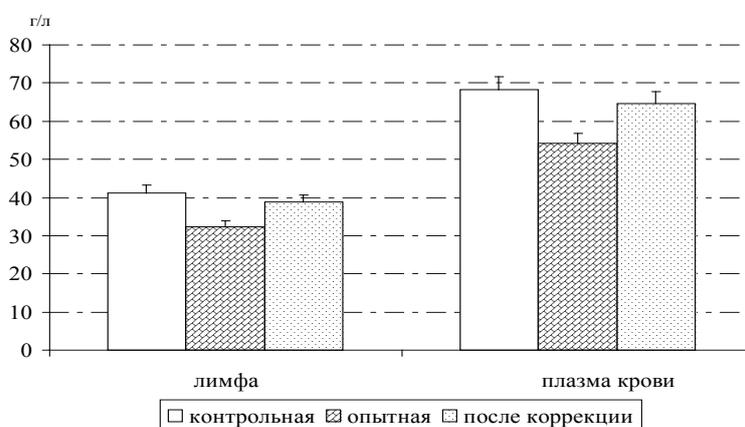


Рис. 1. Содержание общего белка в лимфе и плазме крови в контрольных вариантах и после коррекции антиоксидантами



ствуя распространению свободно радикальных реакций, связанных в основном с участием липидных радикалов [5].

Выводы

Таким образом, в наших опытах применение протекторных веществ (соевого молока и α -токоферола) при аллоксановом диабете у крыс защищает мембраны β -клеток от повреждающего действия аллоксана, что дало значительно более высокий эффект – сохранялась первоначальная масса тела и, кроме того, снижался негативный эффект диабета на структуру и функцию лимфатической системы. После применения антиоксидантов отмечено улучшение спонтанной и индуцированной сократительной активности лимфатических узлов. Можно заключить, что предварительная профилактическая процедура антиоксидантными средствами оказала положительное влияние на устойчивость организма, ослабив течение аллоксанового диабета, уменьшила негативный эффект аллоксанового диабета на транспортную функцию лимфатических узлов. В основе положительного эффекта соевого молока и α -токоферола на сократительную активность лимфатических узлов лежит защитное влияние антиоксидантов на β -клетки поджелудочной железы к повреждающему действию аллоксана. Эти антиоксидантные средства предотвратили резкие нарушения углеводного обмена и морфофункционального состояния лимфатической системы.

Список литературы

1. Дедов И. И., Балаболкин М. И. // *Врач*. 2006. № 11. С. 3.
2. Роль антиоксидантных ферментов и антиоксиданта пробукола в антирадикальной защите β -клеток поджелудочной железы при аллоксановом диабете / В. З. Ланкин [и др.] // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2004. Т. 137. № 1. С. 27–30.
3. Immunoradiometric assay for the in vitro determination of insulin in human serum and plasma. Immunotech. A Beckman Coulter Company. Prague, 2006. P. 2–5.
4. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М. : Медпресс-информ, 2004. 920 с.
5. Пак И. В. Влияние локального дмв-облучения на уровень гликемии и состояние иммунитета животных с аллоксаниндуцированным сахарным диабетом // *Вестник Кыргызско-*

Российского славянского университета. 2013. Т. 13. № 11. С. 120–123.

6. Можейко Л. А. Экспериментальные модели для изучения сахарного диабета. Аллоксановый диабет // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2013. № 3(43). С. 26–29.

7. Михайличенко В. Ю., Столяров С. С., Старых А. А. Патофизиологические аспекты развития аллоксанового сахарного диабета у крыс в эксперименте // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. С. 23.

8. Полупанов А. С., Якушева Е. Н. Влияние статинов на проницаемость лизосомальных мембран при аллоксановом диабете // *Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова*. 2010. № 1. С. 60–65.

9. Гати М. А. Особенности функционирования антиокислительных ферментов у крыс, больных аллоксановым диабетом, в процессе эксперимента // *Перспективы науки*. 2012. № 5(32). С. 361–363.

10. Физиолого-биохимические аспекты адаптации крыс к условиям аллоксанового диабета / М. Гати [и др.] // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11–3. С. 465–469.

11. Особенности функционирования аконитатгидратазной ферментной системы в органах крыс в условиях аллоксанового диабета / А. Т. Епринцев, Х. Аль Дайни Саба, М. Ю. Сыромятников, М. А. Гати // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2012. Т. 10. № 3. С. 38–44.

12. Isliker H., Weiser H., Moser U. Stabilization of rat heart mitochondria by α -tocopherol in rats // *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1997. V. 67. № 2. P. 91–94.

13. Lukačínová A., Mojžiš J., Beňačka R., Keller J., Maguth T., Kurila P., Rácz O., Ništiar F., Vaško L. Preventive effects of flavonoids on alloxan-induced diabetes mellitus in rats // *Acta Veterinaria Brno*. 2008. Т. 77. № 2. С. 175–182.

14. Golfman L., Dixon Ia. M. C., Takeda N., Chapman D., Dhalla N. S. Differential changes in cardiac myofibrillar and sarcoplasmic reticular gene expression in alloxan-induced diabetes // *Molecular and Cellular Biochemistry*. 1999. Т. 200. № 1–2. С. 15–25.

15. Tenner T. E., Zhang X. J., Lombardini J. B. Hypoglycemic effects of taurine in the alloxan-treated rabbit, a model for type 1 diabetes // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2003. Т. 526. С. 97–104.

16. Morugova T. V., Davletov E. G. The effect of some antihypertensive agents on carbohydrate

metabolism in intact rats and those with alloxan diabetes // Geographical Review. 1998. Т. 88. № 3. С. 49.

17. Hsu Y.-W., Yeh S.-M., Chen Y.-Y., Tseng J.-K., Chen Y.-C., Lin S.-L. Protective ef-

fects of taurine against alloxan-induced diabetic cataracts and refraction changes in new zealand white rabbits // Experimental Eye Research. 2012. Т. 103. С. 71–77.

Лесова Жаниха Туреевна, канд. биол. наук, и. о. профессора, Алматинский технологический университет.

E-mail: zh.lesova@atu.kz.

Абрешов Серик Наурызбаевич, канд. биол. наук, доцент, Алматинский технологический университет.

E-mail: snabdreshov@mail.ru.

Маматаева Айгуль Тумаевна, канд. биол. наук, и. о. доцента, Алматинский технологический университет.

E-mail: mamataevaabm1976@mail.ru.

Ребезов Максим Борисович, докт. с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: rebezov@ya.ru.

* * *

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ СМ-КОМПЛЕКС

В. И. Фисинин, А. С. Митрохина, А. А. Терман, А. В. Мифтахутдинов

На кафедре физиологии и фармакологии Южно-Уральского государственного аграрного университета была разработана фармакологическая композиция СМ-комплекс (СМ-стимулятор метаболизма), включающая в качестве основного действующего вещества бутафосфан и ряд компонентов, обеспечивающих потенцирование общего метаболического и ростостимулирующего действия комплекса, а также компоненты, влияющие на его растворимость. В отличие от перечисленных жидких аптечных форм бутафосфансодержащих фармакологических средств СМ-комплекс не включает цианокобаламин и представляет собой порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде при температуре 25–30 °С. Общее поголовье в контрольной группе включало 338 977 голов и 337 439 голов в опытной. Убой цыплят опытной и контрольной групп осуществляли в один день в 38–40-суточном возрасте. В результате обнаружено, что СМ-комплекс, обладает выраженным ростостимулирующим действием, проявляющимся на заключительном этапе откорма цыплят-бройлеров. Выход мяса у цыплят, получавших СМ-комплекс оказался выше на 93 г, или на 5,4%, по сравнению с интактными цыплятами. Применение СМ-комплекс в первые 7 суток жизни цыплят повышает их общую резистентность, что выражается более высоким значением сохранности в опытной группе в среднем на 1,43% по сравнению с контрольной. В результате экспериментальной работы экономический эффект от применения СМ-комплекса составил 3 129 743,65 руб., экономическая эффективность на 1 рубль затрат – 40,64 руб., экономический эффект на 1 условную голову – 9,27 руб. Рекомендуем для повышения продуктивности и сохранности при откорме цыплят-бройлеров применение фармакологического СМ-комплекса с водой с первого дня жизни цыплят в течение 7 суток в дозе 150 мг на 1 кг массы тела цыплят. Полученную путем смешения компонентов фармакологическую СМ-композицию можно хранить в пластиковой герметичной упаковке в течение 1 года при комнатной температуре в обычных условиях ветеринарной аптеки.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, СМ-комплекс, бутафосфан, стимуляторы продуктивности.

Обеспечение населения качественными продуктами питания является актуальной задачей промышленного животноводства. Лидирующие значение в решении данного вопроса принадлежит мясному птицеводству [1, 2]. Несмотря на значительную конверсию корма птицей, еще более высоких показателей продуктивности и сохранности невозможно добиться без использования биологически активных веществ [1, 3]. Для этих целей наряду с антимикробными препаратами [4], пробиотиками [5–7], микроэлементами [8], сорбентами [9] и ферментами [10] применяются фармакологические средства, обладающие

общим анаболическим или ростостимулирующим действием.

Перспективным фармакологическим средством для нужд промышленного животноводства является использование бутафосфана, который включен в состав таких известных ветеринарных препаратов, как катозал, бутафан ОР и др. [11–13]. Бутафосфан – органическое соединение фосфора, не имеющее аналогов, оказывает влияние на многие ассимиляционные процессы в организме, стимулирует синтез протеина, ускоряет рост и развитие животных, значительно улучшает функцию печени, повышает неспецифическую резистентность организма,

способствует образованию костной ткани. Бутофосфан не накапливается в организме и не оказывает побочных эффектов.

Учитывая особенности механизма действия бутофосфана на кафедре физиологии и фармакологии Южно-Уральского государственного аграрного университета была создана фармакологическая композиция СМ-комплекс (СМ-стимулятор метаболизма), включающая в качестве основного действующего вещества бутофосфан и ряд компонентов, обеспечивающих потенцирование общего метаболического и ростостимулирующего действия комплекса, а также компоненты, влияющие на его растворимость. В отличие от перечисленных жидких аптечных форм бутофосфансодержащих фармакологических средств СМ-комплекс не включает цианокобаламин и представляет собой порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде при температуре 25–30 °С. Полученную путем смешения компонентов фармакологическую композицию СМ можно хранить в пластиковой герметичной упаковке в течение 1 года при комнатной температуре в обычных условиях ветеринарной аптеки. После вскрытия банки содержимое необходимо хранить в закрытой емкости. Длительный контакт с воздухом приводит к уплотнению порошкообразной смеси и не влияет на фармакологические свойства комплекса.

Доклинические исследования на лабораторных животных показали, что фармакологический комплекс СМ не обладает общетоксическим и местно-раздражающим действием, оказывает стимулирующее влияние на все виды обмена веществ, способствует более эффективному использованию глюкозы, что в свою очередь определяет рост и развитие, особенно в первые дни жизни, и повышает резистентность животных с признаками слабого развития. Комплекс оказывает анаболическое действие и способствует активации метаболизма при гипоксии, нормализует тканевое дыхание и энергетический баланс.

Скрининговые производственные испытания при откорме цыплят в течение 42 суток указали на целесообразность использования СМ-комплекс при выращивании бройлеров и его высокой активности на заключительном этапе выращивания. Ранее проведенные исследования показали, что дальнейшее изучение эффективности фармакологического комплекса СМ должно быть связано с повышением доз и кратности применения [14].

Учитывая, что в современных условиях наиболее экономически эффективным при точном содержании является ультракороткий (менее 40 суток) интенсивный откорм цыплят, была поставлена задача провести производственные испытания фармакологического комплекса СМ при выращивании цыплят-бройлеров в течение 38–40 суток с повышением доз и кратности применения.

Материалы и методы

Исследования проведены в условиях ЗАО «Уралбройлер», включающих технологию точного содержания цыплят-бройлеров кросса Hubbard F15. В опытной и контрольной группах было по 6 цехов. Общее поголовье в контрольной группе включало 338 977 голов и 337 439 голов в опытной. Убой цыплят опытной и контрольной групп осуществляли в один день в 38–40 суточном возрасте.

Объектом исследования служила эффективность опытной партии фармакологического комплекса СМ. Рецепт СМ-комплекс разработана на кафедре физиологии и фармакологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». СМ-комплекс предназначен для стимуляции роста и развития цыплят, содержит активный комплекс витаминов, витаминоподобных веществ и органических кислот. СМ-комплекс состоит из нетоксичных соединений с синергетическим действием, что позволяет использовать малые дозы для получения фармакологического эффекта.

Изготовление опытных партий СМ-комплекс осуществлялось в лаборатории инновационного научно-исследовательского центра Южно-Уральского государственного аграрного университета путем смешивания компонентов, дробления и оценки стабильности смеси. Перед применением СМ-комплекс проходит контроль растворимости и оценку токсичности на белых мышках. Опытная партия фармакологического комплекса СМ задавалась с первого дня жизни цыплят с водой в течение 7 суток стандартным способом через систему медикаторов (дозаторов лекарственных средств). Цыплята первой группы препарат не получали и служили контролем. Цыплята второй группы получали по 150 мг СМ-комплекс с 40% содержанием в составе фармакологически активного комплекса, включающего бутофосфан, остальная часть композиции – компоненты, влияющие на фармакокинетику и растворимость изучаемого комплекса.



В процессе эксперимента учитывали основные производственные показатели, руководствуясь следующими расчетами.

Количество посаженной птицы = цыплята, отправленные на убой + общее число павшей птицы + общее количество выбракованных бройлеров.

Средняя живая масса = общая масса всей забитой птицы/количество забитой птицы.

Потребление корма одной птицей = общее ежедневное потребление корма в птичнике/количество живой и павшей птицы в этот день.

Процент падежа = общее количество павшей птицы + общее количество отбракованной птицы*/общее количество посаженной птицы.

Выход мяса с единицы площади птичника = (брак + частичный убой + убой)/1 м².

Европейский индекс продуктивности бройлеров = (средняя живая масса цыплят, г × 10)/(конверсия корма × возраст, дн).

Для математического анализа и графического отображения результатов исследования использовалась программа Statistica 10. Данные в работе представлены в виде средних значений и графиков средних величин. Расчет экономической эффективности проводили согласно Методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий и рекомендациям И. Н. Никитина (2012), Н. А. Севастьяновой (2007) [15, 16].

Результаты и обсуждение

Основные производственные показатели в виде средних значений с указанием стандартного отклонения представлены в таблице 1.

Общее поголовье и плотность посадки птицы статистически равнозначны в опытных и контрольных группах, что позволяет с высокой точностью провести сравнительный анализ полученных данных. Сохранность поголовья статистически выше в опытной группе в среднем на 1,43%. По отдельным птичникам разница анализируемого показателя колеблется в пределах 0,8–2,4%.

Учитывая, что фармакологический СМ-комплекс применяется только в первые 7 суток жизни цыплят, особую значимость приобретает сохранность цыплят за 10 суток, которая в опытной группе выше на 0,31% ($P = 0,0077$). По отдельным цехам анализ показателя не указывает на четко выраженную зависимость сохранности цыплят в течение первых 10 суток жизни от использования СМ-комплекса, колебание показателя происходит в пределах от -0,3 до +1,5%. На рисунке 1 графически продемонстрирована динамика средних значений смертности цыплят опытной и контрольной групп. На графике отображены 2 пика повышения отхода цыплят: в 2–5 суточном возрасте и в конце откорма цыплят. Отмеченные пиковые повышения показателя менее выражены у цыплят, которым применяли СМ-комплекс, что согласуется с результатами предыдущих исследований [14].

Среднесуточный прирост массы тела (табл. 1) выше в опытной группе в среднем на 1,92 г, или на 4%, по отдельным группам отмечаются колебания от 0,6 до 3,6 г. В таблице 2 продемонстрированы изменения массы тела цыплят в динамике.

В семисуточном возрасте у цыплят опытной группы масса тела выше по сравнению

Таблица 1 – Основные производственные показатели

Показатель	Контроль	Опыт
Поголовье, гол.	56 496±7 348	56 240±6 969
	$P = 0,9018$	
Плотность посадки, гол./м ²	29,87±0,40	29,75±0,48
	$P = 0,3654$	
Сохранность, %	94,85±1,46	96,28±1,06
	$P = 0,0003$	
Сохранность за первые 10 суток, %	98,82±0,52	99,13±0,18
	$P = 0,0077$	
Среднесуточный прирост массы тела, г	46,18±2,92	48,10±3,12
	$P = 0,0333$	
Европейский индекс продуктивности	239,50	253,76
Выход мяса с 1 м ² площади птичника, кг	51,61	54,17

с контролем в среднем на 4 грамма, или на 2,7%, в последующем масса тела становится ниже на 3,3 г, или на 0,9%, в 14-суточном возрасте и на 6,7 г, или на 0,9%, в трехнедельном возрасте. К 28-суточному возрасту масса опытных цыплят опережает массу цыплят контрольной группы на 11,5 г, или на 1%, к 35-суточному возрасту опережая на 37 г, или на 2,3%. Необходимо отметить, что обнаруженные отличия в анализируемом периоде статистически не выражены, однако с учетом экономического анализа весьма существенны. В итоге убойная масса цыплят опытной группы статистически выше массы тела цыплят контрольной группы на 93 г, или на 5,4%.

Аналогичная динамика продемонстрирована нами в предыдущих исследованиях,

посвященных изучению эффективности использования СМ-комплекса при выращивании цыплят-бройлеров [14]. Необходимо отметить, что в предыдущих исследованиях наблюдается более высокий среднесуточный прирост массы тела цыплят, что связано с более продолжительным откормом. Динамика роста цыплят кросса Hubbard F-15, по нашим наблюдениям, характеризуется выраженной пиковостью на заключительном этапе откорма при одновременном повышении отхода цыплят. Результаты применения СМ-комплекс при 42-суточном откорме цыплят, продемонстрированные ранее [14], указывают на высокую эффективность разработанного комплекса, позволяющего существенно снизить гибель цыплят при одновременном

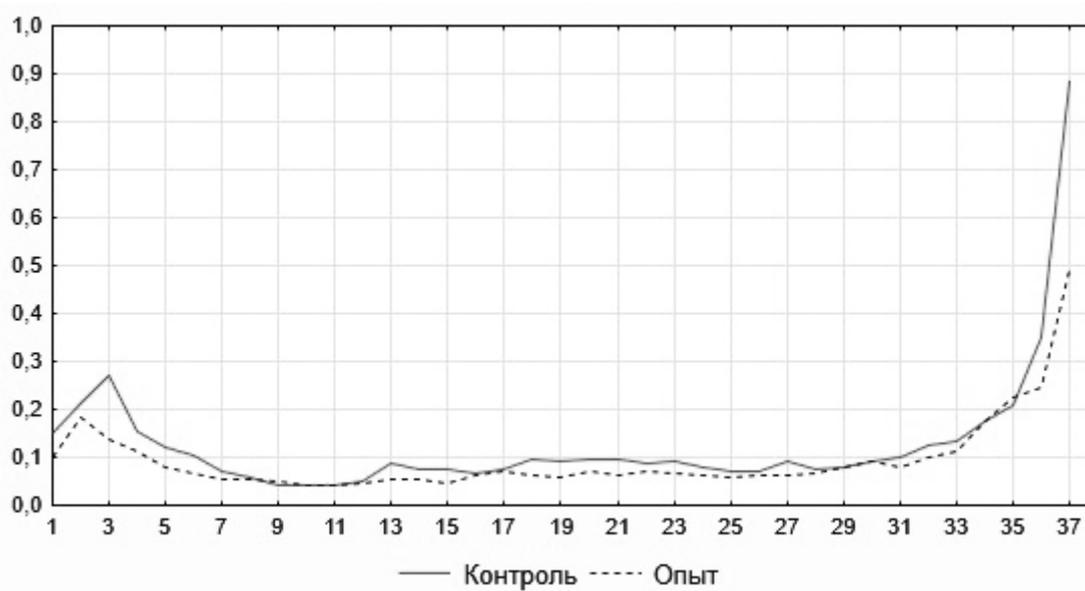


Рис. 1. Суточная динамика смертности цыплят, %

Таблица 2 – Динамика изменений массы тела цыплят

Возраст цыплят, сут.	Масса тела, г	
	Контроль	Опыт
7	150,17±10,34	154,17±7,98
	$P = 0,1405$	
14	372,83±27,82	369,50±27,16
	$P = 0,6764$	
21	745,00±53,52	738,33±71,18
	$P = 0,7155$	
28	1167,50±51,18	1179,00±89,34
	$P = 0,5869$	
35	1607,67±127,93	1644,67±100,78
	$P = 0,2715$	
На убое	1728,00±102,69	1821,00±126,77
	$P = 0,0076$	



стимулировании роста, что наблюдается и в текущем исследовании, однако в связи с более коротким периодом откорма выражено в меньшей степени.

В работах, посвященных изучению препаратов и биологически активных добавок на основе бутафосфана и цианокобаламина [11–13], продемонстрированы сопоставимые результаты, что указывает на целесообразность дальнейшего изучения механизмов действия бутафосфана и практического поиска возможных фармакологических комплексов на его основе, потенцирующих и пролонгирующих его действие.

Применение СМ-комплекса (табл. 1) позволило поднять европейский индекс продуктивности в среднем на 14,3 пункта и повысить выход мяса с 1 м² площади на 2,56 кг. Экономический эффект составил 3 129 743,65 руб., экономическая эффективность на 1 рубль затрат – 40,64 руб.

Выводы и рекомендации

1. СМ-комплекс обладает выраженным росто-стимулирующим действием, проявляющимся на заключительном этапе откорма цыплят-бройлеров. Выход мяса у цыплят, получавших СМ-комплекс, оказался выше на 93 г, или на 5,4%, по сравнению с интактными цыплятами.

2. Применение СМ-комплекс в первые 7 суток жизни цыплят повышает их общую резистентность, что выражается более высоким значением сохранности в опытной группе в среднем на 1,43% по сравнению с контрольной.

3. В результате экспериментальной работы экономический эффект от применения СМ-комплекса составил 3 129 743,65 руб., экономическая эффективность на 1 рубль затрат – 40,64 руб., экономический эффект на 1 условную голову – 9,27 руб.

Рекомендуем для повышения продуктивности и сохранности при откорме цыплят-бройлеров применение фармакологического комплекса СМ с водой с первого дня жизни цыплят в течение 7 суток в дозе 150 мг на 1 кг массы тела цыплят. Полученную путем смешения компонентов фармакологическую СМ-композицию можно хранить в пластиковой герметичной упаковке в течение 1 года при комнатной температуре в обычных условиях ветеринарной аптеки.

Список литературы

1. Фисинин В. И. Мировое животноводство: вызовы будущего // Материалы XVII междунар. конф. ВНАП. Сергиев Посад, 2012. С. 3–7.

2. Применение иммунокорректирующей кормовой добавки в рационах мясных кур в ЗАО «Белгородский бройлер» / И. И. Кочиш, Е. П. Лачугин, О. И. Кочиш, С. В. Макаров // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2012. С. 13–15.

3. Кавтарашвили А. Ш., Голубев И. И. Методика оценки срока эксплуатации кур-несушек яичных кроссов // Птицеводство. 2013. № 1. С. 17–20.

4. Фисинин В. И., Тардатьян А. Г. Современные стратегии безопасного кормления птицы // Птица и птицепродукты. 2003. № 5. С. 21–26.

5. Ноздрин Г. А., Шевченко А. И. Прирост живой массы мясных гусей, бройлерных индеек и цыплят при скармливании пробиотика Ветом 1.1 // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 4. С. 44–45.

6. Ленкова Т. Н., Егорова Т. А., Меньшен И. А. Новый пробиотик А2 // Птицеводство. 2013. № 4. С. 23–26.

7. Овчинников А. А., Пластинина Ю. В., Ишимов В. А. Сравнительное применение пробиотиков в птицеводстве // Зоотехния. 2008. № 5. С. 8–10.

8. Применение препарата йоддар в комбикормах для цыплят-бройлеров / В. И. Фисинин, С. М. Юдин, И. А. Егоров, А. И. Панин // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 38–41.

9. Овчинников А. А., Карболин П. В. Глауконит и цеолит в рационе цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 5. С. 62–68.

10. Ленкова Т. Н., Курманаева В. В. Использование ЦеллоЛюкса-Ф экономически выгодно // Птицеводство. 2013. № 1. С. 28–29.

11. Повышение продуктивности и сохранности бройлеров при использовании препаратов Стролитин и Бутофан ОР / Т. М. Околелова [и др.] // Птицеводство. 2015. № 2. С. 21–24

12. Эффективность применения новой кормовой добавки Бутофан ОР бройлерам / А. В. Балышев [и др.] // Ветеринария. 2014. № 1. С. 19–20.

13. Эффективность применения новой кормовой добавки Бутофан ОР курам-несушкам / С. Абрамов [и др.] // Птицеводство. 2013. № 11. С. 21–22.

14. Эффективность стимулятора метаболизма Sm-Complex при откорме цыплят-бройлеров / А. В. Мифтахутдинов, А. А. Терман, А. С. Митрохина, Д. Е. Аносов // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 12. С. 54–56.

15. Никитин И. Н. Организация ветеринарного дела. СПб. : Лань, 2012. 288 с.

16. Севастьянова Н. А. Особенности определения экономической эффективности мероприятий по сохранению животноводческой про-

дукции от загрязнения // Фармакологические и экотоксикологические аспекты ветеринарной медицины : матер. науч.-практ. конф. фармакологов Российской Федерации. Троицк, 2007. С. 282–284.

Фисинин Владимир Иванович, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, директор Всероссийского научно-исследовательского технологического института птицеводства, президент Росптицесоюза.

E-mail: vnitip@vnitip.ru.

Митрохина Анна Степановна, аспирант кафедры физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Терман Анатолий Анатольевич, канд. вет. наук, докторант кафедры физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Мифтахутдинов Алевтин Викторович, д-р биол. наук, профессор кафедры физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: nirugavm@mail.ru.

* * *

УДК 636.52/.58: 612.017.2 – 053.2

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЦЫПЛЯТ ПО АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ КРОВИ И СУПЕРНАТАНТА СЕРДЦА

С. Ю. Харлап, М. А. Дерхо

Статья посвящена оценке информативности ферментов (аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ)) супернатанта сердца в характеристике адаптационной способности организма цыплят кросса Ломан-белый в ходе развития стресс-реакций. Установлено, что адаптационные способности клеток сердца отечественных и импортных цыплят, оцениваемые по активности ферментов переаминирования и щелочной фосфатазы, существенно различаются. В организме отечественных цыплят кардиомиоциты обладают более высоким адаптационным потенциалом, что отражается на их метаболической и функциональной активности. Поэтому длительность первой фазы (фазы критического минимума) в стресс-реакции была минимальной (в пределах 1 часа); характеризовалась снижением активности аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы и щелочной фосфатазы в супернатанте сердца и плазме крови, и через 4 часа после воздействия стресс-фактора переходила в фазу реабилитации и мобилизации, обеспечивая восстановление и повышение активности ферментов в организме птиц. При этом сердце поддерживало свою функциональную активность за счет ограничения проницаемости клеточных мембран, что служило проявлением высокой адаптационной способности органа. В группе импортных цыплят динамика изменений аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в супернатанте сердца и крови свидетельствовала о нарушении нормального формирования адаптивной реакции организма, что отражало низкие адаптационные возможности органа.

Ключевые слова: стресс-реакция, цыплята, ферменты, кровь, супернатант сердца.

Воздействие некоторых технологических факторов на животный организм не всегда соответствует их естественным физиологическим возможностям и приводит к перенапряжению отдельных органов и систем и, как следствие, развитию состояния стресса. В частности, адаптационные возможности сельскохозяйственных птиц определяют не только состояние здоровья их организма, но и степень реализации генетического потенциала, получение биологически полноценной продукции и экономику производства [3, 5, 9, 16]. Поэтому для максимального снижения уровня негативных последствий от действия различных стресс-факторов необ-

ходимо знать адаптационный потенциал современных кроссов птиц. Учитывая, что в настоящее время большинство птицефабрик используют импортный генетический ресурс, то оценка приспособительных способностей завезенного поголовья позволит значительно снизить потери, вызванные стрессовым состоянием птицы в новой технологической среде.

Установлено, что любые изменения физиологии и морфологии организмов имеют биохимическую основу, а биохимические адаптации не менее разнообразны, чем внешние адаптивные признаки [1, 4, 8, 10, 11]. Степень воздействия стресс-факторов и адаптационный по-

тенциал организма можно оценить с помощью биохимических маркеров, отражающих функционирование живых систем на уровне клеток и их органелл. В первую очередь на действие стресс-факторов реагируют ферменты, активность которых в организме высокоорганизованных существ отражает скорость метаболических процессов и снабжение клеток энергией в ходе развития приспособительных реакций [1, 14, 19, 23].

Особое место среди ферментов занимают аминотрансферазы и щелочная фосфатаза. Так, активность аспаратаминотрансферазы (АсАТ) является параметром энергетических затрат (катаболизма), аланинаминотрансферазы (АлАТ) – анаболических механизмов [15, 20] и щелочной фосфатазы (ЩФ) – биоэнергетики и процессов фосфорилирования [17], то есть совокупность данных энзимов отражает общую направленность метаболических и энергетических потоков в животном организме, и дает представление о его статусе после действия любого стресс-фактора.

В связи с этим целью нашей работы явилась оценка информативности ферментов (АлАТ, АсАТ, ЩФ) супернатанта сердца в характеристике адаптационной способности организма цыплят кросса Ломан-белый в ходе развития стресс-реакций.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена на базе вивария и кафедры органической, биологической и физколлоидной химии ФГБОУ ВПО УГАВМ в 2014–2015 гг. Объектом исследования служили 40-суточные цыплята кросса Ломан-белый, принадлежащие ОАО «Птицефабрика „Челябинская“». Птицу подбирали в группы по принципу аналогов с учетом происхождения, живой массы и клинического состояния; до начала эксперимента выдерживали в условиях вивария в течение 2 недель, поддерживая условия содержания в соответствии с технологией выращивания кросса.

Для проведения опыта было сформировано 2 группы ($n = 25$): первая группа состояла из цыплят, полученных на птицефабрике (контрольная). Вторая группа – из импортных цыплят, завезенных на птицефабрику в суточном возрасте (опытная). Для моделирования производственного стресса перегруппировки и транспортировки и инициации стресс-реакции было использовано шуттелирование на шуттель-аппарате при частоте механических движений

160 в минуту в течение двух часов (эксперимент проводился в утренние часы (с 9 до 11 часов)).

Материалом исследований служила кровь и сердце, которые получали после декапитации цыплят, выполненной под наркозом эфира с хлороформом с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, до шуттелирования (фон), сразу, через 1, 4 и 24 часа после шуттелирования. Кровь использовали для получения плазмы, а сердце – супернатанта сердца.

В супернатанте и плазме крови определяли активность АсАТ, АлАТ и ЩФ при помощи стандартных наборов реактивов «Абрис», «Эко-сервис». В сердце активность ферментов рассчитывали на 1 г влажной ткани.

Для оценки состояния и проницаемости мембран кардиомиоцитов определяли соотношение между уровнем энзимов в плазме крови и супернатанте сердца по формуле:

$$\text{КЦР} = \frac{\Phi_{\text{крови}}}{\Phi_{\text{сердца}}} \cdot 100,$$

где КЦР – коэффициент проницаемости мембран, усл. ед.;

$\Phi_{\text{крови}}$ – активность ферментов в плазме крови, мкмоль/(ч·мл);

$\Phi_{\text{сердца}}$ – активность ферментов в супернатанте сердца (АлАТ, АсАТ – мкмоль/(ч·мл); ЩФ – Е/л на 1 г влажной ткани);

100 – нормализующий коэффициент.

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессора Microsoft Excel 2003 и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследования

Адаптационные способности животного организма наиболее ярко проявляются в ходе развития стресс-реакции [6]. В промышленном птицеводстве наиболее значимым стресс-фактором является транспортировка [3, 9], при которой в организме птицы происходят изменения в деятельности основных физиологических систем [5]. В экспериментальных условиях транспортные нагрузки моделируют путем шуттелирования [9, 18], что и было использовано в нашей работе.

Установлено, что одной из основных мишеней стрессовой реакции является сердце и сердечно-сосудистая система в целом [11, 13]. Поэтому в нашей работе мы оценили функциональное



и метаболическое состояние органа по уровню ферментов в его супернатанте.

Результаты наших исследований показали, что цыплята опытных групп до начала эксперимента имели различия по уровню ферментативной активности в крови и супернатанте сердца (табл. 1), что свидетельствовало о различиях организма птиц в метаболическом и энергетическом статусе.

В динамике активности ферментов в крови и супернатанте сердца после шуттелирования выявлялись изменения, соответствующие двум фазам развития стресс-реакции: 1) фаза критического минимума; 2) фаза реабилитации и мобилизации [2, 18].

В первую фазу развития стресс-реакции происходило резкое снижение активности ферментов как в крови, так и клетках сердца (табл. 1), что свидетельствовало об ограничении реакций синтеза каталитических белков и энергии. Логично предположить, что тропные и эффекторные гормоны, определяющие развитие стресс-реакции и формирование адаптаций, влияют на процессы анаболизма энзимов. Результаты наших исследований согласуются с данными [10], согласно которым в ходе приспособления организма к действию внешних

факторов наблюдается переходное балансовое снижение тех или иных функций, опосредованных регулирующим действием адренокортикотропного гормона и кортизола. Оценивая изменения активности ферментов в крови животных при технологическом стрессе [21] тоже отмечала, что синтез ферментов сопряжен с действием стрессовых гормонов.

В I опытной группе цыплят (табл. 1) длительность первой фазы стресс-реакции составила не более 1 часа. При этом в крови регистрировалась минимальная активность АсАТ, АлАТ и ЩФ, а в супернатанте сердца – АсАТ и АлАТ. Из ферментов переаминирования в наибольшей степени ингибировался синтез аланинаминотрансферазы, за счет чего уменьшалось значение коэффициента де Ритиса. Следовательно, в условиях угнетения белкового синтеза организм цыплят ограничивал степень использования свободных аминокислот в реакциях глюконеогенеза, что сказывалось на его биоэнергетическом состоянии. Вероятно, одной из причин являлась способность катехоламинов увеличивать потребность миокарда в кислороде после действия стресс-фактора [13, 22]. Поэтому в клетках сердца подавлялась активность АсАТ и АлАТ, уменьшая поток углерода

Таблица 1 – Ферменты крови и супернатанта сердца цыплят ($n = 5$), $X \pm Sx$

Показатель	Группа	До опыта (контроль)	После шуттелирования			
			сразу	ч/з 1 ч	ч/з 4 ч	ч/з 24 ч
Плазма крови						
АсАТ, мкмоль/ч·мл	I	5,91±0,21	4,99±0,13*	2,43±0,14***	7,20±0,22*	9,28±0,22**
	II	1,51±0,03	6,36±0,24***	6,95±0,31***	6,08±0,17***	5,26±0,31***
АлАТ, мкмоль/ч·мл	I	2,45±0,11	0,92±0,03***	0,83±0,05***	5,55±0,33***	7,71±0,09***
	II	0,75±0,02	9,75±0,37***	7,10±0,33***	5,88±0,24***	4,38±0,18***
Коэф. де Ритиса, усл. ед.	I	2,51±0,23	5,55±0,37***	3,03±0,25	1,33±0,09**	1,26±0,01**
	II	1,95±0,02	0,66±0,03***	1,00±0,06***	1,05±0,04***	1,21±0,08***
ЩФ, Е/л	I	2057,05±20,89	1626,00±40,15***	1143,29±57,28***	1383,60±20,06***	1562,08±23,17***
	II	1950,08±9,31	1729,49±27,59***	1015,79±11,19***	575,71±10,41***	558,98±15,72***
Супернатант сердца (на 1 г влажной ткани)						
АсАТ, мкмоль/ч·мл	I	37,14±1,44	30,92±0,58**	22,66±0,45***	145,31±6,92***	114,38±11,00***
	II	17,46±0,28	9,27±0,29***	11,65±0,28***	11,01±0,44***	18,75±0,55
АлАТ, мкмоль/ч·мл	I	16,83±1,01	14,91±0,47	12,36±0,89*	86,84±7,36***	38,78±2,58***
	II	6,26±0,36	1,84±0,26***	1,87±0,30***	1,78±0,19***	3,03±0,09***
Коэф. де Ритиса, усл. ед.	I	2,21±0,21	2,07±0,11	1,88±0,10	1,67±0,19**	2,95±0,50
	II	2,79±0,13	5,04±1,08*	6,23±1,56*	6,18±0,74***	6,19±0,38***
ЩФ, Е/л	I	173,57±8,84	789,09±25,74***	1975,39±38,93***	887,40±9,57***	207,17±7,25
	II	487,36±45,21	205,07±6,35***	189,42±21,77***	172,50±4,28***	254,38±12,06***

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «до опыта».

в цикл Кребса и снижая потребление кислорода [20]. Одной из причин уменьшения активности АсАТ в сердце цыплят после шуттелирования, согласно данным [12], являлось уменьшение в органе как количества митохондрий, так и изменение их функционального состояния. В силу особой роли сердца в процессах жизнедеятельности организма в кардиомиоцитах компенсаторно повышалась активность ЩФ, позволяя перераспределять и восполнять энергетические ресурсы, а за счет этого обеспечивать функционирование систем, ответственных за компенсаторно-приспособительные реакции.

В II опытной группе цыплят фаза стресс-реакции с критическим минимумом регистрировалась частично. В крови она была характерна для активности ЩФ, при этом минимум концентрации энзима отмечен в конце эксперимента. В супернатанте сердца фаза критического минимума максимальную выраженность имела через 4 часа после шуттелирования. При этом активность АсАТ, АлАТ и ЩФ уменьшалась соответственно в 1,58, 3,51 и 2,83 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоновой величиной (табл. 1). Из ферментов переаминирования в большей степени, как и в организме цыплят I группы, подавлялся синтез АлАТ, что служило основой для повышения значения коэффициента де Ритиса.

Следовательно, в фазу критического минимума развития стресс-реакции наблюдалось снижение метаболической активности и, следовательно, функциональных возможностей кардиомиоцитов в организме цыплят опытных групп. Однако интенсивность падения энзимов была различной, что, очевидно, свидетельствовало о различном вкладе исследуемых ферментов в поддержание адаптационных способностей сердца.

Вторая фаза (фаза реабилитации и мобилизации) стресс-реакции в организме цыплят I опытной группы обнаруживалась через 4 часа после шуттелирования по увеличению активности в крови АлАТ, АсАТ и ЩФ, в супернатанте сердца – АсАТ и АлАТ на фоне сохранения высокой концентрации ЩФ (табл. 1). Признаки данной фазы выявлялись и в конце эксперимента. Следовательно, в клетках сердца и в организме цыплят уже через 4 часа после действия стресс-фактора стимулировался обмен свободных аминокислот, сопряженный с реакциями фосфолирования, что позволяло птицам быстро приспосабливаться к условиям среды. В то же время в кардиомиоцитах цыплят II группы признаки фазы реабилитации и мобилизации появлялись только через 24 часа после шуттелирования (табл. 1). При этом уровень активности АлАТ и ЩФ не достигал фоновой величины, свидетельствуя о более низком адаптационном потенциале органа, по сравнению с I опытной группой.

Важную роль в функционировании физиологических систем организма играет упорядоченная «архитектура» клеточной мембраны. Ее повреждение в условиях стресса приводит к высвобождению внутриклеточных ферментов и, как следствие, к повышению их активности в крови [7, 18]. Поэтому для оценки состояния мембран клеток сердца в ходе развития стресс-реакции мы рассчитали значения коэффициентов проницаемости мембран (КПМ) по отношению между активностью ферментов в плазме крови и супернатанте сердца (табл. 2).

Мы установили, что в организме цыплят I опытной группы шуттелирование инициировало функциональную и структурную перестройку мембранного аппарата клеток сердца. При этом проницаемость мембран в фазу

Таблица 2 – Коэффициенты проницаемости мембран, $X \pm Sx$

Показатель	Группа	До опыта (контроль)	После шуттелирования			
			сразу	ч/з 1 ч	ч/з 4 ч	ч/з 24 ч
Плазма крови						
КПМ(АсАТ)	I	15,91±0,18	16,13±0,25	10,72±0,48***	4,95±0,22*	8,11±1,01**
	II	8,65±0,26	68,61±3,98***	59,66±1,84***	55,22±3,78***	28,05±2,43***
КПМ(АлАТ)	I	14,56±0,85	6,17±0,55***	6,72±0,41***	6,39±0,81***	17,46±1,95
	II	11,98±0,54	529,89±99,66***	379,67±10,64***	330,33±44,19***	144,55±7,72***
КПМ(ЩФ)	I	1185,14±51,19	206,06±5,10***	57,88±2,82***	155,91±2,33**	754,01±39,88**
	II	400,13±52,64	843,36±23,44***	536,26±52,64*	333,74±10,49	219,74±14,24***

Примечание: * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$ по сравнению с величиной «до опыта».



критического минимума стресс-реакции резко снижалась, о чем свидетельствовало уменьшение величин КПМ для АсАТ, АлАТ и ЩФ (табл. 2). Следовательно, сердце в условиях ингибирования синтеза каталитических белков ограничивало их «вытек» из органа в кровь. Хотелось бы отметить, что структура мембран клеток сердца не восстанавливалась полностью и к концу эксперимента.

Во II группе цыплят проницаемость мембран клеток сердца, наоборот, возрастала, так как значения КПМ, рассчитанных для АсАТ, АлАТ и ЩФ, увеличивались, свидетельствуя о патологических изменениях в кардиомиоцитах при экспериментальном стрессе. Поэтому уровень ферментов в супернатанте сердца был значительно меньше, чем в I опытной группе цыплят в соответствующие сроки исследования (табл. 2).

Таким образом, результаты наших исследований показали, что адаптационные способности клеток сердца отечественных и импортных цыплят, оцениваемые по активности ферментов переаминирования и щелочной фосфатазы, существенно различаются. В организме отечественных цыплят кардиомиоциты обладали более высоким адаптационным потенциалом, что отражалось на их метаболической и функциональной активности. Поэтому длительность первой фазы (фазы критического минимума) в стресс-реакции была минимальной (в пределах 1 часа); характеризовалась снижением активности аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы и щелочной фосфатазы в супернатанте сердца и плазме крови, и через 4 часа после воздействия стресс-фактора переходила в фазу реабилитации и мобилизации, обеспечивая восстановление и повышение активности ферментов в организме птиц. При этом сердце поддерживало свою функциональную активность за счет ограничения проницаемости клеточных мембран, что служило проявлением высокой адаптационной способности органа. В группе импортных цыплят динамика изменений аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в супернатанте сердца и крови свидетельствовала о нарушении нормального формирования адаптивной реакции организма, что отражало низкие адаптационные возможности органа.

Список литературы

1. Адаптационные изменения активности ферментов в организме мышей при оксидативном стрессе / Е. А. Ткаченко [и др.] // Вестник ветеринарии. 2013. № 2(65). С. 65–68.
2. Беньковская Г. В. Стресс-реакция как механизм реализации адаптивного потенциала особей и популяции насекомых : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск : ИСиЭЖ СО РАН, 2009. 40 с.
3. Бусловская Л. К., Ковалева О. Л. Транспортный стресс кур и коррекция их нарушений // Эколого-физиологические проблемы адаптации : матер. XII междунар. симпозиума. М. : РУДН, 2007. С. 82–84.
4. Влияние вибрационного стресса на активность углеводного обмена в организме животных / М. А. Дерхо [и др.] // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 76. С. 6.
5. Деева А. В., Деева А. В., Зайцева М. Л. Новое в профилактике транспортного стресса с использованием иммуностропных препаратов у цыплят первого дня жизни. Режим доступа : <http://www.webpticerom.ru> (дата обращения 04.12.2015).
6. Дерхо М. А., Серeda Т. И., Хиженева О. А. Особенности стресс-реакции организма мышей при комбинированном воздействии сульфата кадмия и вибрации // Современные концепции научных исследований. 2014. № 6. Ч. 4. С. 101–103.
7. Евдокимова О. В., Городецкая И. В. Влияние экспериментального гипотиреоза и L-тироксина на активность аминотрансфераз и гамма-глутамилтрансферазы в крови при действии стрессоров различного происхождения // Вестник ВГМУ. 2013. Т. 12. № 4. С. 34–42.
8. Ковалев Н. Н. Холинэстеразы – биохимические механизмы адаптации гидробионтов : автореф. дис. ... докт. биол. наук. Владивосток : Тихоокеанский НИРХЦ, 2003. 36 с.
9. Ковтуненко А. Ю. Адаптационные реакции у кур при транспортировке и шумовом воздействии : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Белгород : БГСХА, 2009. 22 с.
10. Колесник Е. А., Дерхо М. А. Комплексная оценка роли гормональных и метаболических факторов в процессах роста и развития у цыплят-бройлеров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2015. № 4. С. 72–81.
11. Мамылина Н. В., Белоусова Н. А. Ферментемия как показатель повреждения организма при длительном эмоциональном стрессе и гипокинезии // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Сер. 4 : Естественные науки. 2003. № 5. С. 120–123.
12. Определение вклада значимых показателей в формирование адаптивных реакций миокарда при экспериментальных воздействиях / Л. Г. Прошина [и др.] // Вестник новгородско-

го государственного университета. 2013. № 71. Т. 1. С. 106–109.

13. Порядина Г. В. Стресс и патология : метод. разработка. М. : РГМУ, 2009. 23 с.

14. Рапиев Р. А., Манапова Р. Т. Биохимический статус организма животных как компенсаторно-регуляторная реакция на фоне действия стресса // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 2263–2669.

15. Серeda Т. И., Дерхо М. А. Оценка роли аминотрансфераз в формировании продуктивности у кур-несушек // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 2. С. 72–77.

16. Серeda Т. И., Горелик Л. Ш., Дерхо М. А. Продуктивность кур-несушек и активность ферментов крови // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 372–376.

17. Серeda Т. И., Дерхо М. А., Разумовская Л. М. Взаимосвязь активности щелочной фосфатазы с уровнем содержания металлов в крови кур кросса «Ломан-белый» // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 5. С. 70–72.

18. Харлап С. Ю., Дерхо М. А. Характеристика адаптационного потенциала цыплят крос-

са «Ломан-белый» // Агропродовольственная политика России. 2015. № 6(18). С. 62–67.

19. Хижнева О. А., Дерхо М. А., Серeda Т. И. Ферменты крови животных, подвергнутых комбинированному воздействию сульфата кадмия и вибрации // Актуальные проблемы научной мысли : сб. ст. междунар. науч.-практ. конференции. Уфа : Аэтерна, 2014. С. 54–57.

20. Черкесова Д. У. Физиологические аспекты клеточно-молекулярных закономерностей адаптации животных организмов к экстремальным факторам : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Астрахань : АГУ, 2013. 31 с.

21. Ярован Н. И. Изменение активности ферментов в крови коров при технологическом стрессе. Режим доступа : <http://www.allbest.ru> (дата обращения 03.11.2015).

22. Sabban E., Kvetnansky R. Stress-triggered activation of gene expression in catecholaminergic systems: dynamics of transcriptional events // Trends in Neurosciences. 2001. Vol. 24. P. 91–98.

23. Helal G. E., Eid F., Neama M. Effect of noise stress and/or sulphuride treatment on some physiological and histological parameters in female albino rats // The Egypt J. hospital med. 2011. Vol. 44. P. 295–310.

Харлап Светлана Юрьевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: proffuniver@yandex.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой органической, биологической и физколлоидной химии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

* * *

УДК 636.22 / .28.082.455: 612.112.017.1

ЛЕЙКОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ КАК ИНДИКАТОР ИММУННОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА КОРОВ НА РАННИХ СРОКАХ СТЕЛЬНОСТИ

С. А. Чуличкова, М. А. Дерхо

Изучена информативность лейкоцитарных индексов в оценке иммунного статуса стельных коров в ходе первого месяца беременности. Объектом исследования служили коровы голштинизированной черно-пестрой породы после второго отела; материалом – кровь, в которой определяли количество лейкоцитарных клеток. Установлено, что на ранних сроках стельности в процессе формирования эмбриона и его имплантации между организмом матери и плода устанавливаются сложные иммунологические взаимоотношения, обеспечивающие его развитие и препятствующие отторжению. Ход иммунологической перестройки в организме матери можно оценивать с помощью лейкоцитарных индексов, величина значений которых изменяется двухфазно. В 1 и 2 неделю стельности на фоне антигенного воздействия плода на организм матери увеличивается величина кровно-клеточного показателя (ККП), индекса соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (ИСНЛ) и уменьшается лимфоцитарно-гранулоцитарного индекса (ИЛГ), индекса соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ) и индекс соотношения нейтрофилов и эозинофилов (ИСНЭ) за счет прироста в лейкограмме коров числа эозинофилов и сегментоядерных нейтрофилов. Появление в организме коров-матерей признаков иммунологической толерантности за счет функциональной активности лимфоцитов обеспечивает уменьшение уровня ККП, ИСНЛ и увеличение реактивного ответа нейтрофилов (РОН) и ИЛГ.

Ключевые слова: коровы, стельность, кровь, лейкоцитарные индексы

Морфологический состав крови отражает состояние большинства физиологических функций в организме животных, так как связан с функциональной активностью внутренних органов и тканей и изменяется под действием различных экзо- и эндогенных факторов [13, 15, 19]. Соответственно, клеточный состав крови характеризует и иммунный статус организма коров во время наступления и развития беременности. В связи с этим в биологии сформировалось новое направление – иммунология репродукции [16].

По современным представлениям иммунологические взаимоотношения между орга-

низмами матери и плода являются результатом воздействия, с одной стороны, фетальных антигенов, а с другой – распознавания и реагирования на эти антигены иммунной системы матери, ведущую роль в которых играют иммунокомпетентные клетки [17, 18, 21, 22]. При этом большинство изменений в организме коров во время стельности, если не напрямую детерминированы влиянием иммунологических факторов, то являются иммуноопосредованными, а нарушение иммунологической регуляции в системе мать-плод – один из основных факторов ранних эмбриональных потерь [5]. Поэтому в процессе становления и развития беременности у коров

изменяются показатели клеточной и гуморальной защиты [16, 17], что отражается на морфологическом составе крови. Любые воздействия, изменяющие иммунологическую реактивность организма животных, могут нарушать формирование сложных механизмов обеспечения гомеостатического равновесия в системе «мать – плод». Вследствие этого большинство исследований в настоящее время направлено на поиск лабораторных предикторов, позволяющих охарактеризовать физиологичность изменений в ходе беременности [8].

В последние годы для диагностики иммунного статуса организма животных широко используются лейкоцитарные индексы, отражающие взаимосвязи лейкоцитарных клеток крови [1, 2, 3, 4]. Установлено, что они позволяют оценить работу эффекторных механизмов иммунной системы, а также уровень иммунологической реактивности, определяющие процесс формирования неспецифических адаптационных реакций [6, 7, 11, 12]. В то же время направленность изменений лейкоцитарных индексов на ранних сроках стельности коров-матерей не изучена.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучение информативности лейкоцитарных индексов в оценке иммунного статуса стельных коров в ходе первого месяца беременности.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена в 2013–2015 гг. на базе комплекса растениеводства и животноводства ООО «Чебаркульская птица» Челябинской области. Объектом исследования служили коровы голштинизированной черно-пестрой породы после второго отела, содержащиеся в цехе осеменения и раздоя. Среднегодовая молочная продуктивность в хозяйстве составляет 5000 кг и выше. Уровень кормления коров соответствовал нормам, разработанным ВИЖ в соответствии с продуктивностью. Содержание коров отвечало зоогигиеническим требованиям.

Опытная группа была сформирована по принципу аналогов с учетом возраста, продуктивности, сроков после родов и т.д. перед искусственным осеменением. При этом первая половая охота была пропущена. Осеменение коров проводили ректоцервикальным методом. По результатам УЗИ (через 45 суток после осеменения) и ректальных исследований (через 2 месяца после осеменения) она была разделена на две подгруппы ($n = 10$): первая подгруппа – нестельные коровы, вторая – стельные.

Материалом исследования служила кровь, которую брали утром до кормления из подвздошной вены в стерильные пробирки до и через 1, 2, 3, 4 недели после искусственного осеменения. Мазки крови изготавливали сразу после взятия материала, затем окрашивали по методу Романовского-Гимзы. Подсчет лейкоцитов проводили в камере Горяева.

По данным лейкограммы крови коров были рассчитаны следующие лейкоцитарные индексы:

1. Крово-клеточный показатель:

$$\text{ККП, усл. ед.} = \frac{\text{Э} + \text{ПН} + \text{СН}}{\text{Л} + \text{М}};$$

2. Реактивный ответ нейтрофилов:

$$\text{РОН, усл. ед.} = \frac{\text{ПН} \cdot \text{СН}}{(\text{Л} + \text{М}) \cdot \text{Э}};$$

3. Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс:

$$\text{ИЛГ, усл. ед.} = \frac{\text{Л} \cdot 10}{\text{Э} + \text{ПН} + \text{СН}};$$

4. Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов:

$$\text{ИСНЛ, усл. ед.} = \frac{\text{ПН} + \text{СН}}{\text{Л}};$$

5. Индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов:

$$\text{ИСЛЭ, усл. ед.} = \frac{\text{Л}}{\text{Э}};$$

6. Индекс соотношения нейтрофилов и эозинофилов:

$$\text{ИСНЭ, усл. ед.} = \frac{\text{ПН} + \text{СН}}{\text{Э}};$$

где Э, ПН, СН, Л, М – количество эозинофилов, палочкоядерных нейтрофилов, сегментоядерных нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, %.

Экспериментальный цифровой материал был подвергнут статистической обработке на ПК с помощью метода вариационной статистики с применением пакета прикладных программ «Biometria» и программы статистического анализа Microsoft Excel, версия XP.

Результаты исследования

Использование лейкоцитарных индексов, изменяющихся при малейших сдвигах иммунологической реактивности, позволяет оценить состояние различных звеньев иммунной системы, не прибегая к специальным методам исследования [12]. Для оценки иммунологических



взаимоотношений в системе «мать – плод» на ранних сроках стельности коров нами были рассчитаны лейкоцитарные индексы (табл. 1).

Так, величина ККП до осеменения составила $0,67 \pm 0,04$ усл. ед. После оплодотворения яйцеклетки и развития эмбриона до имплантации к стенке матки (1, 2 неделя стельности) значение индекса превышало исходный уровень в 1,49 раза ($p > 0,001$), что было следствием увеличения процентной доли эозинофилов, сегментоядерных нейтрофилов и уменьшения лимфоцитов в лейкограмме. Следовательно, в данный период эмбриогенеза в организме матери стимулировались фагоцитарные процессы на фоне антигенного воздействия плода. После имплантации эмбриона (3, 4 неделя стельности) величина ККП уменьшалась по сравнению со значением «до осеменения» на 14,93–16,42% за счет прироста лимфоцитов и убыли эозинофилов как следствие формирования признаков толерантности материнского организма к антигенам плода. Хотелось бы отметить, что прирост числа лимфоцитов в крови стельных коров после имплантации эмбриона являлся необходимым условием конечного распознавания беременности, так как согласно данным [10], иммунная система матери активирует гены, ответственные за продукцию прогестероновых рецепторов на лимфоцитах, в присутствии которых лимфоциты продуцируют прогестерон-индуцированный блокирующий фактор, воздействующий на естественные киллерные клетки.

Следовательно, гомеостатическое равновесие в системе «мать – плод» на раннем сроке стельности обеспечивается за счет превалирования в организме коров функциональной ак-

тивности или нейтрофилов, или лимфоцитов в зависимости от периода эмбриогенеза.

Факторы, стимулирующие прирост числа нейтрофилов в лейкограмме коров в первые две недели стельности, являлись физиологическими, так как величина индекса РОН достоверно не отличалась от величины до осеменения (табл. 1). Результаты наших исследований согласуются с данными [5], согласно которым организм матери при физиологической беременности воссоздает механизмы иммунной привилегированности вне зависимости от степени аллогенности плода за счет системы врожденного иммунитета. Возможно, в качестве праймирующих агентов, определяющих механизмы, направленность иммунных реакций и активность лейкоцитов, выступали воспалительные цитокины [14]. Поэтому после имплантации эмбриона (3 и 4 неделя стельности) усиливалась продукция воспалительных медиаторов, обуславливая пролиферацию, а также миграцию лимфоцитов в организме коров и изменяя состав клеток в лейкограмме крови. Поэтому величина РОН увеличивалась по сравнению с исходным уровнем в 1,50 раза (табл. 1).

Наш вывод о том, что поддержание иммунологической реактивности организма матери и как следствие сохранение беременности на раннем сроке определялся функциональной активностью или нейтрофилов, или лимфоцитов подтверждался двухфазной направленностью изменений величин индексов ИЛГ и ИСНЛ (табл. 1).

Для оценки степени антигенной экспрессии развивающегося эмбриона на организм матери нами был рассчитан индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ) и индекс соотношения нейтрофилов и эозинофилов (ИСНЭ).

Таблица 1 – Лейкоцитарные индексы ($n = 10$), $X \pm Sx$

Индекс, усл. ед.	До осеменения	Степень стельности, нед.			
		1	2	3	4
Кровоно-клеточный показатель (ККП)	$0,69 \pm 0,04$	$1,01 \pm 0,03^{***}$	$0,97 \pm 0,04^{***}$	$0,57 \pm 0,02$	$0,56 \pm 0,02^*$
Реактивный ответ нейтрофилов (РОН)	$0,32 \pm 0,04$	$0,31 \pm 0,01$	$0,39 \pm 0,05$	$0,46 \pm 0,04^*$	$0,48 \pm 0,05^*$
Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ИЛГ)	$14,19 \pm 0,73$	$9,71 \pm 0,19^{***}$	$9,96 \pm 0,46^{***}$	$17,09 \pm 0,73^*$	$17,36 \pm 0,64^*$
Индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (ИСНЛ)	$0,63 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,02^{***}$	$0,85 \pm 0,04^{**}$	$0,52 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,02^*$
Индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ)	$11,24 \pm 0,34$	$5,07 \pm 0,18^{***}$	$6,73 \pm 0,85^{***}$	$13,78 \pm 0,58^{**}$	$15,37 \pm 1,43^*$
Индекс соотношения нейтрофилов и эозинофилов (ИСНЭ)	$7,05 \pm 0,42$	$4,32 \pm 0,17^{***}$	$5,69 \pm 0,72$	$7,22 \pm 0,44$	$7,77 \pm 0,70$

Примечание: $***p > 0,001$ по сравнению с величинами «до интоксикации».

Величина ИСЛЭ и ИСНЭ уменьшалась в первые 2 недели стельности по сравнению с исходным уровнем в 1,32–2,23 раза, отражая степень продукции фетальных антигенов и ответ материнской иммунной системы. Это позволило сделать вывод о том, что сохранение беременности возможно лишь только в том случае, если эмбрион продуцирует антигены отцовского происхождения, позволяя организму матери распознать беременность. Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными в гуманной медицине. В частности, материнский иммунный ответ при беременности гистосовместимым плодом не соответствует физиологическому и приводит к репродуктивным потерям [9, 20].

Таким образом, в процессе на ранних сроках стельности в процессе формирования эмбриона и его имплантации между организмом матери и плода устанавливаются сложные иммунологические взаимоотношения, обеспечивающие его развитие и препятствующие его отторжению. Ход иммунологической перестройки в организме матери можно оценивать с помощью лейкоцитарных индексов, величина значений которых изменяется двухфазно. В 1 и 2 неделю стельности на фоне антигенного воздействия плода на организм матери увеличивается величина кровно-клеточного показателя (ККП), индекса соотношения нейтрофилов и лимфоцитов (ИСНЛ) и уменьшается лимфоцитарно-гранулоцитарного индекса (ИЛГ), индекса соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ) и индекс соотношения нейтрофилов и эозинофилов (ИСНЭ) за счет прироста в лейкограмме коров числа эозинофилов и сегментоядерных нейтрофилов. Появление в организме коров-матерей признаков иммунологической толерантности за счет функциональной активности лимфоцитов обеспечивает уменьшение уровня ККП, ИСНЛ и увеличение – реактивного ответа нейтрофилов (РОН) и ИЛГ.

Список литературы

1. Дерхо М. А., Самойлова Е. С. Интегральные индексы интоксикации как критерий оценки уровня эндогенной интоксикации при бабезиозе // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2011. Т. 207. С. 170–177.
2. Дерхо М. А., Серeda Т. И., Хижнева О. А. Информативность лейкоцитарных индексов при оценке стресс-реакций у мышей // Современные научные исследования: инновации опыт : матер. IV междунар. науч.-практ. конференции. Екатеринбург, 2014. № 4. С. 78–80.
3. Дерхо М. А., Серeda Т. И., Рыбьянова Ж. С. Лейкоцитарные индексы в оценке токсического воздействия кадмия на организм мышей // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия : матер. IV междунар. науч.-практ. конференции. Новосибирск, 2014. № 5. Ч. 3. С. 53–55.
4. Иммунологическая загадка беременности / под ред. Н. Ю. Сотниковой. Иваново : МИК, 2005. 276 с.
5. Кобец Т. В., Некрасов В. Н., Мотрич А. К. Роль лейкоцитарных индексов в оценке адаптационно-компенсаторных возможностей чукотских детей, больных рецидивирующим бронхитом, на этапе санаторно-курортного лечения // Вестник физиотерапии и курортологии. 2003. № 1. С. 47–48.
6. Мустафина Ж. Г., Крамаренко Ю. С., Кобцева В. Ю. Интегральные гематологические показатели в оценке иммунологической реактивности организма у больных с офтальмопатологией // Клин. лаб. диагностика. 1999. № 5. С. 47–48.
7. Орлов А. В. Скрининговые маркеры физиологической и осложненной беременности : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Ростов н/Д, 2006. 50 с.
8. Петросян Л. А. Иммунологические аспекты привычной потери беременности // Проблемы репродукции. 2008. № 2. С. 62–67.
9. Возможности использования новых интегральных показателей периферической крови человека / В. С. Тихончук [и др.] // Воен.-мед. журн. 1992. № 3. С. 27–31.
10. Тетруашвили Н. К. Роль иммунных взаимодействий на ранних этапах физиологической беременности и при привычном выкидыше // Иммунология. 2008. № 2. С. 124–129.
11. Ткаченко, Е.А. Лейкоцитарные индексы при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей / Е.А. Ткаченко, М.А. Дерхо // Известия ОГАУ. – 2014. – №3(47). – С. 81-83.
12. Ткаченко Е. А., Дерхо М. А. Оценка признаков эндогенной интоксикации в организме мышей при кадмиевом токсикозе // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых : сб. матер. рег. науч.-практ. конф. Тюмень : ГАУСЗ, 2014. С. 83–86.
13. Харлап С. Ю., Дерхо М. А., Серeda Т. И. Особенности лейкограммы цыплят в ходе развития стресс-реакции при моделированном стрессе // Известия ОГАУ. 2015. № 2(52). С. 103–105.
14. Харченко Е. П. Иммунная привилегия: патологический аспект // Иммунология. 2009. № 4. С. 249–255.



15. Шамсутдинова И. Р., Дерхо М. А. Изменения морфологических показателей крови лабораторных животных при введении наночастиц серебра per os // АПК России. 2015. Т. 73. С. 166–170.

16. Шапошникова Л. В. Физиологическое состояние коров на ранних сроках стельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Рязань : Рязанский ГАГУ им. П. А. Костычева, 2009. 25 с.

17. Ширшев С. В. Механизмы иммунного контроля процессов репродукции. Екатеринбург : УрО РАН, 1999. 381 с.

18. Cross J. C., Werb Z., Fisher S. J. Implantation and the placenta: key pieces of the development puzzle // Science. 1994. Vol. 266. P. 1508–1512.

19. Derkho M. A., Tkachenko A. V., Nurmukhametov N. V. Immune status of horses at chronic strongiloidosis // European Journal of Natural History. 2007. № 2. С. 66–69.

20. HLA-G and immune tolerance in pregnancy / J. S. Hunt, M. G. Petroff, R. H. McIntire, C. Ober // The FASEB Journal. 2005. Vol. 19. P. 681–693.

21. Inflammation and pregnancy: the role of the immune system at the implantation site / G. Mor, I. Cardenas, V. Abrahams, S. Guller // Ann. N. Y. Acad. Sci. 2011. Vol. 1221. № 1. P. 80–87.

22. Nakashima A., Shima T., Inada et al. K. The balance of the immune system between T cells and NK cells in miscarriage // Am. J. Reprod. Immunol. 2012. Vol. 67. № 4. P. 304–310.

Чуличикова Светлана Александровна, аспирант кафедры органической, биологической и физколлоидной химии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой органической, биологической и физколлоидной химии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». E-mail: derkho2010@yandex.ru.

* * *

УДК 656.13

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ
МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК****З. В. Альметова, А. В. Гриценко, К. В. Глемба**

Целью работы является повышение эффективности функционирования транспортной системы регионов Российской Федерации. Рассмотрен принцип организации мультимодальной перевозки груза на примере транспортировки широкоформатных металлических листов на маршруте сообщения направлений Сучжоу (Китай) – Челябинск (Россия). Для достижения указанной цели были поставлены задачи исследований: анализ основных возможных схем доставки груза в г. Челябинск; определить наиболее оптимальные варианты для осуществления перевозки груза из г. Сучжоу до г. Челябинска и провести анализ автомобильной и железнодорожной составляющей маршрута; проведение сравнительного анализа тарифов по перевозке груза, расчет расходов и сравнение затрат по различным составляющим маршрута. Основное направление настоящих исследований связано с развитием межтерминальных сообщений регионов. Проведенный анализ транспортно-технологической схемы доставки груза из Китая в Россию позволяет учесть различные способы доставки груза, выявить преимущества каждого и подобрать оптимальный вид транспорта. На основе проведенных исследований и полученных данных было предложено разработать и внедрить новую транспортно-технологическую схему доставки груза. Сравнение затрат по различным составляющим маршрута показало, что стоимость фрахта из порта Сучжоу до Ростова-на-Дону, Владивостока или Санкт-Петербурга практически одинакова. Анализ транспортной составляющей перевозки по территории РФ выявил, что доставка груза из порта «Ростовский» наиболее экономически выгодна, так как большую роль в формировании цены тарифа у компаний-перевозчиков играет расстояние перевозки. Перевозка груза автомобильным транспортом сокращает сроки его доставки до 4 дней (в прямом направлении) за счет минимальных простоев в пути и при погрузочно-разгрузочных работах как в порту, так и на складах предприятия.

Ключевые слова: мультимодальные перевозки грузов, транспортная система, транспортировка и хранение грузов, терминальной обработки груза, маршрут, склад, фрахт.

Мультимодальные перевозки грузов (МПП) считаются внутригосударственными, а также международными перевозками и предусматривают транспортировку одного и того же груза несколькими видами транспорта. В этом случае есть лицо, которое организует перевозку, несет за нее ответственность на всем пути следования, независимо от количества принимающих участие видов транспорта при оформлении единого перевозочного документа. При выполнении МПП груз вначале доставляется от склада грузоотправителя до железнодорожной станции, порта или аэропорта, затем осуществляется основная перевозка, и завершающим этапом явля-

ется доставка груза до склада грузополучателя. МПП осуществляются в различных комбинациях с использованием автомобильного, железнодорожного, морского и воздушного транспорта и позволяют существенно сократить время доставки грузов и расходы по доставке. Когда не имеется другого способа транспортировки, то МПП являются оптимальным решением. Чтобы подобрать оптимальный вариант МПП, необходимо произвести точный расчет, учитывая сроки по всем маршрутам и стоимость перевозки. Все МПП обеспечиваются одним документом для всей транспортировки. При организации МПП разрабатывается маршрут движения, учи-



тывается срочность доставки. Если груз нужно доставить в кратчайшие сроки, необходимо включить в МПГ воздушный транспорт, но это приведет к увеличению стоимости транспортировки [1–9]. МПГ должны быть безопасными, особенно при доставке в пункт назначения опасных грузов. Основы безопасности должны быть заложены еще задолго до начала самого процесса перевозки. Вопросы о безопасности грузов рассматриваются при планировании перевозки, а именно: при выборе тары, транспортных средств, маршрута движения и т.д. Оператор мультимодальных перевозок должен дать гарантии заказчику в том, что услуги его безопасны и качественные, а все этапы доставки груза будут осуществляться согласно требованиям и установленным нормам перевозки опасных грузов. Вопросы обеспечения безопасности МПГ тесно связаны с оценкой рисков. Обеспечение эффективности и безопасности таких перевозок требует комплексного подхода в области оценки рисков с учетом особенностей транспорта и географии перевозок. Методы оценки рисков базируются на использовании статистических данных и метода экспертных оценок. Обеспечение эффективности и безопасности МПГ требует комплексного подхода как в части технико-технологической безопасности в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов, так и в области оценки рисков с учетом особенностей транспорта, географии перевозок, административно-правовых ограничений [10–18].

Теоретические исследования

В большинстве случаев грузу необходимо временное хранение между отдельными пунктами. Все транспортные компании, в деятельность которых входит организация МПГ, имеют во всех узловых точках свои склады. Такой склад временного пребывания и хранения груза, называется «плечо». Стоимость и сроки МПГ зависят от количества «плечей» в различных пунктах на всем протяжении маршрута: чем их больше, тем меньше общая стоимость и дольше сроки транспортировки. И наоборот: чем меньше «плечей», тем выше цена и меньше сроки доставки груза. Организация МПГ строится по той же схеме, что и обычные, но дополнительно требуются некоторые сопроводительные документы. Организацию МПГ рассмотрим на примере международных перевозок широкоформатного металлического листа на маршруте Сучжоу (Китай) – Челябинск (Россия), для чего проведем анализ основных возможных схем доставки груза в Челябинск [1–22].

Схема 1. Доставка груза с помощью морского (порт «Сучжоу» – порт «Констанца» – порт «Ростовский») и автомобильного транспорта (порт «Ростовский» – г. Челябинск). Схема данного маршрута представлена на рисунке 1 (морская составляющая) и на рисунке 2 (автомобильная составляющая).

Морская составляющая является начальным этапом перевозки, которая начинается из порта «Сучжоу», проходит через порт «Констанца» в Румынии и завершается в порту «Ростовский»

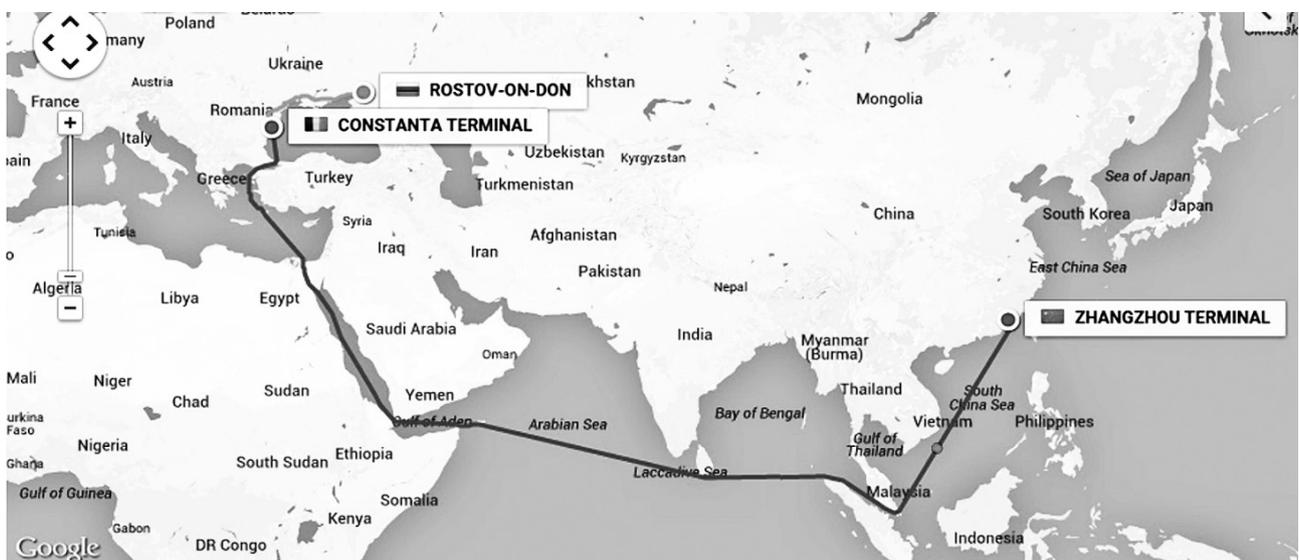


Рис. 1. Схема маршрута доставки морским транспортом

г. Ростов-на-Дону. Расстояние перевозки составляет 15 480,2 км. Общее время на терминальную обработку в порту «Сучжоу» и перевозку в пункт назначения составляет 24 дня. Перевозка осуществляется на универсальном судне – «ONIKS», длина судна – 90 м, а ширина – 14 м. Маршрут судна: порт Сучжоу – Южно-Китайское море – Индийский океан – Аравийское море – Красное море – Средиземное море – Черное море – Азовское море – порт Ростовский.

Автомобильная составляющая является завершающим, но не менее важным этапом перевозки и включает в себя доставку металлических листов непосредственно на территорию предприятия автопоездами и их выгрузку с помощью магнитных траверсов. Расстояние перевозки составило 2167 км.

Схема 2. Доставка груза с помощью морского (порт «Сучжоу» – порт «Констанца» – порт «Ростовский») и железнодорожного транспорта (станция «Ростов-Товарный» – станция «Челябинск-Южный»). Схема данного маршрута представлена на рисунке 3 (железнодорожная составляющая), доставку груза морским транспортом смотри на рисунке 1.

Железнодорожная составляющая является завершающим этапом морской перевозки. Перевозка начинается на станции «Ростов – Товарный» и заканчивается в городе Челябинске на станции «Челябинск – Южный». Протяженность пути составляет 2 335 км, время перевозки – 10 сут. (время вагонов в пути – 8 сут.; время на простои и погрузо-разгрузочные работы – 2 дня). Маршрут доставки груза проходит по Северо-Кавказской, Куйбышевской и Южно-Уральской отделениям железной дороги.

Примеры использования методик на практике и их результаты

С целью определения наиболее оптимального варианта для осуществления перевозки груза от г. Сучжоу до г. Челябинска, был проведен анализ автомобильной и железнодорожной составляющей маршрута, который показал, что автомобильный транспорт выгоднее использовать при перевозках на небольшие расстояния. Железнодорожный транспорт, напротив, выгоднее использовать при осуществлении перевозок на дальние расстояния.

Пример 1. Расчет стоимости и сроков перевозки на морской составляющей маршрута

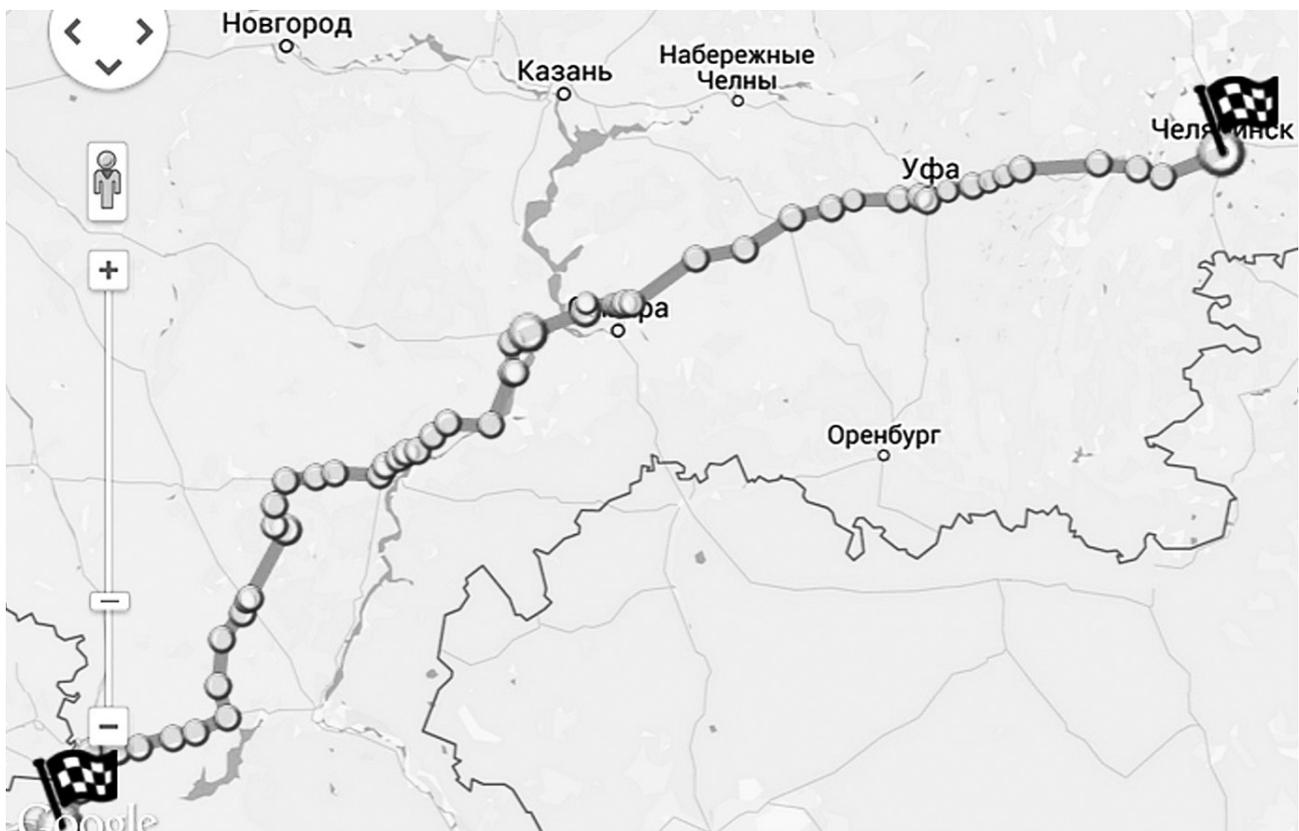


Рис. 2. Схема маршрута доставки автомобильным транспортом



Сучжоу (Китай) – Челябинск (Россия). Морская перевозка из Китая осуществляется на условиях Инкотермс-2010 CFR («стоимость и фрахт»). При таких условиях отправитель груза оплачивает все расходы: доставку товара в порт отгрузки, его таможенное оформление и погрузку на указанное покупателем судно, а также оплачивает морской фрахт. Несмотря на то, что расходы по доставке груза в порт назначения несет грузоотправитель, риски переходят на грузополучателя в момент пересечения грузом поручней судна в порту отгрузки. Рассмотрим два альтернативных маршрута морской доставки из порта Сучжоу в порт Владивостока или в порт Санкт-Петербурга. Стоимость фрахта и терминальной обработки груза представлены в таблице 1.

Были рассчитаны расходы в порту г. Владивостока, аналогичным образом в порту «Ростовский» и морском порту г. Санкт-Петербурга. Общая стоимость затрат на терминальную обработку составила 75 600 руб. Выгрузка партии груза с судна включена в стоимость фрахта, указанную перевозчиком. Услуги портового терми-

нала составят 10 \$ за 1 тонну груза. Стоимость по срокам хранения груза (с учетом НДС):

- с 1-го по 7-й день – 50,00 руб./сут.;
- с 8-го дня по 14-й – 120,00 руб./сут.;
- с 15-го-25-й – 160,00 руб./сут.

Период хранения исчисляется с даты размещения груза на складе (штамп на коносаменте) либо через 4–5 дней после прихода судна в порт. Стоимость терминальной обработки в порту «Ростовский» – 20,5 \$ за тонну в рублях составит 1 102,9 руб./т. Общая стоимость затрат

Таблица 1 – Стоимость фрахта и терминальной обработки груза

Показатели	Ростов-на-Дону	Владивосток	Санкт-Петербург
Ставка фрахта, руб./т	4250,2	3250	4102,2
Стоимость терминальной обработки, руб./т	1102,9	1890	1215,6

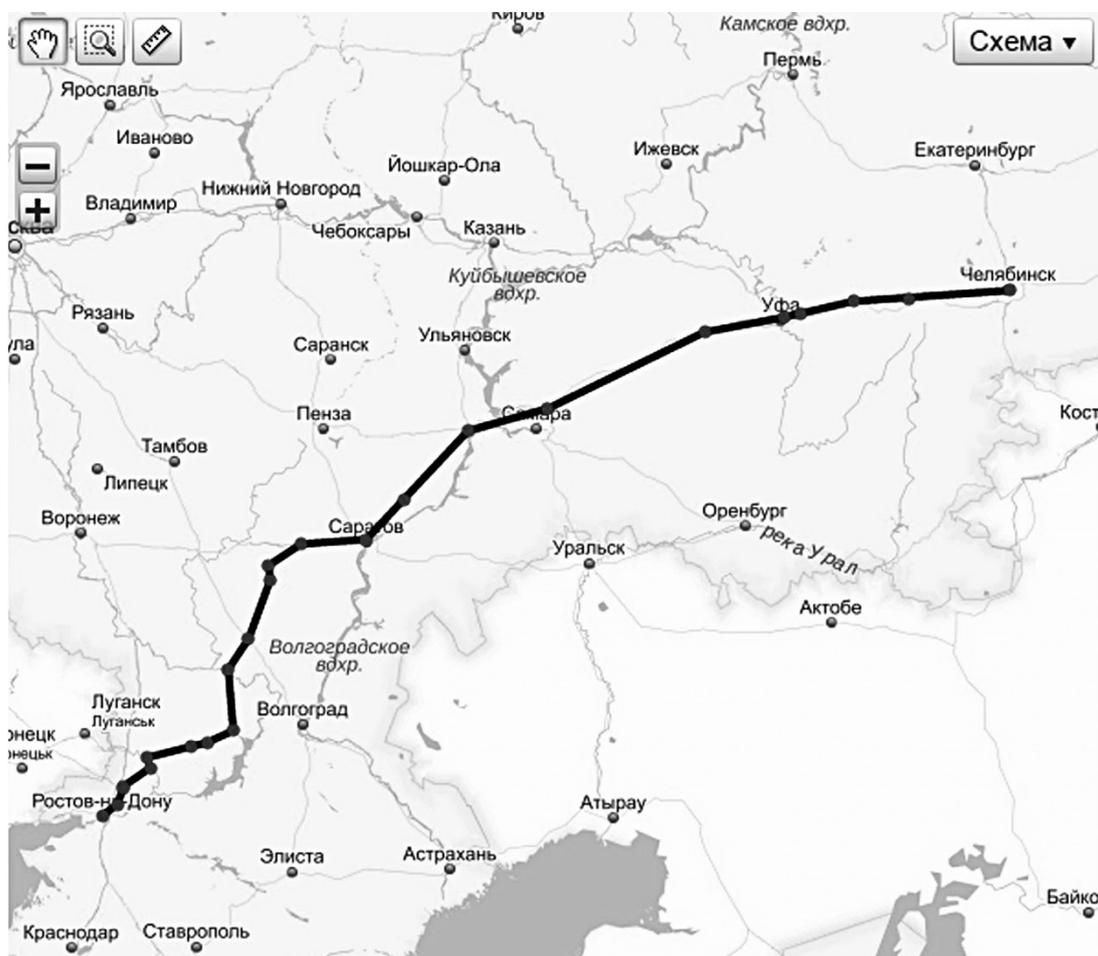


Рис. 3. Схема маршрута доставки железнодорожным транспортом

на терминальную обработку составит 44 116 руб. Стоимость терминальной обработки в порту Санкт-Петербурга – 22,5 \$ за тонну; в рублях составит 1 215,6 руб./т. Общая стоимость затрат на терминальную обработку – 48 624 руб.

Морской фрахт из порта Сучжоу до порта «Ростовский» составит 79 \$ за тонну (4 250,2 руб./т), до порта Владивостока 60 \$ за тонну (3 250 руб./т), а до порта Санкт-Петербурга в среднем 3 050 \$ за партию груза (4 102,2 руб./т). Общая стоимость перевозки морским транспортом составит 214 124 руб.

Стоимость морского фрахта при рассмотрении трех вариантов доставки примерно одинакова, поэтому ключевым фактором выбора порта доставки станет транспортная составляющая перевозки груза по России (в зависимости от расстояния). Расстояние перевозки до г. Челябинска из Ростова-на-Дону, Владивостока и Санкт-Петербурга представлено в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что кратчайшим маршрутом является Ростов-на-Дону – Челябинск. Выбор кратчайшего маршрута перевозки позволяет максимально сократить время доставки груза, а также сэкономить на услугах компании-перевозчика.

Пример 2. Расчет затрат при перевозках на составляющей автомобильного маршрута № 1 по предлагаемой схеме. Так как для осуществления данной перевозки в примере пользуемся услугами наемного автотранспорта, проведем сравнительный анализ тарифов на доставку груза из Ростова-на-Дону трех транспортных компаний: «МегаТрансЛогистик», «Трест» и «Аккорд». Составим сводную таблицу стоимости перевозки груза по трем направлениям (табл. 3).

Таблица 2 – Расстояние между городами

Маршрут	Расстояние маршрута, км
Ростов-на-Дону – Челябинск	2167
Владивосток – Челябинск	7432
Санкт-Петербург – Челябинск	2486

Таблица 3 – Тарифы на перевозку груза автомобильным транспортом

Город	«Мега»	«Трест»	«Аккорд»	Среднее значение
Тариф, руб.				
Ростов-на-Дону	81 000	76 000	78 000	78 300
Владивосток	187 000	172 000	165 000	174 600
Санкт-Петербург	86 000	95 000	91 000	90 600

С учетом расстояния, затрат на топливо и сроков доставки минимальный тариф на перевозку будет на маршруте Ростов-на-Дону – Челябинск. Самая низкая тарифная ставка на маршруте у компании «Трест». Исходя из значения тарифа на перевозку груза из Ростова-на-Дону, стоимость отправки двух автопоездов составит порядка 156 600 руб.

Пример 3. Расчет затрат при перевозках на составляющей железнодорожного маршрута № 2 по предлагаемой схеме. Железнодорожные грузовые тарифы – это цены на перевозку груза. Их уровень определяется в основном затратами на выполнение соответствующих работ, то есть себестоимостью связанных с перевозками и выполнением технологических операций, приравниваемой к стоимости перевозок. Для расчета тарифа за перевозку железнодорожным транспортом используется компьютерная программа, которая рассчитывает стоимость перевозки с учетом собственного подвижного состава предприятия, железнодорожных тарифов и платежей, указанных в Прейскуранте 10-01, часть 1, 2 и Тарифном руководстве РЖД № 4 для определения тарифных расстояний. Исходя из расчетов, стоимость отправки одного вагона со станции Ростов-Товарный до станции Челябинск-Южный составит 292 805,2 руб. с учетом НДС. Сравнительный анализ тарифов и сроков доставки груза автомобильным и железнодорожным представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Тарифы на перевозку и сроки доставки партии груза

Автомобильная составляющая		
Город	Тариф, руб.	Сроки доставки, сут.
Ростов-на-Дону	78 300	4
Владивосток	174 600	14
Санкт-Петербург	90 600	4
Железнодорожная составляющая		
Ростов-на-Дону	274 805	10
Владивосток	575 940	28
Санкт-Петербург	285 380	11



Из таблицы 4 видно, что самая низкая стоимость перевозки железнодорожным и автомобильным транспортом по маршруту Ростов-на-Дону – Челябинск.

Выводы

Таким образом, сравнение затрат по различным составляющим маршрута показало, что стоимость фрахта из порта Сучжоу до Ростова-на-Дону, Владивостока или Санкт-Петербурга практически одинакова. Анализ транспортной составляющей перевозки по территории РФ выявил, что доставка груза из порта «Ростовский» наиболее экономически выгодна, так как большую роль в формировании цены тарифа у компаний-перевозчиков играет расстояние перевозки. Перевозка груза автомобильным транспортом сокращает сроки его доставки до 4 дней (в прямом направлении) за счет минимальных простоев в пути и при погрузочно-разгрузочных работах как в порту, так и на складах предприятия.

Список литературы

1. Альметова З. В. Повышение эффективности транзитных перевозок в межтерминальных сообщениях (на примере Челябинской области) : дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 185 с.
2. Альметова З. В., Ларин О. Н. Методические принципы формализации транзитных сообщений // Вестник ЮУрГУ. Сер. : Экономика и менеджмент. 2014. № 30(289). С. 161–167.
3. Никифоров В. С. Мультимодальные перевозки и транспортная логистика : учеб. пособие. М. : ТрансЛит, 2007. 272 с.
4. Pogotovkina N. S., Almetova Z. V., Gorchakov Y. N., Kosyakov S. A., Kheday V. D. Motorization in Russia: Challenges and solutions. International Journal of Applied Engineering Research. Publisher: India Publications. P. 34443–34448.
5. Милославская С. В., Плужников К. И. Мультимодальные и интермодальные перевозки : учеб. пособие. М. : РосКонсульт, 2001. 368 с.
6. Альметова З. В., Ларин О. Н. Вопросы сокращения порожних пробегов автомобилей при транзитных грузовых перевозках // Транспорт Урала. 2012. № 4. С. 54–58.
7. Альметова З. В., Ларин О. Н. Использование транзитных терминалов для повышения эффективности транзитных перевозок // Автотранспортное предприятие. 2014. № 4. С. 25–27.
8. Глемба К. В., Альметова З. В. Оптимизация объемов партий поставок грузов и параметров работы погрузочно-разгрузочных

комплексов транзитных терминалов в межтерминальных сообщениях // АПК России. 2015. Т. 73. С. 82–88.

9. Факторы опасности мобильных технологических процессов / К. В. Глемба [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 7. С. 4–6.

10. Научные основы организации транзитных терминалов : монография / О. Н. Ларин, Л. Б. Миротин, Н. К. Горяев, З. В. Альметова. Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2014. 147 с.

11. Глемба К. В. Многокритериальный подход к исследованию оценки безопасности в системах принятия решений при управлении автомобилем // Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем». Челябинск : ЮУрГУ, 2012. С. 45–55.

12. Глемба К. В., Ларин О. Н., Майоров В. И. Вопросы применения системного подхода для повышения безопасности дорожного движения // Ежемесячный науч. информ. сб. «ТРАНС-ПОРТ: наука, техника, управление». М. : ВИНТИ РАН, 2013. № 11. С. 52–55.

13. Глемба К. В., Аверьянов Ю. И. Выявление и совершенствование проблемных взаимосвязей структурных элементов системы безопасности движения мобильных машин // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 66. С. 25–34.

14. Глемба К. В., Аверьянов Ю. И., Глемба В. К. Методы оценки информационной перегрузки оператора в процессе управления машиной // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 56. С. 5–10.

15. Альметова З. В., Глемба К. В. Принципы оптимизации параметров работы погрузочно-разгрузочных комплексов // Материалы LIV междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2015. С. 108–115.

16. Альметова З. В. Интеграция грузопотоков в транзитных транспортных узлах // Вестник ЮУрГУ. Сер. : Экономика и менеджмент. 2012. № 44(303). С. 180–183.

17. Альметова З. В., Ларин О. Н. Вопросы размещения транзитных терминалов в регионах // Транспорт: наука, техника, управление. 2012. № 11. С. 45–46.

18. Альметова З. В. Оптимизация параметров транзитных терминалов / Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.

19. Баранова Ю. О. Интермодальные и мультимодальные перевозки грузов: проблемы терминологии. СПб. : Известия СПбУЭФ, 2012. № 6(78). С. 85–88.

20. Кириллов Ю. И., Кирилова Е. В. Смешанные перевозки в условиях интеграции транспортных коммуникаций: проблемы терминологии // Сб. науч. трудов «Методы и способы управления развитием транспортных систем». Одесса : ОНМУ, 2011. Вып. 17. С. 64–96.

21. Kirillova E. V. Relationship intermodal transport and transport technological systems: hy-

potheses their confirmation or refutation. SWorld «Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development», 2014.

22. United Nations Convention on international multimodal transport of goods. United Nations, 2001.

Альметова Злата Викторовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: zlata.almetova@yandex.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автотранспорта и производственное обучение», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Глемба Константин Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автотранспорта и производственное обучение», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»; доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: glemba77@mail.ru.

* * *

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ НАКОПЛЕНИЯ ВЛАГИ ЗИМНИХ ОСАДКОВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

В. Л. Астафьев, П. Г. Иванченко, С. Л. Малыгин

Исследования проводятся с целью выявления наиболее эффективного способа накопления влаги зимних осадков и определения технических средств для его осуществления. В качестве основных методов применялись экспериментальные исследования, наблюдения в производственных условиях с последующим анализом и выбором наиболее предпочтительного варианта. Установлено, что в хозяйствах Северного Казахстана для накопления зимних осадков применяются следующие способы: оставление высокой стерни, посев кулис на чистых парах через 7–9 м, гербицидный пар, механическое снегозадержание через 4–6 м, сплошной очес при уборке и формирование стерневых кулис через 7–18 м. Первый способ не требует дополнительных затрат времени и средств, однако неприменим на низком хлебостое. Второй, третий и четвертый способы обеспечивают увеличение влагонакопления в 1,8–2,5 раза по сравнению со стерневым фоном (контроль), однако требуют дополнительных затрат времени и денежных средств на выполнение технологического процесса. Пятый способ обеспечивает увеличение влагонакопления в 2 раза по сравнению с контролем и не требует дополнительных затрат времени и средств, однако ограничивает возможность посева по фону сплошного очеса стрельчатой лапой. Наиболее предпочтительным способом увеличения снегонакопления является формирование стерневых кулис через 7–18 м, обеспечивающее увеличение снегонакопления до 3,5 раз и не требующее дополнительных затрат времени и средств. Формирование стерневых кулис можно обеспечить чередующимися проходами жатки прямого комбайнирования и очесывающей жатки. Представлены основные агротехнические и технико-эксплуатационные показатели работы очесывающей жатки ЖО-6 производства ОАО «Пензмаш» по результатам приемочных испытаний в Костанайском филиале КазНИИМЭСХ. Также представлены результаты лабораторно-полевых исследований качества работы макетного образца хедера захватом 7 м с очесывающим адаптером захватом 1,5 м, проведенных в КФ КазНИИМЭСХ в 2015 г.

Ключевые слова: способы снегонакопления, формирование стерневых кулис, очесывающая жатка, хедер, очесывающий адаптер.

Основной лимитирующий фактор повышения урожайности в условиях Северного Казахстана – это влага. За вегетационный период в этом регионе выпадает 220–360 мм. В зимний период снежный покров на стерне обычно составляет до 20 см. Общее число дней с метелями обычно составляет 20–30 за зиму, однако в отдельные годы может достигать 50–60. За счет зимних осадков можно обеспечить накопление запасов влаги до 40% от выпадающих за годовой период. Этих запасов хватит для получения хороших всходов и обеспечения потребности растений во влаге на первую половину лета до выпадения июльских осадков. Таким

образом, за счет зимних осадков закладывается основа будущего урожая.

Из-за недостатка влаги в весенний период при интенсивной солнечной радиации хозяйства зачастую получают недружные и изреженные всходы, ускоренное развитие которых происходит с формированием низкого стеблестоя и, как показывают исследования и производственный опыт, с существенным снижением урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2].

Поэтому исследования по выявлению эффективных способов накопления зимних осадков являются актуальными и востребованы производством.

Цель исследований – выявление наиболее эффективного способа накопления влаги зимних осадков и определение технических средств для его осуществления.

Материалы и методы

В качестве основных методов исследований применялись экспериментальные исследования, наблюдения в производственных условиях с последующим анализом и выбором наиболее предпочтительного варианта.

Для накопления зимних осадков в хозяйствах Северного Казахстана применяются различные способы [3]:

- оставление высокой стерни;
- посев кулис на чистых парах;
- гербицидный пар;
- механическое снегозадержание;

– применение очеса сельскохозяйственных культур в уборочный период.

Методикой исследований предусматривались замеры высоты и плотности снега по различным способам снегонакопления, анализ и выбор наиболее предпочтительного варианта с учетом прямых затрат на выполнение мероприятия. Оценка эффективности анализируемых способов увеличения снегонакопления выполнена на основании исследований НПО «Целинсельхозмеханизация» [4, 5], ВНИИЗХ [3, 6, 7], КГУ [8], Костанайского НИИСХ [9, 10], НПЦ им. А. И. Бараева [11, 12, 13], Павлодарского НИИСХ [14] и Костанайского филиала КазНИИМЭСХ в 2013–2015 годах.

Результаты исследований

Достоинства и недостатки этих способов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки различных способов увеличения снегонакопления

№ п/п	Способ снегонакопления	Достоинства	Недостатки
1	Стерня 12–15 см (контроль)	Не требует дополнительных затрат времени и средств	Обеспечивает накопление влаги всего 30–50 мм
2	Стерня высотой 25 см	– Не требует дополнительных затрат времени и средств; – обеспечивает увеличение влагонакопления почвы в 1,5–1,6 раза по сравнению с контролем; – обеспечивает хорошее сохранение влаги до и после посева анкером или диском	– Невозможно применить на низком стеблестое, в засуху; – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год
3	Кулисы на чистых парах через 7–9 м	Обеспечивает увеличение влагонакопления до 2,5 раз по сравнению с контролем	Требует дополнительных затрат времени и средств на посев кулис; – до 50% влаги испаряется до посева в весенний период; – применим только на парах; – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год
4	Гербицидный пар	– Обеспечивает увеличение влагонакопления почвы в 1,8 раза по сравнению с контролем; – обеспечивает хорошее сохранение влаги до и после посева анкером или диском	– Требует существенных затрат (до 30–40 долл./га) средств и времени; – применим только при No-till; – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год
5	Механическое снегозадержание через 4–6 м	Обеспечивает увеличение влагонакопления до 2 раз по сравнению с контролем	– Требует существенных затрат времени и средств – около 7–10 долл./га; – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год
6	Сплошной очес	– Обеспечивает увеличение влагонакопления до 2 раз по сравнению с контролем; – не требует дополнительных затрат времени и средств; – обеспечивает хорошее сохранение влаги до и после посева анкером или диском	– Низкая загрузка комбайна по пропускной способности (около 40–50%); – невозможность посева стрелчатой лопой по фону сплошного очеса; – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год
7	Стерневые кулисы через 7–18 м	– Обеспечивает увеличение влагонакопления почвы до 3,5 раз по сравнению с контролем; – не требует дополнительных затрат времени и средств; – обеспечивает хорошее сохранение влаги до и после посева анкером и диском	– Низкая загрузка комбайна по пропускной способности (около 40–50%); – не обеспечивает прибавку урожая во влажный год



Как видно из таблицы 1, все рассмотренные способы имеют различные достоинства и недостатки. Некоторые способы (3, 4, 5) требуют дополнительных затрат времени и средств. Например, посев кулис на чистых парах требует дополнительных затрат до 2 долл./га; закладка гербицидного пара – до 40 долл./га; двукратное механическое снегозадержание – около 7 долл./га. Способы 6 и 7 не требуют дополнительных затрат времени и средств потому, что производительность и себестоимость выполнения очеса сопоставима с производительностью и себестоимостью прямого комбайнирования. Прибавка урожайности по сравниваемым способам снегонакопления есть величина непостоянная: от 0% во влажный год, до 15–35% по различным вариантам в сухой год. Из всех рассмотренных способов наиболее предпочтителен последний 7 способ снегонакопления за счет формирования стерневых кулис, так как он обеспечивает наибольшее влагонакопление почвы, наибольшую сумму достоинств и наименьшую сумму

недостатков. Этот способ эффективно применяют в КХ «Жанахай», ТОО «Магнат», ТОО «Трояна», КХ «Ковальский В.Х.» Костанайской обл. [15, 16].

Формирование стерневых кулис может осуществляться двумя способами:

- чередующимися проходами жаток прямого комбайнирования и очесывающих жаток;
- применением широкозахватной жатки прямого комбайнирования с установленным по центру очесывающим адаптером.

Наиболее распространен первый способ формирования стерневых кулис. Второй способ в настоящее время находится на стадии научных исследований.

Еще 15–20 лет назад в Северном Казахстане для сплошного очеса сельскохозяйственных культур и формирования стерневых кулис применялись Мелитопольские очесывающие жатки МОН-4 и Красноярские ОКД-4 [12]. Однако они имели существенные недостатки: большие потери (до 10–12%) и высокую материалоемкость.

Таблица 2 – Техническая характеристика жатки очесывающей ЖО-6

Параметры	Значения параметров
Конструктивная ширина захвата, м	6
Рабочая скорость, км/ч	7–9
Диаметры, мм:	
– очесывающего барабана по гребенкам	710
– шнека	500
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
– очесывающего барабана	610, 650, 670
– шнека	200
Габаритный размеры, мм:	
– длина	6730
– ширина	2550
– высота	1320
Общая масса в комплектации поставки, кг	2450

Таблица 3 – Основные результаты испытаний жатки ЖО-6

Показатели	Значение показателя	
	по ТУ	по результатам испытаний
Производительность за 1 ч времени, га:		
– основного	Нет данных	4,8
– эксплуатационного	То же	3,9
Удельный расход топлива, кг/га	–/–	4,9
Суммарные потери зерна, %	≤ 1,5	0,95
В том числе:		
– свободным зерном	Нет данных	0,87
– зерном в очесанных колосьях	То же	–
– зерном в неочесанных колосьях	–/–	0,08
Наработка на отказ основного времени, ч	Не менее 50	129

В 2012 году Костанайским филиалом КазНИИМЭСХ были проведены приемочные и сертификационные испытания жатки очесывающей навесной ЖО-6 производства ОАО «Пензмаш» (Россия) в агрегате с комбайном «Вектор» [17]. Техническая характеристика жатки ЖО-6 представлена в таблице 2.

Испытания проводились на сплошном очесе и формировании стерневых кулис из стерни пшеницы и льна. Урожайность пшеницы составляла 6,2–21,2 ц/га, льна 5,4 ц/га. Отношение массы зерна к массе соломы составляло на пшенице 1:1,1–1:1,4 и льне 1:1,5, влажность зерна пшеницы 6–10% и льна – 6%, высота растений пшеницы 0,35–0,78 м, льна – 0,33–0,40 м.

Стерневые кулисы формировались чередующимися проходами жатки прямого комбайнирования и очесывающей жатки.

При испытаниях жатки ЖО-6 установлено, что на скорости до 9 км/ч основные агротехнические, эксплуатационно-технологические показатели и показатели надежности соответствуют требованиям технических условий (табл. 3).

Жатки ЖО-6 эффективно применяются на формировании стерневых кулис в КХ «Жанатай», ТОО «Трояна», КХ «Ковальский В.Х.» Костанайской области и других хозяйствах. Как было показано выше, применение жаток ЖО-6 на формировании стерневых кулис обеспечивает увеличение запасов зимней влаги до 3,5 раз.

По результатам испытаний очесывающая жатка ЖО-6 рекомендована к применению в Республике Казахстан.

Следует отметить, что в некоторых хозяйствах Северного Казахстана в настоящее время применяются двухбарабанные очесывающие жатки «Славянка» (Украина). Однако официальных испытаний в условиях Казахстана они пока не проходили.

В 2015 году Костанайским филиалом КазНИИМЭСХ разработан макетный образец хедера с очесывающим адаптером для формирования стерневых кулис. Техническая характеристика жатки представлена в таблице 4.

Лабораторно-полевые исследовательские испытания хедера с очесывающим адаптером проводились в агрегате с зерноуборочным комбайном «Есиль-740» на пшенице урожайностью 10,8 ц/га, влажностью зерна и соломы соответственно 9,8 и 9,0%. Высота растений составляла 0,47 м.

Агротехнические показатели хедера с очесывающим адаптером для формирования стерневых кулис представлены в таблице 5.

Испытания подтвердили работоспособность разработанного образца и возможность эффективного формирования стерневых кулис широкозахватной жаткой прямого комбайнирования с очесывающим адаптером.

Таблица 4 – Техническая характеристика хедера с очесывающим адаптером для формирования стерневых кулис

Параметры	Значения параметров
Конструктивная ширина захвата жатки прямого комбайнирования, м	7,00
Конструктивная ширина захвата очесывающего адаптера, м	1,56
Рабочая скорость, км/ч	7–9
Диаметр барабана приставки по гребенкам, мм	700
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	500–700
Масса жатки с приставкой, кг	2200

Таблица 5 – Агротехнические показатели хедера с очесывающим адаптером для формирования стерневых кулис

Показатели	Значения
Скорость движения, км/ч	9
Высота среза, см	17
Высота очеса, см	43
Общие потери за хедером с адаптером, %	1,06
В том числе:	
– свободным зерном	0,63
– зерном в колосьях	0,43



Выводы

1. Проведенный анализ показал, что наиболее предпочтительным способом увеличения снегонакопления является формирование стерневых кулис через 7–18 м. Применение этого способа обеспечивает наибольшее влагонакопление почвы и не требует дополнительных затрат на выполнение агроприема.

2. Формирование стерневых кулис может выполняться двумя способами: чередующимися проходами жатки прямого комбайнирования и очесывающей жатки и применением широкозахватной жатки прямого комбайнирования с очесывающим адаптером.

3. Успешно прошла приемочные и сертификационные испытания и рекомендована к применению в РК очесывающая жатка ЖО-6 производства ОАО «Пензмаш». Применение жатки на формировании стерневых кулис обеспечивает увеличение запасов зимней влаги до 3,5 раз.

4. Разработан и успешно прошел стадию лабораторно-полевых исследовательских испытаний макетный образец хедера захватом 7 м с очесывающим адаптером для формирования стерневых кулис. Испытания подтвердили работоспособность разработанного образца.

Список литературы

1. Астафьев В. Л., Курач А. А. Статистические характеристики урожайности при различных способах посева зерновых культур стерневыми сеялками // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 69. С. 5–9.

2. Астафьев В. Л. Сравнение различных способов посева в условиях Северного Казахстана // АПК России. 2015. Т. 72. № 1. С. 11–16.

3. Земледельцы о снегозадержании : интервью руководителей хозяйств информационно-аналитическому и научно-популярному журналу «Аграрный сектор» / Учредитель ИП «Латышев Н. Н.» // Аграрный сектор. 2012. № 4. С. 10–12.

4. Терпиловский Е. Ю. Особенности выполнения снегозадержания широкозахватными агрегатами // Актуальные проблемы совершенствования почвообрабатывающих машин / ВО ВАСХНИЛ, НПО «Целинсельхозмеханизация». Алма-Ата, 1990. С. 88–93.

5. А.с. 1741625 СССР МКП А 01В 13/16. Способ снежной мелиорации / Е. Ю. Терпиловский, А. Ю. Терпиловский, В. Л. Астафьев. БИ 1992. № 23.

6. Бараев А. И. Агротехника целинных земель // Избр. тр. : в 3 т. Алматы, 2008. Т. 1. С. 267–275.

7. Бараев А. И. Дополнительное увлажнение почвы – важное условие получения высоких урожаев // Избр. тр. : в 3 т. Алматы, 2008. Т. 1. С. 238–247.

8. Терпиловский Е. Ю. О целесообразности выполнения снежных мелиораций // Вестник науки им. Байтурсынова. Сер. : Сельскохозяйственные науки. 2002. № 3–4. С. 24–27.

9. Двуреченский В. И. Возделывание зерновых культур на основе новой влагосберегающей технологии и современной техники // Правила возделывания сельскохозяйственных культур. Костанай : ТОО «Издательский дом», 2004. 62 с.

10. Двуреченский В. И., Гринев В. И., Гилевич С. И. Основные правила возделывания зерновых культур по нулевой технологии : рекомендации / ТОО «Северо-Западный НПЦ сельского хозяйства». Костанай : ТОО «Издательский дом», 2008. 56 с.

11. Сохранение и повышение плодородия почвы путем минимализации обработки почвы и системы применения удобрений / Ж. А. Коскарбаев [и др.] // Рекомендации по завершеным разработкам научно-исследовательских работ РГП «НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева». Шортанды, 2005. 52 с.

12. Рекомендации по проведению снегозадержания в 2007–2008 сельскохозяйственном году в Северном Казахстане / Ж. А. Коскарбаев [и др.] // НПЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева : рекомендации. Шортанды, 2007. 16 с.

13. Ресурсосберегающие технологии возделывания яровой пшеницы в засушливых районах Северного Казахстана / М. К. Сулейменов [и др.] // НПЦ Зернового хозяйства им А. И. Бараева : практическое руководство. Шортанды, 2008. 40 с.

14. Кабыткенов Т. Стерню – очесать, снег – накопить : интервью директора Павлодарского НИИСХ Т. Кабытбекова информационно-рекламной аграрной газете «АгроИнфо» / Учредитель ИП «Батабаева Жанна Алпыспаевна». 2014. Ноябрь. Костанай.

15. Пигарев Е. Очарование очесом : интервью руководителя КХ «Жанахай» Е. Пигарева информационно-аналитическому и научно-популярному журналу «Аграрный сектор» / Учредитель ИП «Латышев Н. Н.» // Аграрный сектор. 2015. № 3. С. 24–27.

16. Астафьев В. Л. Разговор о влаге. Накопить и сохранить // Агробизнес Казахстан. 2015. № 1. С. 24–27.

17. Приемочные и сертификационные испытания жатки очесывающей навесной ЖО-6 // Протокол № 23-456-2012 от 01.11.2012 г. / Костанайский филиал КазНИИМЭСХ. Костанай, 2012. 64 с.

Астафьев Владимир Леонидович, д-р техн. наук, профессор, директор, Костанайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Иванченко Павел Григорьевич, канд. техн. наук, заведующий лабораторией использования машинно-тракторного парка, Костанайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Малыгин Сергей Леонидович, научный сотрудник лаборатории использования машинно-тракторного парка, Костанайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

* * *

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРИБОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «КОЛЬЦО ПОДШИПНИКА – КОРПУС» В КОРОБКАХ ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ АКРИЛОВОГО РЯДА

В. В. Вахрушев, А. В. Егоров, Е. В. Зубова

Ресурс большинства подшипниковых узлов коробок передач транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса ограничен состоянием трибомеханической системы „кольцо подшипника – корпус“. Для восстановления работоспособности такой системы в практике ремонтного производства применяются анаэробные полимерные материалы акрилового ряда. В работе исследованы деформационно-прочностные свойства и несущая способность пленок, сформированных из анаэробного полимерного материала Loctite 620. Определен предел прочности клеевых соединений толщиной от 0,1 до 0,3 мм на образцах образцов в виде двух пластин размером 2x20x60 мм с одинарной нахлесткой длиной 15 мм. Расчетные значения предела прочности для обеспечения работоспособности системы „кольцо – корпус“ должны составлять от 3 до 5 мПа. Установлено, что предел прочности пленок толщиной 0,1–0,3 мм из анаэробного герметика Loctite 620 составляет от 5 до 9 мПа, что достаточно для обеспечения работоспособности системы „кольцо подшипника – корпус“ в коробках передач транспортных и технологических машин. При этом эффективная температура эксплуатации пленок полимера Loctite 620 составляет 80–100 град. С, что удовлетворяет режимам работы коробок передач транспортных и технологических машин, используемых в агропромышленном комплексе. При исследовании напряженно-деформированного состояния, в качестве моделей использовались соединения с диаметром контактной поверхности 40 мм из оптически чувствительного материала, имитирующего клеевую прослойку. Методом фотоупругости показано, что максимальные напряжения имели место на оси симметрии модели, дуга контакта при этом составляла 180 град. С. Качественная картина полос свидетельствует об идентичности напряженно-деформированного состояния модели клеевого соединения как для модели равномерного зазора, так и для моделей с эксцентриситетом.

Ключевые слова: полимерный материал, метод фотоупругости, напряженно-деформированное состояние, анаэробный герметик, предел прочности на сдвиг, метод конечных элементов.

Условия работы подшипниковых узлов являются особо тяжелыми по нагруженности, скоростям вращения, температурному режиму. Сроки службы подшипниковых узлов в несколько раз ниже расчетных вследствие условий: эксплуатации и режимов нагружения, сопряжения с другими материалами деталей и т.д. Исследование износостойкости подшипника как элемента коробки передач в отрыве от других деталей агрегата нецелесообразно, поскольку подшипник как самостоятельная сборочная единица не определяет долговечности коробки передач (далее по тексту КП) [1].

Согласно данным исследования [2], при эксплуатации КП транспортных и технологических машин, на протяжении 3–4 лет эксплуатации подавляющее большинство КП подвергаются капитальному ремонту. Из приведенных исследований [3] следует, что вероятность отказа вследствие износа деталей трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» составляет 0,83–0,96 при наработке машин 1750–2100 часов.

Таким образом, долговечность трибомеханических систем машин обусловлена сохранением во времени поверхностной (контактной) и объемной прочностей материалов при действии нагрузок и внешней среды.

Процессы объемного разрушения протекают в результате накопления в массиве материала дефектов его структуры, приводящих к акту макроскопического разрушения детали или конструкции. Процессы поверхностного разрушения состоят из значительного количества микроскопических актов разрушения, проявляющихся в постепенном уменьшении объема материала. Это принципиальное различие объемного и поверхностного разрушения позволяет выделить поверхностную (контактную) прочность материалов деталей как самостоятельную проблему, имеющую практическое значение [3, 4].

Ресурс трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» в значительной степени лимитируется поверхностной (контактной) прочностью и, соответственно, скоростью изнашивания материала корпуса. Такое утверждение справедливо, поскольку, в сравнении с физико-механическими свойствами материала и параметрами макро-микрорельефа поверхности подшипника качения, условиями приложения внешней нагрузки, материал корпуса обладает существенно более низкими характеристиками.

Изнашивание трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» возможно вследствие протекания следующих последовательных и параллельных процессов:

1) разрушения микронеровностей на поверхностях деталей трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус»;

2) структурирования контактных поверхностей элементов трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус»;

3) активации сегрегационных процессов в материале отверстия под подшипник качения в корпусе КП;

4) диспергирования и разделения ультратонких метастабильных твердых растворов вторичных сред (от процесса сегрегирования) поверхностного слоя материала посадочного места и удаления их из зоны контакта деталей;

5) абразивного изнашивания деталей трибосистемы [3, 4].

Структурная схема механизма изнашивания трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» представлена на рисунке 1.

На основании изложенного, возникает необходимость в разработке способа восстановления трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» в целом, а не только одного посадочного места.

В связи с этим способ должен отвечать следующим требованиям:

– должна быть исключена или минимизирована механическая обработка поверхностей деталей трибомеханической системы при ремонте;

– должно быть исключено проворачивание кольца подшипника по поверхности посадочного отверстия под подшипник в корпусе КП;

– должна быть обеспечена необходимая контактная жесткость как самого сопряжения, так и подшипникового узла.

Указанным требованиям удовлетворяют способы, основанные на использовании полимерных материалов акрилового ряда для восстановления посадок подшипников. Их применение обеспечивает как восстановление, так

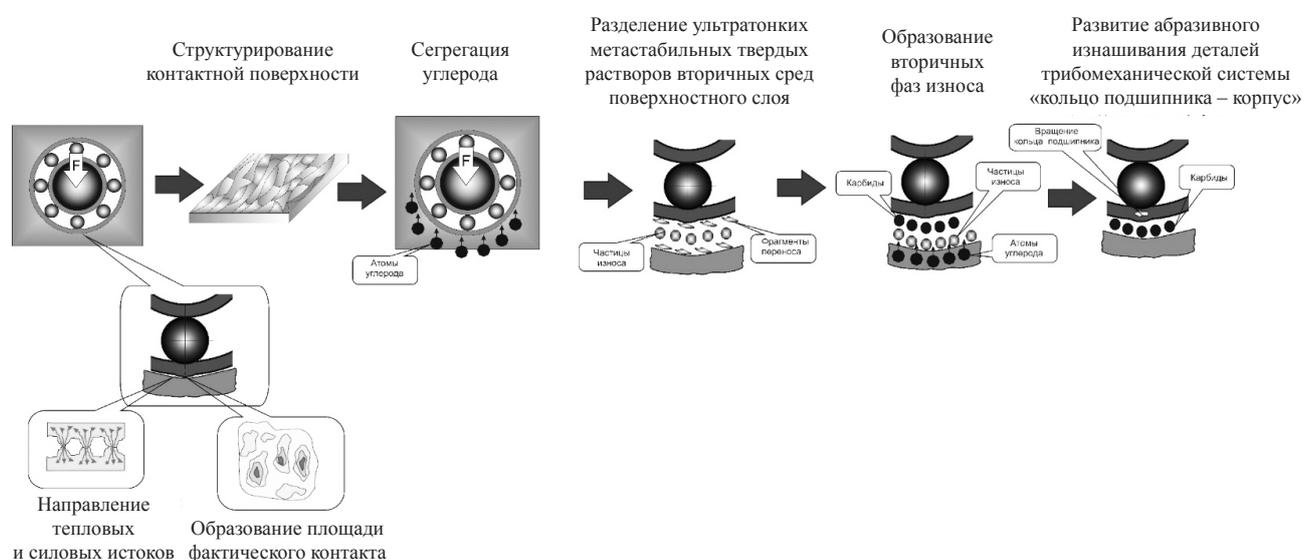


Рис. 1. Обобщенная структурная схема механизма изнашивания трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус»



и повышение долговечности посадок подшипниковых узлов и самих подшипников.

Цель исследования

Предотвратить относительное перемещение, вибрацию элементов подшипникового узла и, как следствие, проворачивание наружного кольца возможно путем переноса относительного движения его элементов в промежуточную среду, представляющую собой пленку с низким модулем упругости. К таким покрытиям могут быть отнесены растворы жидких полимерных материалов, с последующим их отверждением в зазоре элементов трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус». Такое решение способствует уменьшению концентрации напряжений в элементах подшипникового узла (в частности, как на поверхности посадочного отверстия, так и в самом подшипнике), при этом исключается проворачивание (микросмещение) наружного кольца подшипника относительно посадочного места за счет наличия адгезионной и когезионной связей в полимерном материале и, как следствие, повышения фактической площади контакта кольца и корпуса, что тем самым увеличивает коэффициент трения [3, 4].

В настоящее время в ремонтном производстве для восстановления работоспособности трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» используются полимерные материалы акрилового ряда (PCAS), в частности анаэробные полимерные материалы фирмы Loctite.

На основании изложенного, целью исследования является оценка несущей способности и деформационно-прочностных свойств пленок из анаэробного материала Loctite 620 для восстановления работоспособности трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус».

Материалы и методы

Исследование деформационно-прочностных свойств пленок полимерного материала заключалось в определении предела прочности клеевого соединения при сдвиге образцов в виде двух пластин размером $2 \times 20 \times 60$ мм с одинарной нахлесткой длиной 15 мм. Общий вид образцов показан на рисунке 2.

Длина каждой склеиваемой пластины выдерживалась с точностью $\pm 0,15$ м, ширина с точностью $\pm 0,2$ мм. Испытания проводили на разрывной машине ИР-500 при скорости движения нагружающего зажима 10 мм/мин [5, 6].

Лабораторные образцы изготавливали из серого чугуна СЧ-18-36 и стали ШХ 15. Не-

обходимая толщина пленок полимерного материала была получена путем размещения между пластинами калибра толщиной 0,1; 0,2; 0,3 мм. Контроль толщины клеевого шва производился толщиномером АКС 1209. Величина калибра выбиралась на основании данных по замерам изношенных посадочных отверстий в корпусах КП.

Подготовка к сборке и сборка образцов производилась по стандартной методике, которая включала: обезжиривание ацетоном поверхностей образцов, сушку образцов в течение 20 минут, нанесение полимерной композиции на поверхности пластин, их сборку и отверждение клеевого шва в течение 24 часов при нормальных условиях [5].

Серия испытаний для различных толщин полимерной композиции включала разрушение не менее 5 образцов [6].

Исследование напряженно-деформированного состояния проводили на модели восстановленной трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус».

В качестве моделей использовались соединения с диаметром контактной поверхности 40 мм. Модель восстановленной трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» состояла из корпуса 1, оптически чувствительного материала, имитирующего клеевую прослойку 2 и подшипника качения 3. Модель показана на рисунке 3 а.

Оптически чувствительный материал представлял собой эпоксидную смолу ЭД-20 (100 в.ч.), отвержденную при комнатной температуре с помощью ПЭПА (полиэтиленполиамин – 12 в.ч.), модифицированную ТЭГ (триэтиленгликоль – 10 в.ч.) [7, 8].

Модели из оптически чувствительного материала (иммитанта клеевого соединения) были изготовлены для равномерного зазора между кольцом подшипника и корпусом и с эксцентриситетом, стилизующим износ отверстия под подшипник качения в корпусе коробки передач.



Рис. 2. Общий вид образцов для определения предела прочности при сдвиге

Толщина стенки модели h оптически чувствительного материала для равномерного кольцевого зазора (рис. 3 б) составляла 10 мм, для моделей с эксцентриситетом – 15 мм (рис. 3 в) и 20 мм (рис. 3 г).

Модель нагружалась с помощью шарикоподшипника 203 радиальной нагрузкой 100, 200, 300 Н. Величина нагрузки была выбрана из условия упругого поведения оптически чувствительного материала.

Для наблюдения картин полос использовали круговой полярископ Zeiss-300, регистрация картин проведена с помощью цифровой камеры [9].

Результаты исследования

В результате исследования получено уравнение регрессии в кодовых единицах, описывающее температурно-временную зависимость предела прочности герметика Loctite 620:

$$\tau = 20 + 7,8x_1 + 5,8x_2 - 3,1x_1^2 - 0,8x_2^2 - 1,3x_1x_2, \quad (1)$$

где x_1 – время отверждения;

x_2 – температура отверждения.

Графический анализ уравнения 1 (рис. 4) показывает, что при повышенных температурах интенсифицируется полимеризационная активность герметика и растет прочность соедине-

ния. Однако повышение температуры уменьшает вязкость полимера, вследствие чего он вытекает из зазора. Поэтому повышать температуру предпочтительно при больших зазорах, а также после предварительного отверждения полимера при комнатной температуре. С повышением температуры дополнительного отверждения начальная прочность соединения, предварительно выдержанного не менее 24 часов при комнатной температуре увеличивается. Так, дополнительная выдержка в течение 2 ч при температуре 353 К повышает начальную прочность соединения примерно на 20%. При температурах выше 343 К роль дополнительной высокотемпературной полимеризации уменьшалась, а температура выше 353 К является предельно допустимой для герметика Loctite 620.

Начальная прочность соединения с увеличением толщины полимерного слоя снижается. Кинетика ее снижения определялась температурой испытаний и толщиной полимера. Это обусловлено тем, что с увеличением толщины полимерной пленки повышается интенсивность внутренних напряжений в ней. Согласно расчетам, величина предела прочности, необходимая для обеспечения прочности восстановленной трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» составляет 4–9 мПа [10, 11].

Таким образом, пленки полимерного материала в диапазоне от 0,1 до 0,3 мм пригодны для восстановления работоспособного состояния трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус».

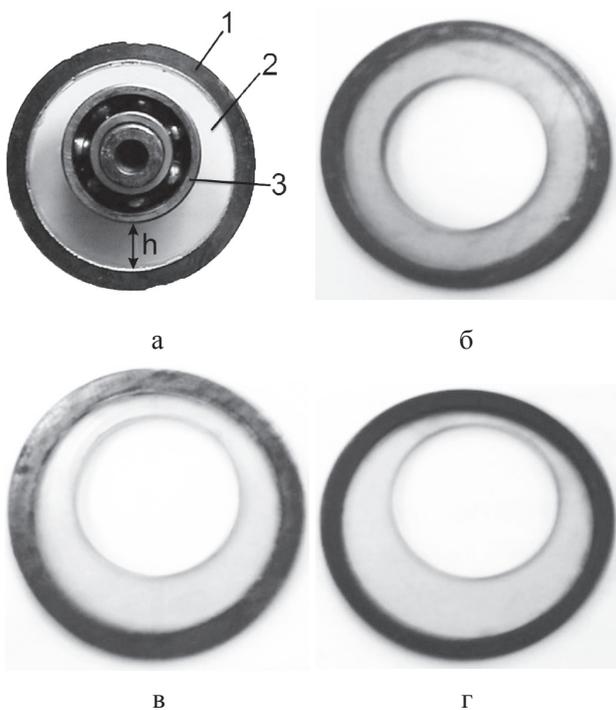


Рис. 3. Модели для исследования напряженно-деформированного состояния

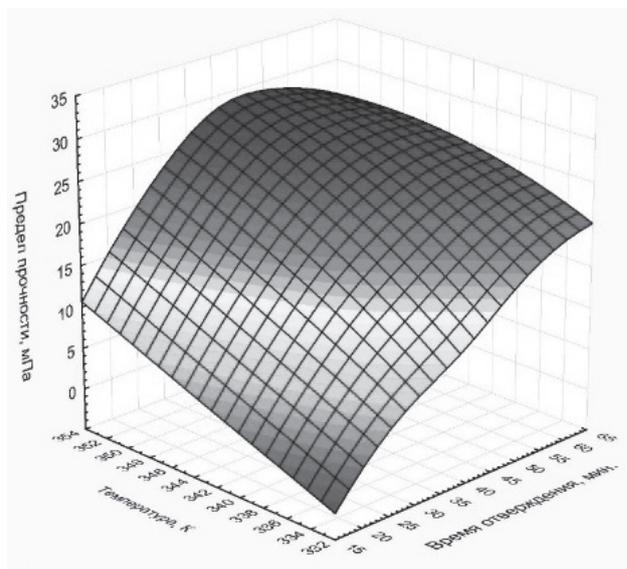


Рис. 4. Зависимость предела прочности герметика Loctite 620 от температуры и времени полимеризации

График зависимости предела прочности полимерной пленки от ее толщины приведен на рисунке 5.

Таким образом, анализ графиков показывает, что эффективная температура эксплуатации пленок полимера Loctite 620 составляет 80–100 °С, что вполне удовлетворяет режимам эксплуатации коробок передач транспортных и технологических машин.

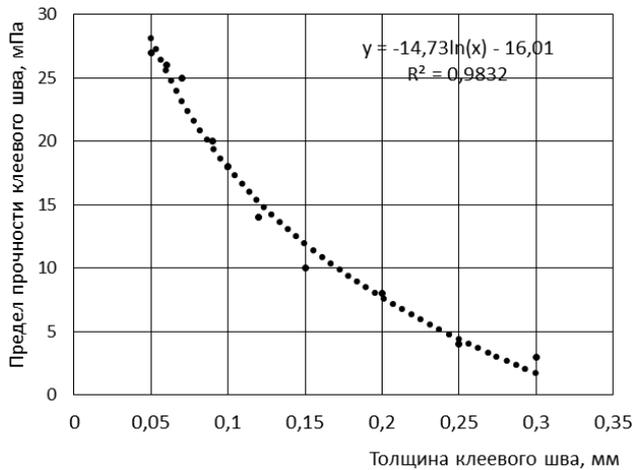


Рис. 5. График зависимости предела прочности полимерной пленки от толщины

Анализ полученных экспериментальных данных не позволяет однозначно определить оптимальную толщину пленки полимера, обеспечивающей наилучшую его деформационную способность в восстановленном соединении за все время его эксплуатации. Это можно выявить только проводя натурное моделирование несущей способности материала в конкретной восстановленной сборочной единице.

На рисунке 6 приведены распределения разности главных напряжений (фрагмент картины полос).

Наблюдение картины изоклин (траекторий главных напряжений) показало, главные площадки располагаются по радиусу и окружности. Максимальные напряжения имели место на оси симметрии модели. Дуга контакта при этом составляла 180 градусов. Качественная картина полос свидетельствует об идентичности напряженно-деформированного состояния модели клеевого соединения как для модели равномерного зазора, так и для моделей с эксцентриситетом. При этом наблюдаются одинаковое количество и форма изоклин у разных моделей. Количество изоклин возрастает с увеличением нагрузки у всех типов моделей.

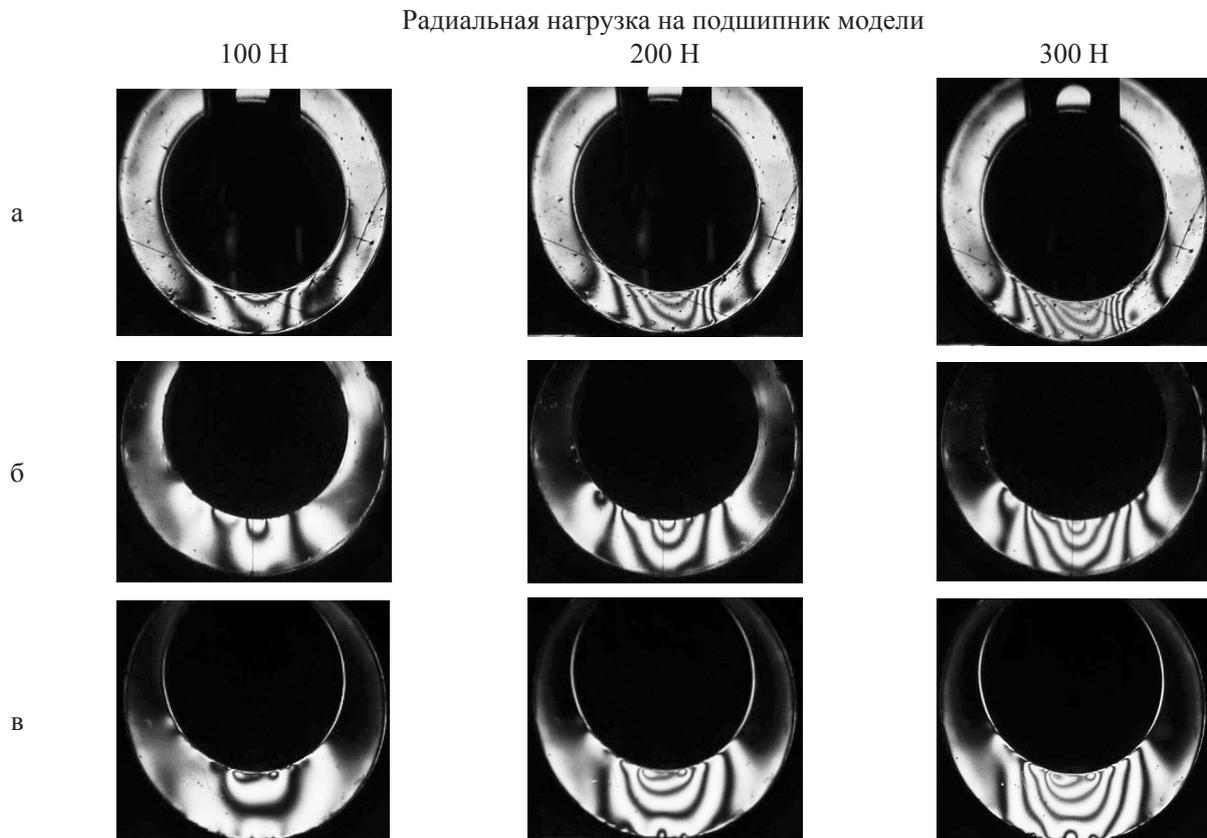


Рис. 6. Качественное распределение разности главных напряжений в модели: а – модель с радиальным кольцевым зазором – 10 мм; б – модель с эксцентриситетом – 15 мм; в – модель с эксцентриситетом – 20 мм

Очевидно, что при нулевом зазоре площадка контакта «наружное кольцо подшипника – полимерный слой» не изменяется, и поэтому величина напряжений в любой точке модели пропорциональна нагрузке (линейная задача).

Экспериментальные исследования показывают, что максимальные напряжения имеют место на оси симметрии, дуга контакта при этом составляет 180 градусов.

Выводы

1. Ресурс трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» лимитируется поверхностной (контактной) прочностью и, соответственно, скоростью изнашивания материала корпуса.

2. Для обеспечения межремонтного ресурса трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» после ремонта могут быть применены анаэробные герметики акрилового ряда.

3. Предел прочности пленок толщиной 0,1–0,3 мм из анаэробного герметика Loctite 620 составляет от 4–9 МПа, что вполне достаточно для обеспечения работоспособности трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус».

4. Эффективная температура эксплуатации пленок полимера Loctite 620 составляет 80–100 °С, что вполне удовлетворяет режимам эксплуатации коробок передач транспортных и технологических машин.

5. Исследование напряженно-деформированного состояния полимерных пленок методом фотоупругости показало, что максимальные напряжения имели место на оси симметрии модели, дуга контакта при этом составляла 180 градусов.

6. Качественная картина полос свидетельствует об идентичности напряженно-деформированного состояния модели клеевого соединения как для модели равномерного зазора, так и для моделей с эксцентриситетом.

7. Количество изоклин для всех моделей идентично и возрастает с увеличением нагрузки на модель.

Список литературы

1. Анилович В. Я., Водолаженко Ю. Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов : справ. пособие. М. : Машиностроение, 1976. 455 с.

2. Основы динамики и прочности машин / под ред. В. Л. Вейца. Л. : Изд-во ЛГУ, 1978. 232 с.

3. Поверхностная прочность металлов при трении / Б. И. Костецкий [и др.]. Киев : Техніка, 1976. 294 с.

4. Бакли Д. Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии / пер. с англ. М. : Машиностроение, 1986. 360 с.

5. Малышева Г. В. Склеивание в машиностроении : в 2-х т. М. : Наука и технологии, 2005. Т. 1. 545 с.

6. Технология полимерных материалов / А. Ф. Николаев [и др.] ; под ред. В. К. Крыжановского. СПб. : Профессия, 2008. 544 с.

7. Александров А. Я., Ахметзянов М. Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. М. : Наука, 1973. 576 с.

8. Шарафутдинов Г. З. Об основах метода интегральной фотоупругости // Вестник Московского университета. Сер. 1 : Математика и механика. 1995. № 5. С. 70–79.

9. Герасимов С. И. Применение метода фотоупругости для анализа остаточных напряжений в компакт-дисках // Прикладная механика и техническая физика. 2004. Т. 45. № 3. С. 176–180.

10. Жилкин В. А., Вахрушев В. В. Обоснование технологии ремонта посадочных отверстий под подшипники качения // Вестник ЧГАУ. 2008. № 53. С. 47–68.

11. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М. : Наука, 1979. 560 с.

Вахрушев Владимир Владимирович, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: my-disk21@yandex.ru.

Егоров Анатолий Васильевич, канд. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: my-disk21@yandex.ru.

Зубова Елена Витальевна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: my-disk21@yandex.ru.

* * *

МОДЕЛЬ, АЛГОРИТМ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ПАЛЬЦА ДВС

О. Г. Завьялов, Х. М. Ниязов

В статье приводится модель, алгоритм, программа и результаты расчетов оптимизации параметров подшипника скольжения поршневого пальца двигателя внутреннего сгорания. Построена приближенная математическая модель динамически нагруженных подшипников поршневого пальца ДВС с учетом методики расчета статически нагруженных подшипников скольжения. Приближенная математическая модель описывает взаимосвязь выходных параметров подшипников поршневого пальца с эксплуатационными и конструктивными факторами. Модель построена на основе методики М. В. Коровчинского по гидродинамическому расчету статически нагруженных подшипников скольжения. Решение задачи оптимизации производилось с помощью разработанной автором программы в среде MATLAB. Оптимизация осуществлялась методом градиентного (наискорейшего) спуска. На каждой итерации шаг находился из условия минимума функции независимой переменной. Перед началом работы с программой необходимо ввести заданные (неменяющиеся) параметры: давление подачи смазки; удельную теплоемкость масла; удельную массу масла; диаметр поршня. Затем указываются ограничения для следующих параметров: длины поршневой головки; диаметрального зазора подшипника; динамической вязкости масла; максимального гидродинамического давления; оценки динамической нагруженности подшипника в условиях полужидкостного и граничного трения; приращения температуры смазочного слоя; эксцентриситета; отношения длины поршневой головки к диаметру поршня. Искомыми параметрами являются: длина поршневой головки; диаметральный зазор подшипника; динамическая вязкость масла. Ввод исходных данных и вывод результатов расчетов осуществляется с помощью удобного интерфейса. Программа расчетов является законченным продуктом и может быть использована при конструировании подшипников скольжения двигателей.

Ключевые слова: оптимизация, метод градиентного спуска, подшипник, поршневой палец, гидродинамическая теория смазки.

Статья подготовлена в память о замечательном ученом – Вячеславе Ивановиче Суркине. Результаты исследований появились после многочисленных дискуссий и тщательной проверки результатов расчетов. Конечной целью исследований было создание программы по оптимизации конструкции подшипника поршневого пальца тракторного двигателя.

Приближенная математическая модель описывает взаимосвязь выходных параметров подшипников поршневого пальца с эксплуатационными и конструктивными факторами. Модель построена на основе методики М. В. Коровчинского по гидродинамическому расчету

статически нагруженных подшипников скольжения [1]. Решение задачи производилось с помощью разработанной автором программы в среде MATLAB. Оптимизация осуществлялась методом градиентного спуска. На каждой итерации шаг находился из условия минимума функции независимой переменной (методом наискорейшего спуска). Ввод исходных данных и вывод результатов расчетов осуществляется с помощью удобного интерфейса.

Цель исследования

Совершенствование конструктивных и эксплуатационных характеристик подшипников

поршневого пальца двигателя внутреннего сгорания (ППП ДВС).

Объектом исследования являются гидродинамические процессы в ППП ДВС.

Материалы и методы

Определяемые величины зависят от трех параметров [2, 11]: от угловой протяженности смазочного слоя или угла охвата (120° , 180°), от относительного эксцентриситета χ ($0,4 \div 0,99$) и от отношения длины поршневой головки к диаметру поршня l/d ($0,4 \div 1,5$). Рассматриваемые подшипники работают в условиях малых угловых скоростей шипа и низкой вязкости масла.

Перед началом работы с программой необходимо ввести заданные (неменяющиеся) параметры: давление подачи смазки; удельную теплоемкость масла; удельную массу масла; диаметр поршня. Вводятся следующие ограничения: длина поршневой головки l ; диаметральный зазор подшипника Δ ; динамическая вязкость масла μ ; максимальное гидродинамическое давление P_{\max} ; оценка динамической нагруженности подшипника в условиях полужидкостного и граничного трения P_z ; приращения температуры смазочного слоя ΔT ; эксцентриситет χ ; отношение длины поршневой головки к диаметру поршня l/d .

Искомые параметрами являются:

l – длина поршневой головки;

Δ – диаметральный зазор подшипника;

μ – динамическая вязкость масла.

Заданные (не меняющиеся параметры):

$P_z = 119\,424$ Н;

$P = 10\,470$ Н;

$\omega = 30,1$ с $^{-1}$;

$a = 0,039$ м;

$b = 0,002$ м;

$p_m = 400\,000$ Па – давление подачи смазки;

$c = 2094$ Дж/ (кг \cdot °С) – удельная теплоем-

кость масла;

$\gamma = 883$ гк/ м 3 – удельная масса масла;

$d = 0,06$ м – диаметр поршня.

Искомые параметры:

l – длина поршневой головки;

Δ – диаметральный зазор подшипника;

μ – динамическая вязкость масла.

Начальные значения:

$l = 0,049$ м;

$\Delta = 0,023$ м;

$\mu = 0,005$ м.

Ограничения:

$0,049 \leq l \leq 0,067$;

$0,045 \leq d \leq 0,06$;

$0,023 \leq \Delta \leq 0,056$;

$0,005 \leq \mu \leq 0,01$; $2 \leq h$;

$P_{\max} < 250$ МПа – максимальное гидродинамическое давление;

$P_z < 50$ МПа – критерий оценки динамической нагруженности подшипника в условиях полужидкостного и граничного трения;

$\Delta T < 40$ °С – приращение температуры смазочного слоя;

$0,04 \leq \chi \leq 0,99$ – эксцентриситет;

$0,4 \leq l/d \leq 1,5$ – отношение длины поршневой головки к диаметру поршня.

Математическая модель подшипника представляет собой систему уравнений по расчету его основных гидродинамических параметров:

$$\left\{ \begin{array}{l} h_{\min} = 0,5\Delta(1-\chi); \\ P_{\max} = k \frac{P}{ld}; \\ N = 0,5f P\omega d; \\ Q = 0,5\Delta\omega ld(q_1 + q_2 + q_3); \\ \Delta T = \frac{Pf}{lc\gamma\Delta(q_1 + q_2 + q_3)}. \end{array} \right. \quad (1)$$

Расчет входящих в математическую модель безразмерных параметров.

Относительный эксцентриситет χ :

$$\chi = \frac{\ln \left[\frac{P\Delta^2}{-A_1 \left(\frac{l}{d}\right)^2 + A_2 \left(\frac{l}{d}\right) - A_3} \right] \mu \omega l d^3}{A_4 \left(\frac{l}{d}\right)^2 - A_5 \left(\frac{l}{d}\right) + A_6}, \quad (2)$$

где $A_1 = 0,0066$; $A_2 = 0,0524$; $A_3 = 0,0152$; $A_4 = 1,085$; $A_5 = 3,3011$; $A_6 = 8,1291$ – коэффициенты аппроксимации;

l/d – отношение длины поршневой головки к диаметру поршня.

Минимальная толщина смазочного слоя определяется по формуле:

$$h_{\min} = 0,5\Delta(1-\chi), \text{ мкм}, \quad (3)$$

где k – коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$k = 1,7151 \left(\frac{l}{d}\right)^{-0,479} \left(\frac{P\Delta^2}{\mu\omega l d^3} \right)^{0,341 \left(\frac{l}{d}\right)^{0,216}}. \quad (4)$$

Максимальное гидродинамическое давление в смазочном слое определяется выражением:



$$p_{\max} = kp = k \frac{P}{ld}, \text{ Па.} \quad (5)$$

Аппроксимирующая формула для f/ψ имеет вид:

$$\frac{f}{\psi} = \left[A_1 \left(\frac{l}{d} \right)^{-A_2} \right] \chi^2 - \left[A_3 \left(\frac{l}{d} \right)^{-A_4} \right] \chi + A_5 \left(\frac{l}{d} \right)^{-A_6}, \quad (6)$$

где f – коэффициент трения скольжения:

$$f = \frac{f}{\psi} \psi = \frac{f}{\psi} \frac{\Delta}{d}, \quad (7)$$

$A_1 = 14,851; A_2 = 1,511; A_3 = 33,858; A_4 = 1,38; A_5 = 19,46; A_6 = 1,256.$

Потеря мощности на трение (количество теплоты, выделяющейся в подшипнике в единицу времени):

$$N = W = 0,5 f P \omega d, \text{ Вт.} \quad (8)$$

Коэффициент расхода смазки через торцы нагруженной зоны:

$$q_1 = - \left[A_1 \left(\frac{l}{d} \right)^2 - A_2 \left(\frac{l}{d} \right) + A_3 \right] \chi^2 + \left[A_4 \left(\frac{l}{d} \right)^2 - A_5 \left(\frac{l}{d} \right) + A_6 \right] \chi - \left[A_7 \left(\frac{l}{d} \right)^2 - A_8 \left(\frac{l}{d} \right) + A_9 \right], \quad (9)$$

где $A_1 = 0,193; A_2 = 0,7179; A_3 = 0,8627; A_4 = 0,3379; A_5 = 1,1429; A_6 = 1,236; A_7 = 0,0887; A_8 = 0,2714; A_9 = 0,2481.$

Коэффициент расхода смазки через торцы ненагруженной зоны:

$$q_2 = \frac{\left(A_1 \chi^2 + A_2 \chi + A_3 \right) \Delta^2 p_M}{\mu \omega l^2}, \quad (10)$$

где $A_1 = 0,3558; A_2 = 0,1131; A_3 = 0,1833;$

p_M – давление подачи смазки.

Коэффициент, учитывающий увеличение расхода смазки через торцы при наличии на поверхности подшипника двух боковых карманов:

$$q_3 = \frac{\left(-A_1 \chi^2 + A_2 \chi - A_3 \right) \Delta^2 a b p_M}{\mu \omega l^2 d 0,5 (l-a)}, \quad (11)$$

где $A_1 = 0,3848; A_2 = 0,5276; A_3 = 0,0479;$

a, b – ширина и высота масляного кармана.

Безразмерный коэффициент истечения смазки, вычисляемый по формуле:

$$q = q_1 + q_2 + q_3. \quad (12)$$

Количество смазки, вытекающей через торцы подшипника в единицу времени:

$$Q = 0,5 \Delta \omega l d q, \text{ л.} \quad (13)$$

Величина приращения температуры смазочного слоя:

$$\Delta T = \frac{P f}{l c \gamma \Delta q}, \quad (14)$$

где c – удельная теплоемкость масла;

γ – удельная масса масла.

Решение оптимизационной задачи зависит от того, какие основные требования предъявляются к объекту оптимизации. Для подшипников скольжения такими требованиями могут быть: работа с минимальным расходом смазки и одновременно с минимальным приращением температуры смазочного слоя; работа с минимальным расходом смазки и минимальным коэффициентом трения; работа с минимальным относительным эксцентриситетом и минимальным коэффициентом трения и т.д.

В диссертации Н. М. Ниязова [11] было показано, что в настоящее время в развитии конструкций подшипников головка шатуна – палец наблюдается тенденция к уменьшению количества подаваемого в них масла. Наиболее сложным на этом пути является сохранение предельной температуры подшипника на уровне ниже критического. С учетом этого в процессе оптимизации осуществляется поиск таких управляющих параметров l, Δ, μ , которые обеспечили бы максимальное снижение расхода смазки Q при минимальном приращении температуры смазочного слоя ΔT .

$$V = 10^8 Q + \Delta T - \min. \quad (15)$$

Оптимизация параметров подшипника осуществляется методом градиентного спуска [2, 3].

Определяемые величины зависят от трех параметров: от угловой протяженности смазочного слоя или угла охвата ($120^\circ, 180^\circ$), от относительного эксцентриситета χ ($0,4 \div 0,99$) и от

отношения l/d ($0,4 \div 1,5$). Рассматриваемые подшипники работают в условиях малых угловых скоростей шипа и низкой вязкости масла.

Приведем алгоритм оптимизации методом наискорейшего спуска [2]:

1. Ввод данных.
2. Выбираются начальные параметры l , δ , μ . Обращение к процедуре вычисления целевой функции V .
3. Вычисление приближенных значений составляющих функции цели:

$$\text{grad}V \approx \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_i}{\Delta X_i} \vec{j}_i. \quad (16)$$

4. Вычисление и оценка условия окончания поиска:

$$\sum_{i=1}^n |\text{grad}V| \leq E, \quad (17)$$

где E – характеризует точность поиска.

5. Перемещение по вектору антиградиента и вычисление новых параметров

$$\frac{L}{D_{i+1}} = \frac{L}{D_i} - a_1 \text{grad}V \left(\frac{L}{D} \right); \delta_{i+1} = \delta_i - a_1 \text{grad}V(\delta);$$

$$\mu_{i+1} = \mu_i - a_1 \text{grad}V(\mu). \quad (18)$$

При достижении параметра границы движение по нему прекращается и значение принимается равным граничному.

6. Проверка в каждой новой точке выполнения ограничений. Если ограничения выполняются, осуществляется переход к 10.

7. Построение ограничительной функции.
8. Вычисление градиента функции $q(j; \delta; \mu)$.
9. Перемещение по вектору антиградиента функции $q(j; \delta; \mu)$ до тех пор, пока все ограничения не будут выполнены.

10. Вычисление приращения функции

$$\Delta V = V_i - V_{i-1}. \quad (19)$$

При выполнении условий $\Delta V \geq 0$ перемещение по вектору антиградиента V прекращается.

11. Если нарушены ограничения, переход к 13.

12. Переход к 3.

13. Вывод результатов.

Оптимизация среднецикловых гидродинамических параметров подшипника поршневого пальца ДВС осуществляется по схеме, представленной на рисунке 1. Основными структурными элементами схемы являются:

математическая модель подшипника, входные и выходные параметры, система ограничений, функция цели, процедура поиска оптимальных параметров.

Интерфейс программы представлен на рисунке 2.

При заданных ограничениях и входных параметрах программа позволяет рассчитать оптимальные размеры подшипника. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Выводы

Разработана математическая модель подшипника поршневого пальца ДВС, пригодная для оптимизации его гидродинамических параметров. Создана методика оптимизации гидродинамических параметров подшипника. Разработаны алгоритм и программа оптимизации подшипника поршневого пальца ДВС. При заданных ограничениях и входных параметрах программа позволяет рассчитать оптимальные размеры подшипника. Результаты расчетов позволяют получить практические рекомендации по совершенствованию конструкций подшипников.

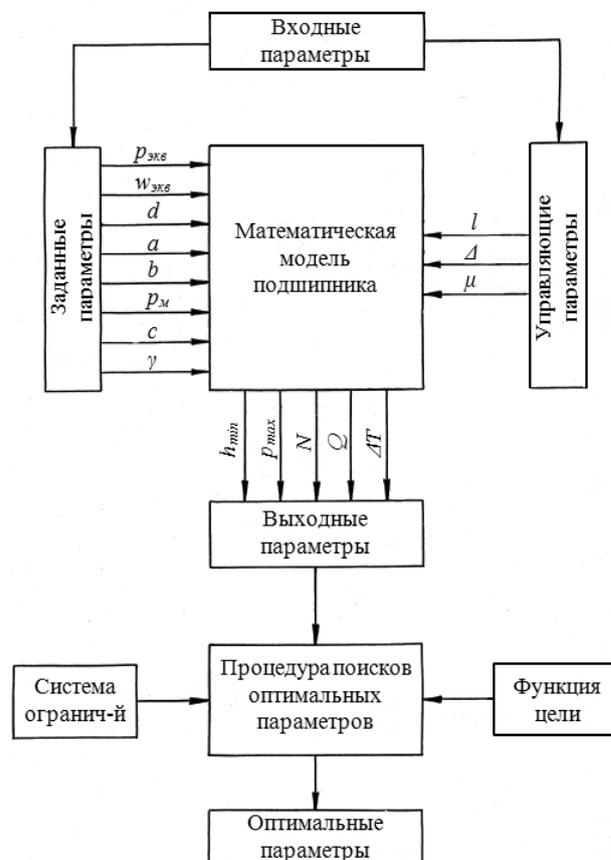


Рис. 1. Структурная схема оптимизации



Ограничения

Длина поршневой головки l = < l < м

Наружный диаметр поршневого кольца d = < d < м

Диаметральный зазор подшипника Δ = < Δ < м

Динамическая вязкость масла μ = < μ < Па·с

Минимальная толщина смазочного слоя h_{\min} > мкм

Эксцентриситет e = < e < м

Максимальное гидродинамическое давление в смазочном слое p_{\max} < мПа

Приращение температуры смазочного слоя ΔT = < ΔT < град С

Заданные параметры

P_z = Н

P = Н

$\omega_{\text{экв}}$ = с⁻¹

a = м

b = м

p_m = Па

c = Дж / кг · град

γ = гк / м³

d = м

Искомые параметры

Длина поршневой головки l = м

Диаметральный зазор подшипника Δ = м

Динамическая вязкость масла μ = Па·с

Функция цели V =

Мин. толщина смаз. слоя h = м

Макс. гидр. давление в смаз. слое P_{\max} = мПа

Кол-во смазки через торцы в ед. времени Q = м³/с

Приращение темп. смаз. слоя ΔT = град С

Отношение длины к диаметру поршня l/d =

Потеря мощности на трение N = Вт

Шаг при решении задачи

Шаг оптимизации для l =

Шаг оптимизации для Δ =

Шаг оптимизации для μ =

Рис. 2. Интерфейс разработанной автором программы оптимизации

Таблица 1 – Оптимизация среднецикловых гидродинамических параметров подшипника головка шатуна – палец двигателя 8ДВТ-330

Параметры	Единицы измерения	Вариант 1	Вариант 2
		(подача смазки через канал в стержне шатуна)	(подача смазки через дренажные отверстия в головке шатуна)
Заданные параметры			
$P_{\text{ЭКВ}}$	Н	13 471	13 471
$\omega_{\text{ЭКВ}}$	с ⁻¹	30,1	30,1
d	м	0,06	0,06
a	м	0,039	0,039
b	м	0,002	0,048
p_m	Па	400 000	50 000
c	Дж/кг·°С	2094	2094
γ	кг/м ³	883	883
Система ограничений			
l	м	0,049–067	0,049–067
Δ	м	$\geq 23 \cdot 10^{-6}$	$\geq 23 \cdot 10^{-6}$
μ	Па·с	0,0045–009	0,0045–009
h_{\min}	м	$\geq 2 \cdot 10^{-6}$	$\geq 2 \cdot 10^{-6}$
p_{\max}	Па	$\leq 250 \cdot 10^6$	$\leq 250 \cdot 10^6$
ΔT	°С	≤ 50	≤ 50
Функция цели			
V		$14,8 \cdot 10^6 Q + \Delta T \rightarrow \min$	$98,5 \cdot 10^6 Q + \Delta T \rightarrow \min$
Оптимальные параметры			
l	м	0,049	0,049
Δ	м	$23 \cdot 10^{-6}$	$23 \cdot 10^{-6}$
μ	Па·с	0,0060	0,0060
h_{\min}	м	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
p_{\max}	Па	$11 \cdot 10^6$	$11 \cdot 10^6$
N	Вт	9	9
Q	м ³ /с	$35 \cdot 10^{-8}$	$16 \cdot 10^{-8}$
ΔT	°С	14	31

Список литературы

1. Коровчинский М. В. Теоретические основы работы подшипников скольжения. М. : Машгиз, 1959. 106 с.
2. Суркин В. И., Курчатов Б. В. Смазка тракторных двигателей : монография. Челябинск : ЧГАА, 2009. 226 с.
3. Соловьев И. А., Червяков А. В., Репин А. Ю. Вычислительная математика на смартфонах, коммуникаторах и ноутбуках с использованием программных сред Python : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2011. 272 с.
4. Бледных В. В. Исследование операций в сельском хозяйстве и агроинженерии. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 152 с.
5. Копченова Н. В., Марон И. А. Вычислительная математика в примерах и задачах : учеб. пособие. 3-е изд., стер. СПб. : Лань, 2009. 368 с.
6. Волков Е. А. Численные методы : учеб. пособие. 5-е изд., стер. СПб. : Лань, 2008. 256 с.
7. Киреев В. И., Пантелеев А. В. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие. М. : Высш. шк., 2006. 480 с.
8. Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование: механические системы и конструкции / пер. с англ. М. : Мир, 1983. 478 с.
9. Гриценко А. В., Плаксин А. М. Оптимизация процесса диагностирования автотракторной техники минимизацией затрат // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 63. С. 42–46.
10. Плаксин А. М., Качурин В. В. Взаимосвязь процессов использования и восстановления работоспособности машинно-тракторных агрегатов в растениеводстве // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 63. С. 74–77.
11. Ниязов Х. М. Моделирование и оптимизация гидродинамических параметров подшипников поршневого пальца ДВС : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2013. 160 с.
12. Жилкин В. А. Лекции по курсу «Специальные главы математики» : учеб. пособие ; в 2 томах. Челябинск : ЧГАА, 2014. Т. II. 315 с.

Завьялов Олег Геннадьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: exp271@csaa.ru.

Ниязов Хаммет Магзумьянович, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: niyazovhammat@mail.ru.

* * *

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

А. Н. Козлов

Разработана программа контроля и управления технологией доения в коровниках с привязным содержанием на линейных установках типа молокопровод. Она обеспечивает программируемую оптимизацию управления доением. В частности, оценивается работа операторов машинного доения по продолжительности преддоильной подготовки и своевременному началу и окончанию доения коров. На световом табло контроллера доения получаем визуальную сводку событий в процессе доения каждой коровы. На нем отображается график потока молока за каждые 15 секунд, процент выдоенности за две минуты, средняя и максимальная интенсивность доения, температура тела и количество соматических клеток свыше заданных, а также световая сигнализация завершения доения коровы и заболеваемости ее вымени субклинической формой мастита. Для обеспечения технологии доения на цифровом табло в начале доения коровы, при подключении доильного аппарата, загорается цифра 60. Она означает необходимую продолжительность подготовки коровы к доению в секундах. Отсчет времени на табло происходит в сторону нуля. Только при достижении нулевого значения мастер машинного доения должен произвести надевание доильного аппарата на вымя коровы. Контролер машинного доения оборудован загрузочным портом и может осуществлять передачу данных. В блоке памяти каждого контроллера хранится полная информация по параметрам доения каждой из 60 выдоенных коров. На молочных фермах Челябинской области данными контроллерами доения оборудованы более 40 линейных доильных установок типа молокопровод общей численностью более 300 единиц. Ресурс их работы превысил семь лет. Предлагаемая система контроля и управления не имеет аналогов и учитывает отклонения от средних значений за предыдущие десять дней. По этим данным производятся составление отчетов по продуктивности, заболеваемости вымени коров субклинической формой мастита и т.д. Программа позволяет иметь систему управления воспроизводством стада.

Ключевые слова: технология доения, программа контроля и управления, карточка коровы, отчет.

В молочном животноводстве проблемой является уменьшение затрат на производство молока, увеличение производительности труда, продуктивного долголетия коров [1–4] и создания адекватного доильного оборудования [5–9].

В настоящее время на линейных доильных установках выдаивается большинство дойного поголовья и для данного типа установок не имеется широко разработанных информационных программ. Доение коров на линейных установках до 2020 года России предполагается в количестве до 60%.

При машинном доении коров операторы должны руководствоваться фундамен-

тальными положениями по физиологии молоковыведения.

Важнейшим технологическим требованием к процессу выдаивания молока из вымени аппаратом, учитывая ограниченность во времени выведения молока из альвеол, должна быть строгая очередность и непрерывность выполнения всех доильных операций.

Доение коровы нельзя прерывать, замедлять или нарушать, так как это тормозит молокоотдачу. В правилах машинного доения коров это требование закреплено тем, что на преддоильную подготовку вымени до надевания стаканов на соски вымени отводится 1 минута [10].

Мастер машинного доения при работе на линейных установках не получает информации о том, возбужден ли у коровы рефлекс молокоотдачи, полноценен ли он и как протекает. Поэтому коровы не выдаиваются полноценно и заболевают маститом. В то же время мастер машинного доения не получает достоверной информации и о необходимости проведения заключительных операций машинного доения. У коров происходит в начале и конце доения эффект холостого доения, и они заболевают субклинической формой мастита (до 40...60%) [5, 6]. Своевременные автоматизированные системы управления технологическими процессами в молочном животноводстве сложны, не обеспечивают высокий уровень контроля за технологическими процессами [11–19] и снижают технологический эффект от использования нового оборудования [2].

Предлагается переоборудовать существующий доильный аппарат для обеспечения контроля и управления технологией доения электромагнитным пульсатором, датчиком потока молока и электронным устройством (контроллером), преобразующим интенсивность молоковыведения в технологические показатели доения. Также обязательным условием является

свето-цифровая индикация необходимой продолжительности подготовки коровы к доению. На цифровом табло контроллера в начале доения коровы при подключении доильного аппарата загорается цифра 60. Она означает необходимую продолжительность подготовки коровы к доению в секундах. Отсчет времени на табло происходит в сторону нуля. Только при достижении нулевого значения мастер машинного доения должен произвести надевание доильного аппарата на вымя коровы.

Для разработки данной информационной программы вводим следующие функциональные ограничения (рис. 1).

Цель работы – повышение эффективности контроля и управления технологическими процессами на молочных фермах путем разработки автоматизированной информационной программы.

Разработана программа для контроля и управления молочной фермой (ПКУМФ). Она предназначена для автоматизированного контроля и управления организационно-технологическими процессами молочных ферм с привязным содержанием коров и доением на установках типа молокопровод.

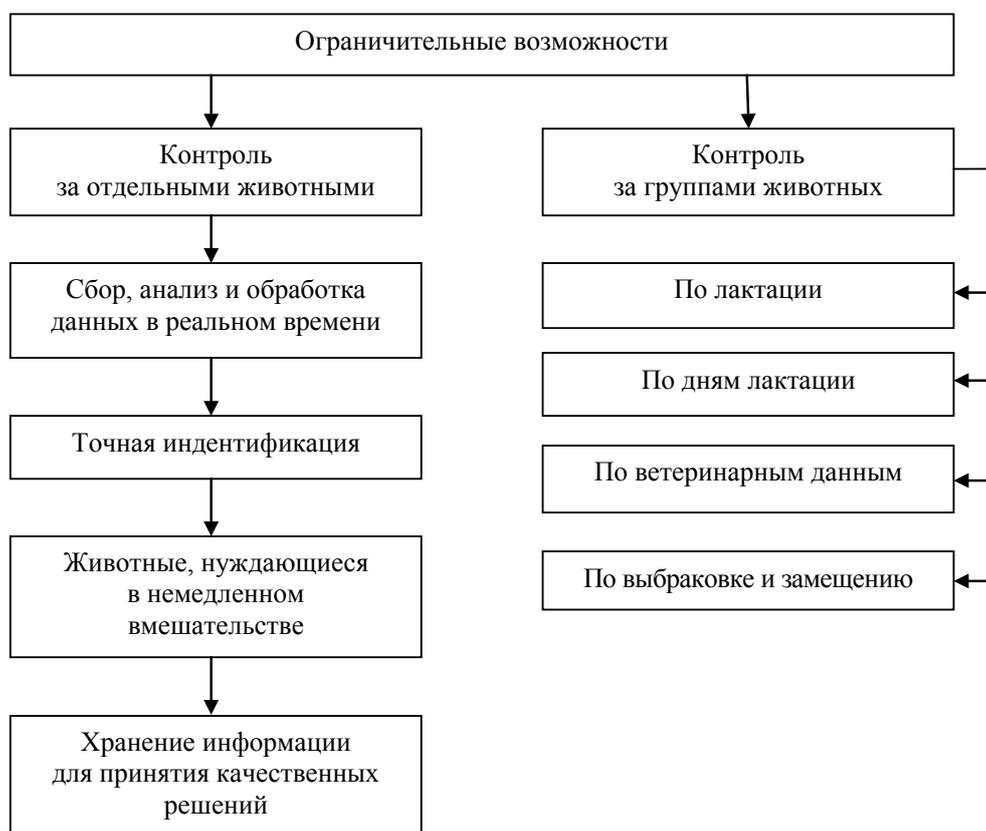


Рис. 1. Функциональные ограничения систем управления молочным поголовьем



ПКУМФ рассчитана на ферму с поголовьем до 200 коров.

Она позволяет производить:

- сбор технологической информации и формирование базы данных;
- информационно-вычислительное обеспечение оперативного контроля и управления производством молока.

Программа (рис. 2) позволяет, как и большинство аналогичных разработок, иметь информационную систему управления воспроизводством стада крупного рогатого скота.

Наличие селектора животного и инструментов фильтрации обеспечивает просмотр информации о животных на ферме. Имеется **карточка коровы**.

Информационная система управления основана на использовании реляционной модели. Данные в ней представлены в виде двумерных таблиц. В реляционных системах таблицу называют отношением, строку называют кортежем, а столбец – атрибутом. Отношение содержит две части – заголовок и собственно содержательную часть. Заголовок содержит конечное множество атрибутов, а содержательная часть (тело отношения) – множество пар имени атрибута и его значения. Например, НОМЕР ЖИВОТНОГО, ГРУППА (ЦЕХ), ДАТА ПЕРЕВОДА В ГРУППУ, НОМЕР СЕКЦИИ, содержащиеся в заголовке, являются атрибутами, а пары НОМЕР ЖИВОТНОГО – 100 или ДАТА ПЕРЕВОДА В ГРУППУ – 10.01.2016 г. являются элементами тела отношения.

В программе вся текущая информация ежедневно от дойки к дойки обрабатывается и заносится в одиннадцать отношений (таблиц). На рисунке 2 они представлены в виде отчетов за

последние десять дней, за месяц, за год и т.д., что позволяет решать задачи текущего (суточного), оперативного (от суток до месяца) и годового (от месяца до года) управления стадом. Все оценочные показатели за любой день даны в сравнении с показаниями за девять предыдущих дней. Если имеются цифровые различия по конкретным коровам, то только данные животные попадают в систему представленных отчетов по группе коров закрепленных за одной дояркой. Это позволяет производить быстрый и компактный оперативный контроль за любой временной день по группе коров. Проанализируем некоторые из отчетов.

Отчет за десять дней. Отчет за десять дней содержит общие групповые и средние показатели по продуктивности, средней продолжительности выдаивания, заболеваемости вымени коров субклинической формой мастита, нарушение технологической подготовки к доению, начало и окончание дойки.

Особый интерес представляют оценочные показатели представленные на рисунке 3. Первоначальные из них, это среднее время доения одной коровы в группе, количество маститных коров и нарушений подготовки коров к процессу доения. Важными показателями являются количество тугодойных коров и начало и окончание процесса доения группы коров. При традиционной технологии доения мастера машинного доения не в состоянии контролировать процесс доения.

Специалист имеет возможность найти конкретных коров с отклонениями по интересующему его показателю в определенный день (см. рис. 3). В качестве оценочного показателя, например, выбрали показатель *нарушение подготовки коровы к доению в группе № 7* (см. рис. 3).

Ферма Коровник Корпус Группа	Войти под администратор		
	Отчет за последние 10 дней	Отчет за месяц	Отчет за год
	Отчет по коровам с отклонениями	Отчет по нарушениям	Групповой отчет
	Общий список коров	Коровы для осеменения	Поиск коров
	Импорт данных		Справка

Рис. 2. Функциональные возможности программы

Специалист пожелал выявить не подготовленных к доению коров за 12 января 2016 г. и получил информацию в виде рисунка 4.

У первой коровы № 708 (кличка Монашка) в этот день за первые 15 секунд и с 30 по 60 секунду количество надоев молока резко снизилось по сравнению с другими периодами времени. Недостаточное количество молока за

первые 15 секунд с имеющим место значительным ростом надоев молока с 15 по 30 секунды свидетельствует о нарушении условного рефлекса молокоотдачи, а низкий уровень потока молока с 30 по 60 секунды свидетельствует о нарушении безусловного рефлекса молокоотдачи. Аналогичные нарушения выявлены и у коровы № 712 (кличка Карамелька).

Отчет за 10 дней от 15 января 2016 СХП «Калуга-Соловьевское»
Мастер машинного доения – Соловьева В. В.

Показатели	05.02	06.02	07.02	08.02	09.02	10.02	11.02	12.02	13.02	14.02	Среднее	Дельта, +/-	Дельта, %
Количество дойных коров	35	35	34	35	37	37	37	37	37	37	31,9	5,1	16
Валовый надой, кг	713,2	733	573,1	725	759,2	762,3	756,3	734,3	616,6	631,6	639,6	-8	1,3
Удой на корову, кг	20,4	20,9	16,9	20,7	20,5	20,6	20,4	19,8	16,7	17,1	17,8	-0,7	-4,2
Среднее время доен. 1 кор. мин	5 мин 48 с	5 мин 36 с	5 мин 46 с	5 мин 48 с	6 мин 8 с	5 мин 47 с	5 мин 34 с	5 мин 34 с	5 мин 20 с	5 мин 30 с	5 мин 7 с	0 мин 23 с	7,6
Маститные коровы	1	1	1	4	3	3	3	0	0	0	1,8	-1,8	-100
Нарушение подготовки коров	1	1	1	1	0	1	0	2	0	0	0,8	-0,8	-100
Количество тугодойных коров	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Начало утренней дойки	06:29	06:21	06:23	06:00	06:03	06:12	06:03	06:47	06:10	06:10			
Окончание утренней дойки	09:36	09:09	09:24	09:05	09:05	09:10	09:53	09:33	09:02	09:59			
Начало вечерней дойки	18:16	18:09	18:05	18:13	18:17	17:50	18:11	18:10	18:13	18:23			
Окончание вечерней дойки	21:02	20:40	20:46	20:57	21:09	21:06	20:53	20:39	21:03	21:11			

Рис. 3. Табличное представление «Отчет за последние 10 дней»

Заккрыть

Печать отчета

Оценка степени подготовленности коров по интенсивности молоковыведения от 12.01.2016. СХП «Калуга-Соловьевское»
Мастер машинного доения – Соловьева В. В.

Идентификатор	Кличка	Интенсивность молоковыведения				График
		15 с	30 с	60 с	120 с	
708	Монашка	0,4	1,6	0,4	2,6	
712	Карамелька	2	3,6	1,6	3,6	

Рис. 4. Табличное представление отчета по недостаточной продолжительности (менее 60 с) подготовки коров к доению



Таким образом, можем выявить оперативно в каждой группе больных животных в начальной фазе субклинической формой мастита, тугодойных и неподготовленных к доению коров и т.д. **Отчет по коровам с отклонениями.** Отчет по коровам с отклонениями имеет целью представления по группе коров всех выявленных животных по одной или нескольким отклонениям от среднего значения за десять дней (рис. 5).

В качестве системного устройства, осуществляющего связь между программой «ПКУМФ» с доильными аппаратами, используется контроллер. Он имеет расширенную базу данных по регистрации технологического процесса доения коров (9 параметров). На дисплее контроллера высвечивается порядковый номер дойки, индивидуальный номер животного, температура молока, общий удой, график потока молока, время дойки, время подготовки коровы, наличие в молоке соматических клеток, количество молока, в %, за первые 2 минуты.

В первичной информации, снятой с контроллера считывающим устройством на карту памяти, имеется более расширенная информация. Интерес представляют данные по времени одевания аппарата на вымя от начала подготовки и появления первых струек молока. Это позволяет обеспечивать такие установочные режимы его работы, которые соответствуют выполнению технологии машинного доения согласно правилам машинного доения.

Мастера машинного доения не могут осуществлять доение коров без выявления обычных нарушений, имеющих широкое место в практике машинного доения.

Отчет по коровам с отклонениями
от 10 января 2016 г. СХП «Калуга-Соловьевское».
Мастер машинного доения – Соловьева В. В.

№ п/п	№ коровы	Имя коровы	Причина
1	608	Кувшина	Снижение удоя
2	609	Фрося	Мастит
3	615	Кукушка	Мастит
4	634	Красивая	Подготовка менее 60 с
5	635	Косорина	Снижение удоя
6	637	Красава	Мастит
7	638	Снежана	Снижение удоя
8	646	Квета	Снижение удоя
9	706	Умка	Подготовка менее 60 с

Рис. 5. Табличное представление «Отчет по коровам с отклонениями»

Отчет за месяц. Данная функция предназначена для вывода ежедневной информации за месяц о количестве коров, валовому надою и надою на одну корову молока.

Отчет за год. Данная функция предназначена для вывода общей по всему стаду месячной информации за год о количестве коров, валовому надою и надою на одну корову молока.

Отчет по нарушениям. В данный отчет попадают коровы с ошибочно набранным идентификационным номером, невведенным номером или повторяющиеся номера коров.

Групповой отчет. Отображает данные «отчета за последние десять дней» в виде таблицы с последующей возможностью распечатки.

Общий список коров. Выводится общий список коров по всему коровнику.

Коровы для осеменения. В этом отчете выводятся коровы с предполагаемой на данный день периодом охоты.

Поиск коровы. Данная функция позволяет найти корову из общего списка коров с последующим выводом «отчета за последние десять дней».

Импорт данных. Данная функция предназначена для автоматического переноса данных с контроллера доения в программу «ПКУМФ».

Справка. Данная функция выводит пошаговую инструкцию пользованием программой.

На молочных фермах Челябинской области контроллерами доения оборудованы более 40 линейных доильных установок типа молокопровод общей численностью более 300 единиц. Ресурс их работы превысил семь лет.

Рекомендации при использовании программы ПКУМФ

1. Возможность получения данных о заболеваемости субклинической формой мастита у коров по измеренной электропроводности на ранней стадии заболеваемости.

2. Получаем оценку качества подготовительно-заключительной работы мастера машинного доения в каждую дойку, что является одной из главных причин снижения продуктивности в период раздоя коров

3. Выявляются заболевания коров по повышенной температуре выдоенного молока от каждой коровы.

4. Сохраняется анализируемая информация в специальной программе ПКУМФ в течение длительного времени.

5. Программа ПКУМФ превышает возможности программных продуктов систем управления многих доильных залов.

Выводы

1. Новизной предлагаемой программы ПКУМФ является, во-первых, возможность установки и записи в контроллере продолжительности подготовки мастером машинного доения коров и, главное, оценки качества подготовки вымени к доению по латентному периоду и, во-вторых, возможность получать достоверную информацию, сравнивая текущие параметры с отклонениями от данных за предыдущие десять дней доения.

2. Контроллер доения не имеет аналогов по совокупности параметров оценки процесса машинного доения как по интенсивности молоковыведения, так и по качеству молока и состоянию здоровья животных.

Список литературы

1. Сушков С. Ю. Стратегия развития Челябинской области в сфере агропромышленного комплекса // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 9–12.

2. Мишуров Н. П., Кузьмина Т. Н. Тенденции развития техники для молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 3(19). С. 13–20.

3. Морозов Н. М. Развитие машинных технологий и систем технических средств для механизации и автоматизации процессов в животноводстве // Техника и оборудование для села. 2013. № 8. С. 2–7.

4. Закревский А. О. Как избежать проблем при доении? // Сельскохозяйственные вести. 2005. № 1. С. 1–2.

5. Козлов А. Н. Эффективность механической стимуляции коров в процессе молокоотдачи // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 57–62.

6. Козлов А. Н. Анализ технического состояния доильных установок // Вестник ЧГАУ. 2006. Т. 48. С. 80–85.

7. Козлов А. Н. Методика диагностирования сосковой резины доильного аппарата // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 57–60.

8. Особенности роботизированной технологии доения высокопродуктивных коров на современных комплексах / Е. А. Тяпугин, С. Е. Тяпу-

гин, В. К. Углин, В. Е. Никифоров // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 2. С. 57–58.

9. Кормановский Л. П., Текулев И. К. Опыт эксплуатации доильных роботов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 3. С. 6–7.

10. Правила машинного доения. М. : Агропромиздат, 1989. 38 с.

11. Автоматизированная система управления стадом в условиях мегафермы / Н. И. Морозова, Ф. А. Мусаев, С. Р. Подоль, М. А. Ульякина // Молочная промышленность. 2014. № 5. С. 33–34.

12. Мишуров Н. П. Информационный менеджмент молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 4(16). С. 41–48.

13. Краусп В. Р., Степанов А. Н. Автоматизированная информационная система управления воспроизводством животных // Техника в сельском хозяйстве. 2007. № 2. С. 5–7.

14. Краусп В. Р. Стратегия развития автоматизированных технологий в животноводстве // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 8. С. 3–8.

15. Краусп В. Р., Степанов А. Н. Информационно-логическая модель базы данных «Автоматизированная информационная система управления воспроизводством стада КРС» // МЭСХ. 2006. № 11. С. 14–16.

16. Краусп В. Р. АСУТП молочной фермы беспривязного содержания высокоудойных коров «АИСУ-400» // Научные труды ВНИИ электрификации с. х. 1997. № 83. С. 68–83.

17. Хоцко Л. Г., Козлова Н. П., Муравьев Н. А. Интегрированная автоматизированная система контроля и управления молочной фермой // Автоматизация с.-х. производства : тезисный доклад междунар. науч.-техн. конференции (г. Углич, 13–16 мая 1997 г.). М., 1997. Т. 2. С. 40–41.

18. Нагорский С. И., Шеповалов В. Д. Направление развития АСУТП обслуживания животных // Автоматизация с.-х. производства : тезисный доклад междунар. науч.-техн. конференции (г. Углич, 13–16 мая 1997 г.). М., 1997. Т. 2. С. 39.

19. Алябьев Е. В. Автоматическая система управления продуктивностью коров // Техника в сельском хозяйстве. 1989. № 5. С. 4.

Козлов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: alkoz2@yandex.ru.

* * *

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ДОЕНИЯ**А. Н. Козлов, А. Ж. Акымбеков, У. Н. Нурдан, А. А. Хрящиков**

Одной из причин нестабильного повышения молочной продуктивности животных является невыполнение операторами технологии машинного доения. Это приводит к самозапуску, заболеванию маститом и прекращению секреции молока вымени коров. Очевидно, что постоянный контроль специалистов за выполнением операторами технологии машинного доения трудно осуществим. Массовое внедрение контроллеров машинного доения на фермах Челябинской области позволило выявить их высокую эффективность. Ранее полученные хронометражные данные по продолжительности подготовительно-заключительных операций машинного доения оказались некорректно завышенными. Это подтвердили массовые исследования с применением регистрации продолжительности операций электронными индивидуальными контроллерами. Они выявили недопустимо низкую десятисекундную продолжительность подготовительно-заключительных операций при машинном доении коров. Анализ гистограмм распределения случайных величин продолжительности доения, машинного удоя, процента выдоенности за 2 минуты и процента наступления максимальной интенсивности доения при данной технологии выявил их неэффективность. Она заключается в том, что эти низкие показатели, полученные у коров 2–4 месяца лактации, сопоставимы с показателями у коров 6–7 месяца лактации при 60-секундной подготовке вымени. Показатели машинного доения при 60-секундной подготовке вымени у коров 2–4 месяца лактации имеют следующую закономерность. Величина машинного удоя имеет разброс среднеквадратического отклонения в 2 раза ниже, чем у коров аналогичного периода лактации при 10-секундной подготовке вымени. Процент выдоенности за 2 минуты превышает 50% уровень, что свидетельствует о полной реализации рефлекса молокоотдачи. Данный показатель у коров 2–4 месяца лактации при 10-секундной подготовке вымени в 2 раза ниже. Представленные распределения случайных величин показателей интенсивности доения относятся к нормальным по приближению биномиального распределения, что позволило сопоставлять данные с вероятностью 0,95.

Ключевые слова: технология машинного доения, преддоильная подготовка вымени, гистограммы распределения, математическое ожидание выборки, среднеквадратическое отклонение, дисперсия, асимметрия, эксцесс, контроллер доения.

Сложность технологии машинного доения обусловлена взаимодействием биологических и механической систем «человек – животное – техника». Надежное функционирование такой технологии должно обеспечиваться адаптивными техническими средствами [1–9].

Имеющие место технологические нарушения при подготовке коров к доению снижают за год их продуктивность на 500...1500 кг [10]. Коэффициент полезного действия оператора машинного доения с учетом принципа независимости работы элементов эргатических систем, значителен и составляет 47,4% [11]. Поэтому важна функциональная надежность оператора

и ее можно повысить с помощью тренажеров [11]. Недопустимы стрессовые ситуации, снижающие продуктивность коров, при выполнении всех технологических процессов [12–14]. В рекомендациях по правилам машинного доения [15] определены перечень, очередность и необходимая продолжительность подготовительных операций при подготовке коров к доению (60 секунд). Нарушение длительности преддоильной подготовки (менее 60 секунд) снижает физиологический раздой животных и приводит к холостому доению. Оно возникает и при невыполнении заключительных операций машинного доения. Холостое доение в начале

и в конце доения является одной из причин заболевания вымени коров маститом [16, 17].

Задачи исследований

1. Изучить закономерность изменения продолжительности подготовительных операций, осуществляемых операторами машинного доения, при одновременной регистрации нескольких групп коров.

2. Изучить закономерности интенсивности молоковыведения у коров разной стадии лактации при полноценной подготовке вымени (60 с).

3. Изучить закономерности интенсивности молоковыведения у коров при неполноценной подготовке вымени.

Цель исследований: выявить эффективность влияния продолжительности преддоильной подготовки коров к доению на параметры интенсивности молоковыведения.

Методика исследований

Регистрация продолжительности подготовительных операций, осуществляемых операторами машинного доения, и параметров интенсивности молоковыведения проводилась электронными индивидуальными контроллерами. Они позволили получить одновременно большой массив данных с нескольких молочных комплексов и исключить влияние человеческого фактора на достоверность исследования. На молочном комплексе ОАО СХП «Калуга-Соловьевское» в контроллерах доения была включена функция «время подготовки». Она была установлена на 60 секунд, что соответствует правилам машинного доения. На молочном комплексе ОАО СХП «Троицкое» в контроллерах доения не была включена функция «время подготовки».

Общая методика и приемы

Коровы черно-пестрой породы, на всех стадиях лактации, с удоем 5500...6500 литров в год. Содержание привязное и стойловое в течение года, с двукратным доением в молокопровод. Опыты проводились в коровниках на трех группах коров общей численностью 500 голов. Мастер машинного доения, перед началом подготовки вымени, включал в работу электронный индивидуальный контроллер доения. Он регистрировал продолжительность подготовительных операций и параметры интенсивности молоковыведения. Все показатели от 60 коров сохранялись в памяти контроллера. Они в процессе доения отображались на дисплее.

Оценку гистограмм распределения случайных величин производили по среднеквадратическому отклонению, эксцессу и асимметрии, при доверительной вероятности 0,95. Приведенные в работе распределения случайной выборки исследований по данным оценочным показателям можно считать нормальными.

Результаты исследований

Математическое ожидание выборки по продолжительности подготовки коров к доению (рис. 1) при массовой проверке около 1600 голов, независимой от человеческого фактора, составила 10,243 секунд.

Данная продолжительность подготовки коров к доению операторами обеспечивает только минимальную гигиеническую обработку вымени. Такие технологические операции, как продолжительный массаж, сдавливание первых струек молока, обтирание вымени чистой салфеткой фактически невыполнимы. Это вызвало установление на молочных комплексах электронных контроллеров доения Specialist фирмы AIC Corp (США).

Графическим анализом представленных распределений случайных величин (рис. 2, 3, 4) показано, что они относятся к нормальным приближению биномиального распределения. С заметной вероятностью, с учетом их числовых значений, обладают данные по первой – третьей серий опытов (табл. 1, 2, 3).

Анализ гистограмм случайных величин коэффициентов асимметрии A по показателям доения в трех сериях опытов имеют в основном положительные значения (табл. 1, 2, 3). Поэтому распределения случайных величин асимметричны и имеют длинный «хвост» справа от средней величины. Коэффициенты эксцессов E имеют в основном положительные значения

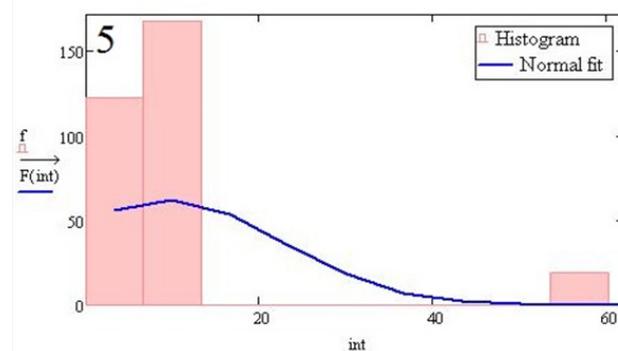


Рис. 1. Продолжительность преддоильной подготовки вымени коров

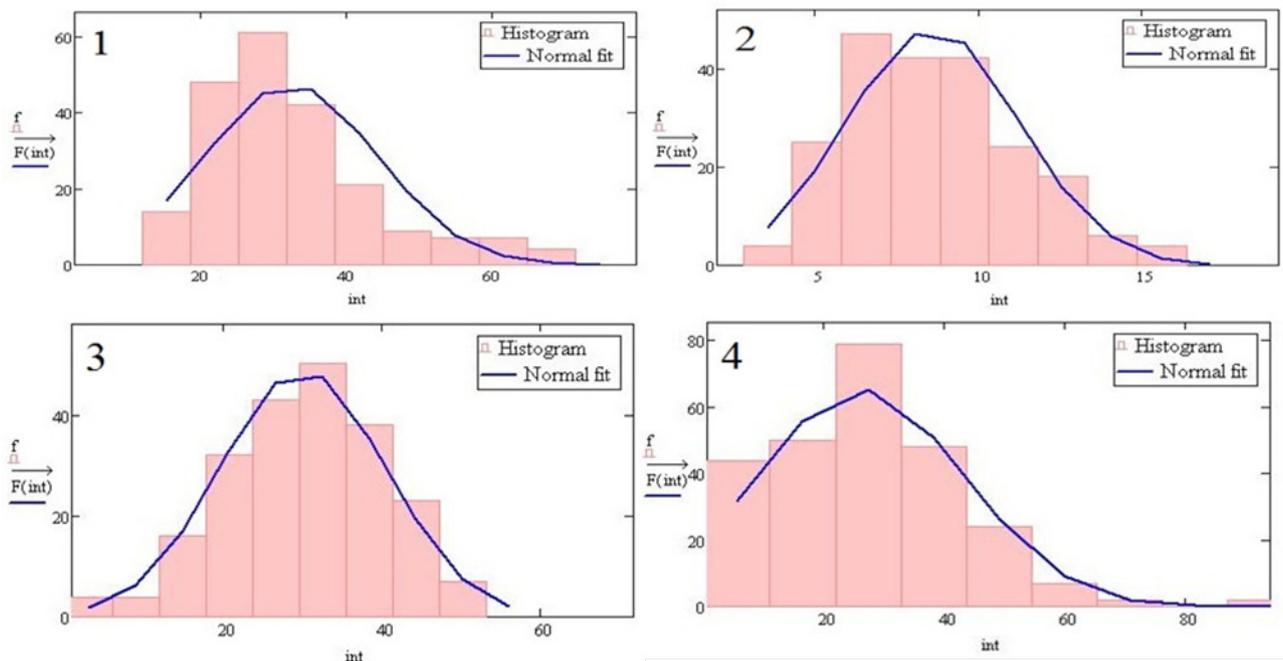


(табл. 1, 2, 3) и соответственно более острый пик графика, чем пик графика функции плотности нормального распределения.

Проанализируем первую серию опытов. Гистограммы распределения случайных величин (рис. 2) показателей машинного доения при 60 секундной подготовке вымени коров 2–4 месяцев лактации показали следующее. Продолжительность доения составила 4,5 минуты при удое 15,5 литра молока за разовое доение. Средняя интенсивность молоковыведения составляет бо-

лее трех литров в минуту, что превышает в два...три раза известные литературные данные по средней интенсивности молоковыведения. Процент выдоенности за две минуты составил более 50%, и процент наступления максимальной интенсивности молоковыведения составил 27,9% (табл. 1).

Проанализируем вторую серию опытов. Гистограммы распределения случайных величин (рис. 3) показателей машинного доения при 60-секундной подготовке вымени коров 6–7 месяцев лактации показали следующее.



1 – продолжительность доения, с; 2 – машинный удой, л; 3 – % выдоенности за 2 мин.;
4 – % наступления максимальной интенсивности доения

Рис. 2. Показатели машинного доения при 60 с подготовки вымени (2–4 месяцы лактации)

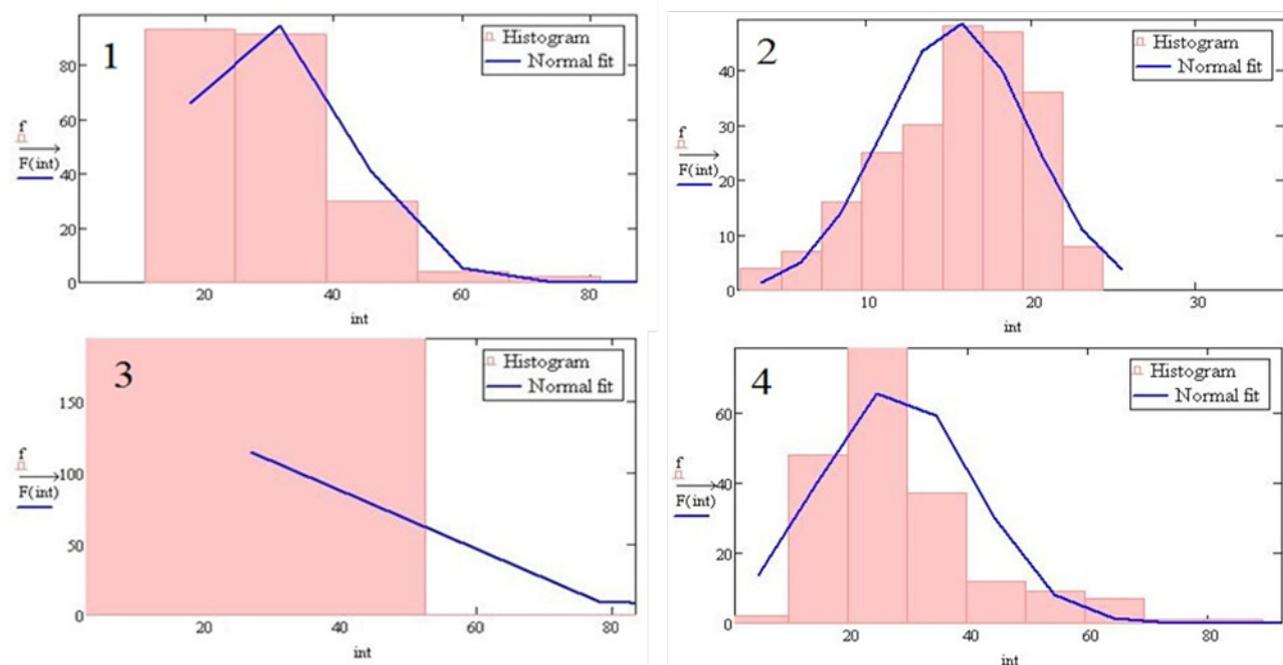
Таблица 1 – Показатели машинного доения при 60 с подготовки вымени (2–4 месяцы лактации)

Показатели	Математическое ожидание выборки, m	Среднеквадратическое отклонение, s	Дисперсия, D	Асимметрия, A	Экссесс, E	Дисперсия асимметрии, DA	Дисперсия эксцесса, DE
Продолжительность доения, с	287,104	12,971	168,400	3,374	22,322	0,027	0,101
Машинный удой, л	15,451	4,423	19,5613	-0,56	-0,137	0,027	0,101
% выдоенности за 2 мин	55,665	3,115	9,703	14,532	0,444	0,027	0,103
% наступления максимальной интенсивности доения	27,964	1,286	1,654	1,652	3,546	0,027	0,102

Продолжительность доения составила 1,8 минуты при удое 9,3 литра молока за разовое доение. Средняя интенсивность молоковыведения превышает известные литературные данные по средней интенсивности молоковыведения (1...1,5 л/мин.). Процент выдоенности за две минуты составил около 30%, и процент наступления максимальной интенсивности молоковыведения составил 26% (табл. 2), что свидетельствует о высокой интенсивности машинного доения при качественной подготовке коров к доению.

Проанализируем третью серию опытов. Гистограммы распределения случайных величин (рис. 4) показателей машинного доения при 10 секундной подготовки вымени коров 2–4 месяцев лактации показали следующее.

Продолжительность доения составила 6,8 минуты при удое 11,3 литра молока за разовое доение. Средняя интенсивность молоковыведения составляет 1,7 литров в минуту, что соответствует данным по коровам 6–7 месяцев лактации при 60 секундной подготовке. Проценты выдоенности за две минуты (24,6)



1 – продолжительность доения, с; 2 – машинный удой, л; 3 – % выдоенности за 2 мин.;
4 – % наступления максимальной интенсивности доения

Рис. 3. Показатели машинного доения при 60 с подготовки вымени (6–7 месяцы лактации)

Таблица 2 – Показатели машинного доения при 60 с подготовки вымени (6–7 месяцы лактации)

Показатели	Математическое ожидание выборки, m	Среднеквадратическое отклонение, s	Дисперсия, D	Асимметрия, A	Экссесс, E	Дисперсия асимметрии, DA	Дисперсия эксцесса, DE
Продолжительность доения, с	322,92	11,812	139,523	1,164	1,252	0,028	0,105
Машинный удой, л	9,252	2,540	6,452	12,991	0,223	0,028	0,106
% выдоенности за 2 мин	29,94	2,428	5,895	-0,284	0,101	0,027	0,103
% наступления максимальной интенсивности доения	25,98	1,702	2,897	0,536	1,372	0,023	0,088

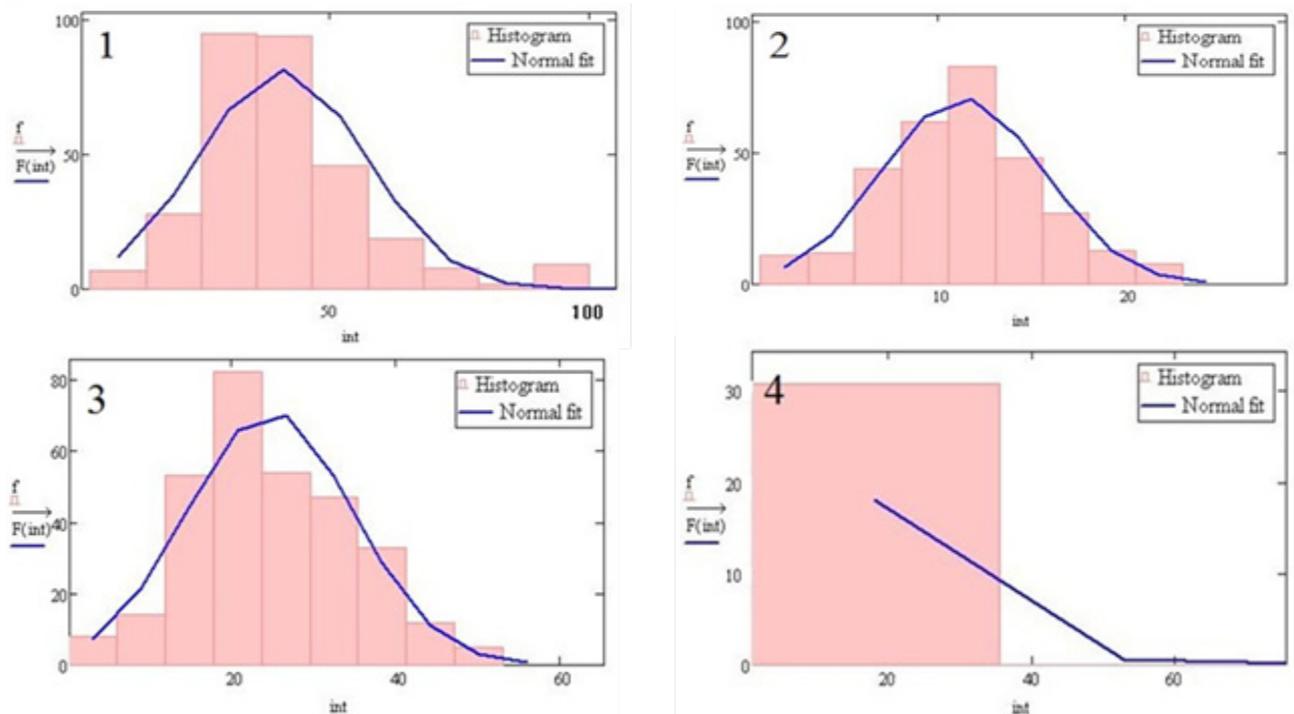


и наступления максимальной интенсивности молоковыведения (24,3) (табл. 3) низкие.

Выводы

1. Анализ гистограммы распределения случайных величин длительности преддоильной подготовки выявил, что математическое ожидание выборки составило 10 секунд. Это противоречит технологически необходимой продолжительности данной операции, согласно правилам машинного доения.

2. Анализом гистограмм распределения случайных величин продолжительности машинного доения, машинного удоя, процентов выдоенности за 2 минуты и наступления максимальной интенсивности доения у коров, при неполноценной преддоильной подготовке (10 с), выявлено низкую интенсивность процесса молокоотдачи. Она сопоставима с аналогичными показателями у коров 6–7 месяца лактации при полноценной преддоильной подготовке.



1 – продолжительность доения, с; 2 – машинный удой, л; 3 – % выдоенности за 2 мин.;
4 – % наступления максимальной интенсивности доения

Рис. 4. Показатели машинного доения при 10 с подготовки вымени

Таблица 3 – Показатели машинного доения при 10 с подготовки вымени (2–4 месяца лактации)

Показатели	Математическое ожидание выборки, m	Среднеквадратическое отклонение, s	Дисперсия, D	Асимметрия, A	Экцесс, E	Дисперсия асимметрии, DA	Дисперсия эксцесса, DE
Продолжительность доения, с	408,136	17,086	291,931	1,164	2,216	0,019	0,074
Машинный удой, л	11,277	4,322	18,679	0,027	0,088	0,019	0,074
% выдоенности за 2 мин	24,579	1,018	1,036	0,233	-0,102	0,019	0,074
% наступления максимальной интенсивности доения	24,341	1,770	3,133	1,709	2,399	0,019	0,074

3. Операторы машинного доения, при выполнении физиологически обоснованной технологии машинного доения с использованием контроллера доения, обеспечивают высокую интенсивность молоковыведения у коров.

Список литературы

1. Козлов А. Н. Анализ технического состояния доильных установок // Вестник ЧГАУ. 2006. Т. 48. С. 80–85.

2. Козлов А. Н. Эффективность механической стимуляции коров в процессе молокоотдачи // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 57–62.

3. Козлов А. Н. Методика диагностирования сосковой резины доильного аппарата // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 57–60.

4. Козлов А. Н. Повышение технологической надежности доильной установки типа молокопровод // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 66. С. 42–47.

5. Козлов А. Н. Повышение работоспособности доильных аппаратов. Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2016. 99 с.

6. Саврасов М., Арсеньев Д., Смелик В. Выбор доильного аппарата // Сельский механизатор. 2007. № 4. С. 20–21.

7. Богдан И. Д. Новые разработки для доения коров в стойлах // Техника в сельском хозяйстве. 2003. № 1. С. 18–21.

8. Ульянов В. М. Совершенствование доения коров при привязном содержании // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 3. С. 12–14.

9. Винников И. К., Бахчевников О. Н., Пахомов Ю. В. Совершенствование доения коров в стойлах // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 5. С. 21–25.

10. Чеченихина О. С. Совершенствование технологических приемов доения для улучшения свойств вымени и повышения молочной продуктивности коров // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 4. С. 77–79.

11. Карташов Л. П. О принципах машинного доения // Техника в сельском хозяйстве. 1995. № 4. С. 3–4.

12. Карташов Л. П., Ревякин Е. Л. Технологии и технические средства обучения операторов животноводства. М., 2007. 84 с.

13. Карташов Л. П., Шлейников Б. А. О некоторых причинах нарушения технологий машинного доения // Техника в сельском хозяйстве. 1971. № 7.

14. Симарев Ю. Инженеры и конструкторы, учите физиологию! // Сельский механизатор. 2003. № 1. С. 18–21.

15. Правила машинного доения. М. : Агропромиздат, 1989. 38 с.

16. Закревский А. О. Как избежать проблем при доении? // Сельскохозяйственные вести. 2005. № 1. С. 1–2.

17. Самосюк В. Г., Передня В. И. Мели и пороги молочной реки // Сельский механизатор. 2013. № 1. С. 26–27, 38.

Козлов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Акымбеков Азамат Жаныбекович, бакалавр, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Нурдан Уулу Нуркелди, бакалавр, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Хрящиков Антон Александрович, бакалавр, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

* * *

УДК 631.431.73: 629.3.014.2

ПОСЛЕДСТВИЯ ВЛИЯНИЯ НА ПОЧВУ ТРАКТОРОВ СРЕДНЕГО КЛАССА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. А. Окунев, Н. А. Кузнецов

В настоящее время большая номенклатура выпускаемой промышленностью технических средств диктует определенные условия их применения в сельскохозяйственном производстве. Модельный ряд выпускаемых тракторов характеризуется в двух исполнениях ходовой части – это гусеничный и колесный ход. В случае использования гусеничного и колесного тракторов только на работах общего назначения первый будет иметь ряд преимуществ перед колесным трактором. Конструктивные особенности колесных тракторов, высокие рабочие скорости и маневренность позволяют им выполнять различные транспортные операции. Повышение универсальности колесного трактора за счет транспортных работ позволяет снизить комплексные затраты на выполнение полевых операций. Важную роль в механизированных процессах играют потери урожая по следу движителей при посеве зерновых в весенний период. Проведенные производственные опыты в хозяйстве по определению потерь урожая от воздействия различных движителей на почву показали снижение затрат для гусеничного трактора Т-150-05-09-25 по отношению к колесному трактору ХТЗ-150К-09 на одинарных и двоянных колесах соответственно на 586 руб./га и 508 руб./га. Использование колесного трактора ХТЗ-150К-09 на двоянных колесах 21,3R24 по совокупности комплексных затрат на выполняемые технологические операции в фермерском хозяйстве составили 5900 руб./га и 6450 руб./га для гусеничного трактора Т-150-05-09-25. Это позволяет повысить уровень конкурентоспособности колесного трактора по отношению к гусеничному. В перспективе для повышения эффективности возделывания зерновых культур наиболее рациональным направлением будет использование шин низкого давления 23,1R26.

Ключевые слова: трактор, масса, усилие, стоимость, цена, затраты, почва, давление, потери, урожай.

В настоящее время большая номенклатура выпускаемой промышленностью технических средств диктует определенные условия их применения в сельскохозяйственном производстве. Применительно к тракторам они различаются по нескольким ключевым показателям, к основным из них можно отнести эксплуатационную массу трактора, тип и мощность двигателя, тип ходовой системы и класс тяги. Эффективность использования тех или иных тракторов зависит от природно-производственных условий, соответствия трактора экологическим требованиям при выполнении технологических операций осо-

бенно в весенний период и возможности реализации потенциальных технических характеристик трактора в условиях эксплуатации [1–5, 21–24].

Модельный ряд выпускаемых тракторов характеризуется в двух исполнениях ходовой части – это гусеничный и колесный ход. В случае использования гусеничного и колесного трактора только на работах общего назначения первый будет иметь ряд преимуществ перед колесным трактором. Сравнение колесных и гусеничных тракторов по тягово-сцепным качествам показывает, что для создания одинакового тягового усилия у колесного трактора

эксплуатационная масса должна быть на 26,6% больше, чем у гусеничного из-за меньшей доли эксплуатационной массы, идущей на создание тягового усилия [6]. Это можно увидеть из формулы (1.1) определения номинального тягового усилия трактора [7]:

$$P_n = A \cdot m_3, \quad (1)$$

где P_n – номинальное тяговое усилие трактора, кН;

A – коэффициент использования эксплуатационной массы трактора;

m_3 – эксплуатационная масса трактора, кг.

Для колесных тракторов, выполненных по схеме 4×4 $A = 3,927 \times 10^{-3}$, для гусеничных тракторов $A = 4,97 \times 10^{-3}$.

Так, например, для создания номинального тягового усилия в 50 кН колесный трактор должен иметь массу 12 732 кг, в то время как гусеничному достаточно 10 060 кг. Увеличение массы приводит к большим затратам мощности на перекачивание трактора, а учитывая, что колесные тракторы сами по себе имеют большее сопротивление перекачиванию, эти потери мощности по стерне больше, чем у гусеничного в 1,5...1,6 раза, на поле, подготовленном под посев, в 1,8...2,0 раза [7].

У колесных тракторов больше в три раза потери на буксование, чем у гусеничного, так как для создания номинальной силы тяги коэффициент буксования колесных тракторов с колесной формулой 4×4 составляет 15%, у гусеничного – 5%. На единицу выполненной работы при сопоставимом тяговом классе требуется гораздо меньше расхода топлива. Меньшее уплотняющее воздействие гусеничных движителей на почву позволяет выполнять весенне-полевые работы с допустимым экологическим последствием. Уплотненная гусеницами почва восстанавливается в течение одного года, что не происходит после воздействия колесных движителей.

В качестве оценки использования технических средств при выполнении технологических операций подходит критерий комплексных затрат, учитывающий не только затраты на приобретение техники, использование трудовых ресурсов, своевременность выполнения технологических операций, но и технологические потери от воздействия колесных движителей на почву. Целевая функция определения комплексных затрат для выполнения технологических операций примет следующий вид, руб./га:

$$U_k = \frac{C_{бр} (\alpha_{рт} + E_n)}{W_r} + \frac{C_{бсхм} (\alpha_{рсхм} + E_n)}{W_r} + \quad (2)$$

$$+ B_n + Z_n + \Gamma_{см} + \frac{T}{W_r} + \Pi_{ур} + \Pi_{тех},$$

где $C_{бр}$, $C_{бсхм}$ – балансовая стоимость трактора и сельскохозяйственных машин при выполнении технологических операций, руб.;

$\alpha_{рт}$, $\alpha_{рсхм}$ – отчисления на реновацию трактора и сельскохозяйственной машины;

W_r – годовой объем, выполняемый машинно-тракторным агрегатом, га;

B_n – пропорциональные затраты, руб./га;

Z_n – затраты на заработную плату, руб./га;

$\Gamma_{см}$ – затраты на топливо-смазочные материалы, руб./га;

T – эффективность трудовых ресурсов, руб./год;

$\Pi_{ур}$ – суммарные потери урожая от длительности выполнения отдельных технологических операций в течение года, руб./га;

$\Pi_{тех}$ – технологические потери урожая от уплотнения почвы движителями тракторов, руб./га.

Существенной составляющей при оценке механизированных процессов является доля реновационных отчислений на приобретенную технику, которая зависит от цены, срока амортизации и уровня годовой загрузки. На графике 1 представлено изменение затрат на реновацию колесных К-744Р1, ХТЗ-150К-09 и гусеничных Т-150-09, ХТЗ-181 тракторов в зависимости от объема выполняемых работ.

С увеличением годового объема работ, выполняемого тракторами, уровень затрат снижается, однако равноэффективность их использования при выполнении сельскохозяйственных работ будет определяться соответствующей годовой наработкой на трактор. При сопоставимом объеме выполняемых работ тракторами среднего класса тяги ХТЗ-150К-09 и Т-150-09 эффективность их применения остается на одном уровне из-за одинаковой балансовой стоимости. При использовании тракторов пятого класса эффективнее будет гусеничный трактор в связи с меньшими затратами на приобретение техники.

Технико-экономическая оценка использования технических средств в механизированных процессах проведена на примере колесного и гусеничного тракторов одинакового класса тяги ХТЗ-150 и ХТЗ-150К-09 на посеве стерневыми сеялками СЗС-2,1, культивации пара КТС-7,4 и основной обработки почвы КЛДП-4.



Функция комплексных затрат для единичного производственного процесса с учетом доли занятости тракторов на выполняемых операциях примет следующий вид, руб./га:

$$U_k = \frac{C_{\text{бр}}(\alpha_{\text{рт}} + E_n)\gamma_{\text{т}}}{W_{\text{ч}} \cdot t \cdot K_{\text{см}} \cdot D_{\text{дн}}} + \frac{C_{\text{бсхм}}(\alpha_{\text{рсхм}} + E_n)\gamma_{\text{схм}}}{W_{\text{ч}} \cdot t \cdot K_{\text{см}} \cdot D_{\text{дн}}} +$$

$$+ B_n + 3_n + \Gamma_{\text{см}} + \frac{T \cdot \gamma_{\text{мех}}}{W_{\text{ч}} \cdot t \cdot K_{\text{см}} \cdot D_{\text{дн}}} +$$

$$+ 0,5 \cdot K_n \cdot C_n \cdot U_k \cdot D_{\text{дн}} + C_n \cdot \frac{F_n}{F} \cdot U_k \cdot Q_n,$$
(3)

где $\gamma_{\text{т}}$, $\gamma_{\text{схм}}$, $\gamma_{\text{мех}}$ – доля занятости трактора, сельскохозяйственной машины и механизатора на выполнение данной технологической операции, доля;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность агрегата, га/ч;

$t_{\text{см}}$ – время смены, ч;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент времени смены;

$D_{\text{дн}}$ – количество дней на выполнение работы, дн;

K_n – коэффициент учета потерь урожая, доля/день;

C_n – цена реализации продукции, руб./ц;

U_k – урожайность культуры, ц/га;

Q_n – доля потерь урожая, доля;

F – уплотненная площадь движителями, га;

F – обработанная площадь, га.

На рисунке 2 представлены графики изменения комплексных затрат гусеничного ХТЗ-150 и колесного ХТЗ-150К-09 тракторов на посеве пшеницы стерневыми сеялками СЗС-2,1

Таблица 1 – Стоимость тракторов

Марка трактора	К-744Р1	ХТЗ-181	ХТЗ-150К-09	Т-150-05-09
Цена, тыс. руб.	5500	3200	2700	2700

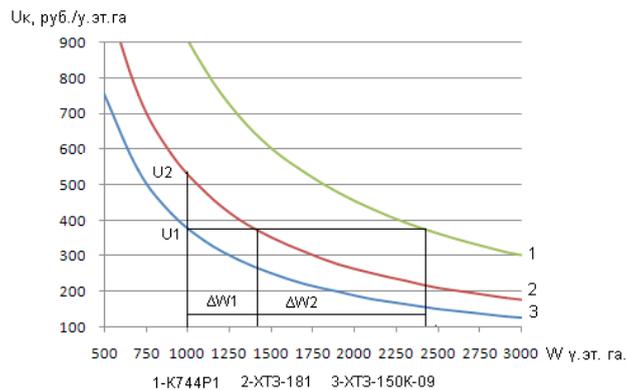


Рис. 1. Изменения реновационных отчислений тракторов от объема работ

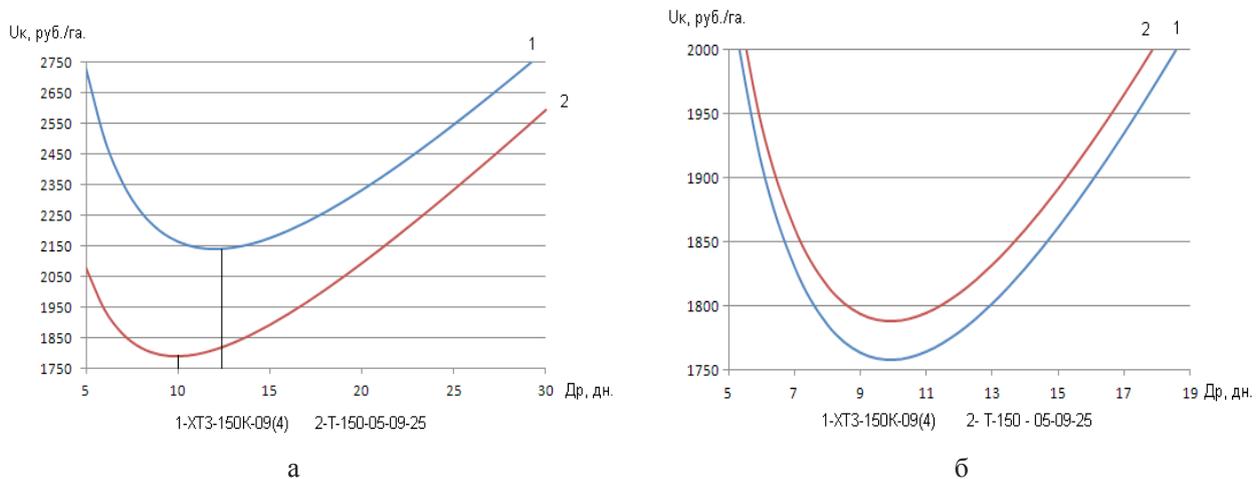


Рис. 2. Изменение комплексных затрат колесного и гусеничного тракторов на посеве пшеницы в зависимости от длительности работы (без учета (а) и с учетом (б) транспортных работ)

без учета (а) и с учетом (б) использования колесного трактора на транспортных работах.

Из представленной зависимости (2а) видно, что применение гусеничного трактора на посеве пшеницы эффективнее колесного ХТЗ-150К-09.

Конструктивные особенности колесных тракторов, высокие рабочие скорости и маневренность позволяют им выполнять различные транспортные операции, в том числе и на обслуживании различных современных зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов [8, 9, 10, 27].

На графике (2б) представлены комплексные затраты колесного ХТЗ-150К-09 и гусеничного Т-150-05-09-25 тракторов на посеве с учетом использования колесного трактора в течение года на транспортном обслуживании технологических процессов. Повышение универсальности колесного трактора за счет транспортных работ позволяет снизить комплексные затраты на выполнение полевых операций и приблизить уровень эффективности его использования к гусеничным тракторам.

Приблизить эксплуатационно-технологические и экономические показатели использования колесного трактора к гусеничному одинакового класса тяги можно путем совершенствования ходового аппарата.

Большинство выпускаемых промышленностью колесных тракторов имеют двигатели достаточно высокой мощности. В таблице 1 представлены основные характеристики колесных тракторов.

Высокая мощность двигателя, установленная на колесные тракторы, рассчитана на выполнение полевых работ с высокой производительностью труда, но из-за рассогласования мощностных и сцепных свойств потенциал тракторов полностью не реализуется. Согласовать эти показатели возможно совершенствованием ходового аппарата, путем установки сдвоенных колес, арочных широкопрофильных шин или шин низкого давления. Увеличение площади пятна контакта движителей с почвой позволит увеличить опорные и сцепные свойства колесных тракторов [11–17, 25].

Важную роль играет оценка потерь урожая по следу движителей при посеве зерновых в весенний период. С этой целью были проведены производственные опыты в хозяйстве по определению потерь урожая от воздействия различных движителей на почву, которые проводились в весенний период. В таблице 2 представлены результаты расчетов на основании производственных опытов по оценке посева зерновых культур гусеничным и колесными тракторами,

Таблица 2 – Основные технические характеристики колесных тракторов

Марка трактора	Марка двигателя	Мощность двигателя, кВт (л.с)	Тяговый класс	Масса трактора, кг	Тип колес
ХТЗ-150К-09-25	ЯМЗ-236, ОАО «Автодизель», РФ	132,4 (180)	3	8400	21,3R24
ХТЗ-17221-09	ЯМЗ-236, ОАО «Автодизель», РФ	132,4 (180)	4	8395	23,1R26
ХТЗ-17221/17021	BF6M1013E, «DEUTZ AG», Германия/ЯМЗ-236, ОАО «Автодизель», РФ	132,4 (180)	3	8480/8620	23,1R26
ХТЗ-240К	Д-260, ПРУП «ММЗ», Беларусь/ЯМЗ-238, ОАО «Автодизель», РФ	154,4 кВт (210)/ 176,5 кВт (240)	4	8370	23,1R26
К-744Р1 комплектация «стандарт»	ЯМЗ-238НД5	300 (220)	5	14 900	28,1R26
К-744Р2 комплектация «стандарт»	ТМЗ-8481.10 Тулаевский МЗ 8 (V-образный)	257 кВт(350)	5	15680	30,5R32
К-744Р3 комплектация «стандарт»	ТМЗ-8481.10 Тулаевский МЗ 8 (V-образный)	390 (287)	8	17 500	30,5R32



характеризующих потери урожая от несоответствия плотности почвы рациональным значениям [18, 19, 26].

Эффективность использования тракторов будет определяться суммой затрат и потерь полученных в результате выполнения комплекса технологических операций в течение года. На рисунках 3 а, б представлены графики изменения комплексных затрат тракторов на одинарном, сдвоенном и гусеничном движителях при выполнении различных технологических операций от длительности выполняемых работ.

Таким образом, использование колесного трактора ХТЗ-150К-09 на сдвоенных колесах 21,3R24 по совокупности комплексных затрат на выполняемые технологические операции позволяет повысить уровень конкурентоспособности по отношению к гусеничному трактору. В таблице 3 представлены результаты расчетов комплексных затрат по отдельным технологическим операциям, выполняемым тракторами в течение года с учетом технологических потерь урожая от уплотняющего воздействия движителей тракторов.

Для оценки эффективности применения тракторов рассмотрено их использование в фермерском хозяйстве при возделывании зерновых культур на площади 500 га (табл. 4).

Таким образом, применение колесного трактора ХТЗ-150К-09 на сдвоенных колесах 21,3R24 позволяет существенно повысить его потенциальные возможности при выполнении технологических операций и реализовать мощность двигателя. Увеличенная площадь пятна контакта колес с почвой позволяет расширить диапазон его использования в течение сезона полевых работ. В перспективе для повышения эффективности возделывания зерновых культур наиболее рациональным направлением будет использование шин низкого давления 23,1R26. Применение данных шин при определенном давлении воздуха в шинах позволит выполнить технологический цикл полевых работ с допустимым удельным давлением на почву и уменьшить потери урожая по следу колес из-за меньшей доли уплотненной площади при выполнении технологических операций.

Таблица 3 – Результаты оценки потерь урожая по следу движителей тракторов, полученные в хозяйстве на площади 500 га

Наименование параметра	T-150-05-09	ХТЗ-150К-09(8)	ХТЗ-150К-09(4)
Недобор урожая по следу, %	5	5	10
Уплотненная площадь, %	13,6	26,3	17,5
Потери от недобора урожая, руб./га	544	1052	1400

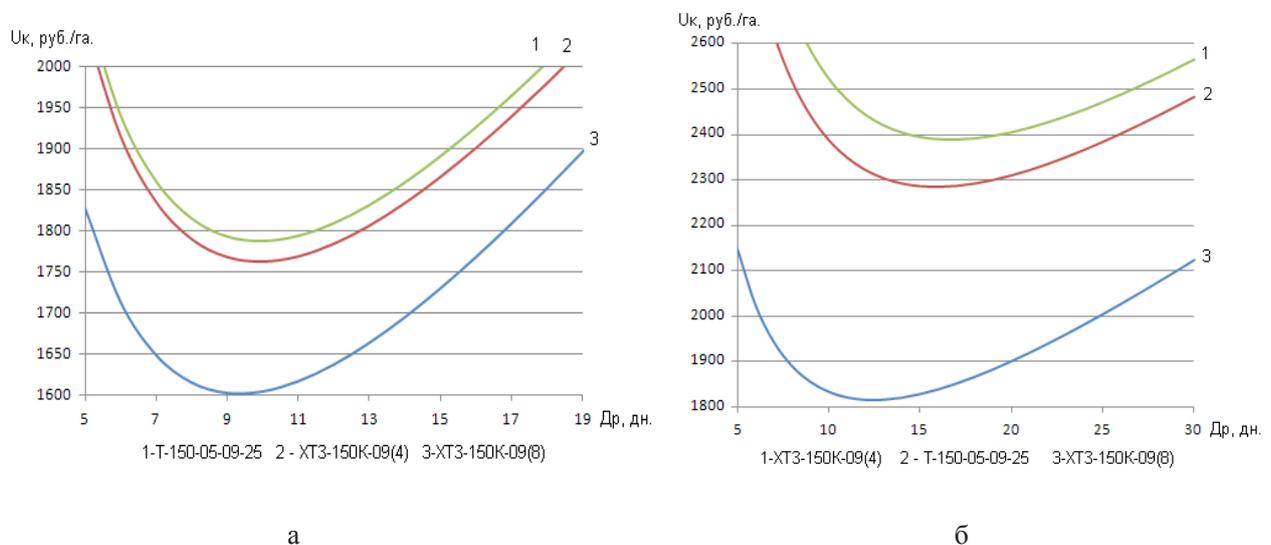


Рис. 3. График изменения комплексных затрат колесного и гусеничного тракторов на посеве зерновых культур (а) и осенней обработки почвы (б) от длительности выполняемой работы

Список литературы

1. Окунев Г. А., Рахимов И. Р., Кузнецов Н. А. Тенденции развития механизированных процессов в земледелии // АПК России. 2014. Т. 68. С. 53–59.

2. Окунев Г. А., Рахимов И. Р., Кузнецов Н. А. Современные тенденции технического переоснащения производственных формирований различного типа // АПК России. 2014. Т. 69. С. 55–58.

3. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Андрианов А. В. Совершенствование и развитие парка тракторов зоны Южного Урала // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 17. С. 203–208.

4. Окунев Г. А. Особенности технического переоснащения хозяйств // Сельский механизатор. 2014. № 11. С. 24–25.

5. Окунев Г. А., Ружьев Л. Л. Техническое переоснащение производства, поиск эффективных вариантов // АПК России. 2014. Т. 70. С. 108–115.

6. Демидков А. Н. Сравнение колесных и гусеничных тракторов по технико-экономиче-

ским и почвенно-экологическим показателям. Повышение эффективности работы сельскохозяйственных тракторов и их двигателей // Сборник научных трудов ЧГАУ. Челябинск : ЧГАУ, 1991. С. 4–8.

7. ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ-85). Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. 1986. 5 с.

8. Кузнецов Н. А., Пятаев М. В., Зеленин А. В. Результаты производственных опытов по установлению тягового сопротивления прицепа // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 68–73.

9. Шепелёв С. Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах // АПК России. 2014. Т. 67. № 1. С. 65–73.

10. Шепелёв С. Д., Шепелёв В. Д., Черкасов Ю. Б. Статистические показатели производительности зерноуборочных комбайнов в зависимости от наработки // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1(13). С. 36–40.

11. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Бражников А. А. Воздействие машинных агрегатов на почву и тенденции формирования машинно-

Таблица 4 – Результаты комплексных затрат на выполнение технологических операций тракторами ХТЗ-150К-09(4);(8) и Т-150-05-09-25

Марка трактора	Закрытие влаги	Посев пшеницы	Обработка пара	Осенняя обработка поля	Общие затраты, руб./га
	Комплексные затраты, руб./га				
ХТЗ-150К-09(8)	350	2652	980	1800	5782
ХТЗ-150	430	2334	1280	2300	6344
ХТЗ-150К-09(4)	–	3170	1290	2400	6890

Таблица 5 – Результаты комплексных затрат от применения тракторов

Марка тракторов	Длительность работы, дн.	Комплексные затраты, руб./га			Комплексные затраты, руб./га
		Затраты на приобретение техники, руб./га	Затраты от несвоевременности проведения работ, руб./га	Потери от уплотнения почвы руб./га	
Закрытие влаги					
ХТЗ-150К-09	3	263,98	90	–	353,98
ХТЗ-150	3	377,5	90	–	467,5
Посев зерновых					
ХТЗ-150К-09	11	968	660	1052	2680
ХТЗ-150	12	1090	720	544	2354
Обработка пара					
ХТЗ-150К-09	10	686	300	–	986
ХТЗ-150	10	980	300	–	1280
Осенняя обработка почвы					
ХТЗ-150К-09	19	1314	570	–	1884
ХТЗ-150	23	1660	690	–	2350



тракторного парка // АПК России. 2014. Т. 69. С. 51–54.

12. Зырянов А. П., Пятаев М. В., Кузнецов Н. А. Снижение воздействия колес трактора на почву // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 223–227.

13. Brunotte J., Sommer C., Isensee E., Weiskopf P. Der Boden unter Druck // Landtechnik. 2005. Vol. 60. N 3. P. 150–151. Нем.

14. Peth S., Horn R. Zur Abschätzung von Bodenspannungen unter landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen // Landtechnik. 2004. Vol. 59. № 5. P. 268–269. Нем.

15. Holtkemeyer V. Messung der Reifenverformung bei verschiedenen Radlasten und Luftdrucken // Landtechnik. 2005. Jg. 60. № 2. S. 76–79. Нем.

16. Каспаров А. А., Растеряев Ю. К., Агальцов Г. А. Об удельных давлениях на почву и применении широкопрофильных шин в ходовых системах сельскохозяйственной техники // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. № 1. С. 107–112.

17. Прядкин В. И., Годжаев З. А. Мобильные энергосредства сельскохозяйственного назначения на шинах сверхнизкого давления // Технология колесных и гусеничных машин. 2014. № 6. С. 33–39.

18. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Андрианов А. В. Техничко-экономические показатели использования трактора ХТЗ-150К-09 на оди-нарных и сдвоенных колесах шинах // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 66. С. 58–67.

19. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Бражников А. А. Обоснование давления воздуха в шинах трактора ХТЗ-150К-09 при выполнении полевых работ // АПК России. 2014. Т. 69. С. 55–58.

20. Азаров Н. К., Казанков Л. Б. Деформация почвы ходовыми системами различных движителей. Проблемы интенсификации почвозащитного земледелия // Тр. ВАСХНИЛ. Целиноград, 1992. С. 145–151.

21. Докин Б. Д., Елкин О. В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 1. С. 18–22.

22. Докин Б. Д., Елкин О. В., Лапченко Е. А. Техническое обеспечение сроков проведения полевых работ в условиях Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 3. С. 30–33.

23. Астафьев В. Л., Бобков С. И., Плохотенко М. А. Обоснование тракторного парка для условий Северного Казахстана // АПК России. 2013. Т. 65. С. 56–60.

24. Астафьев В. Л., Бобков С. И., Плохотенко М. А. Обоснование тяговых классов тракторов на посеve и основной обработке почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в Северном Казахстане // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 4(8). С. 18–20

25. Горин Г. С., Янчук А. А., Вашула А. В. Анализ результатов сравнительных испытаний тягово-сцепных свойств колес с шинами низкого и сверхнизкого давления // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 4. С. 14–18.

26. Техногенное воздействие мобильных сельскохозяйственных машин на почву / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Ю. И. Трофимов, М. Н. Леонова // Вестник Воронеж. гос. аграр. ун-та. Воронеж, 2013. Вып. 1(36). С. 51–56.

27. Перчаткин Ю. В. Расчет основных параметров прицепного состава к колесным тракторам / Ю. В. Перчаткин, В. И. Миркитанов, В. И. Рассоха // Мир транспорта и технологических машин. 2013. № 1(40). С. 82–86.

Окунев Геннадий Андреевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка им. проф. М.П. Сергеева», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

Кузнецов Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Уборочные машины», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

* * *

УДК 621.22: 621.517: 532.528

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КАВИТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Л. С. Прохасько, Р. В. Залилов, О. В. Зинина, Б. К. Асенова

Одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности является обеспечение качества и безопасности пищевого сырья и продуктов питания, которое необходимо решать в комплексе с задачами совершенствования существующих технологических методов производства пищевых продуктов, а также внедрения современных инновационных технологий, в частности, технологий смешения и диспергирования жидких пищевых систем. Научный поиск прогрессивных методов обработки жидких пищевых сред показал, что одним из наиболее эффективных методов могут быть кавитационные технологии, а также устройства, реализующие эти технологии. В последнее время достигнуты определенные успехи в разработке смесителей принципиально новых конструкций. Определение практической возможности применения кавитационной технологии с целью реализации кавитационных эффектов в конкретных технологиях и аппаратах является важной задачей пищевой промышленности.

Ключевые слова: жидкая пищевая среда, кавитация, гидродинамическое кавитационное устройство, прыжок давления, кавитационная технология.

Одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности является обеспечение качества и безопасности пищевого сырья и продуктов питания, которое необходимо решать в комплексе с задачами совершенствования существующих технологических методов производства пищевых продуктов, а также внедрения современных инновационных технологий, в частности, технологий смешения и диспергирования жидких пищевых систем [1–8]. Рассматривая тенденции развития смесительного оборудования, можно отметить, что поиск новых физических способов обработки жидких сред является ак-

туальной задачей пищевых технологий. Научный поиск прогрессивных методов обработки жидких пищевых сред показал, что одним из наиболее эффективных методов могут быть кавитационные технологии, а также устройства, реализующие эти технологии. В последнее время достигнуты определенные успехи в разработке смесителей принципиально новых конструкций [9–11].

Промышленная эксплуатация кавитационных смесителей показала, что они имеют КПД в два раза больше, чем ультразвуковые аппараты аналогичного назначения [12], а их применение позволяет интенсифицировать процессы



смешения в 2–3 раза. Кавитационные устройства просты по конструкции, удобны в обслуживании и надежны в работе. Большинство кавитационных смесителей легко встраиваются в уже существующие технологические линии и могут быть изготовлены с минимальными затратами. В пищевой промышленности технологии гидродинамической кавитационной обработки жидких пищевых сред применяют в мясном производстве (подготовка рассолов с целью повышения химической активности воды; регенерация рассолов и пр.), в молочном производстве (гомогенизация молока, тепловая обработка молока и пр.), в технологиях водоподготовки, а также многих других пищевых технологиях. Поэтому определение практической возможности применения кавитационной технологии с целью реализации кавитационных эффектов в конкретных технологиях и аппаратах является важной задачей пищевой промышленности.

Кавитационные явления могут быть инициированы двумя способами – либо при помощи гидродинамической кавитационной решетки, либо при ультразвуковых колебаниях высокой интенсивности, источниками которых являются электроакустические преобразователи, трансформирующие энергию переменного электрического тока в энергию упругих стоячих волн – источник кавитации. Развитие новых методик исследований процесса сделали проблему использования энергии кавитации более актуальной и привлекательной. В настоящее время данному явлению во всем мире посвящено множество работ [13–15]. Кавитационные устройства, как правило, являются частью непрерывных технологических систем производства, поэтому, если добиться улучшения их некоторых характеристик, можно получить значительный технико-экономический эффект. Таким образом, совершенствование существующих и разработка новых прогрессивных технологий и устройств на их основе является актуальной задачей.

Целью исследований явилось выполнение и теоретическое обоснование технических решений поиска прогрессивных технологий обработки жидких пищевых сред, а также определение методов совершенствования существующих и разработки принципиально новых смесительных устройств на их основе.

Материалы и методы исследований

Для достижения цели было необходимо решить следующие задачи:

- наиболее полно описать протекание рабочего процесса в устройстве;
- на основе рабочего процесса создать замкнутую математическую модель, которая описывала бы переход двухфазного потока через прыжок давления;
- расчетным примером подтвердить корректность предложенной математической модели.

При составлении физической и математической модели рабочего процесса были использованы фундаментальные законы сохранения массы и энергии, основные уравнения гидрогазодинамики в их общепринятом математическом виде, а также достоверные полуэмпирические данные. Это, а также удовлетворительное соответствие расчета лабораторного образца гидродинамического кавитационного смесителя разработанной математической модели и методу расчета является условием достоверности и обоснованности теоретических положений, выводов и рекомендаций, полученных в данной работе.

Результаты исследований

Первый этап исследований заключался в определении путей совершенствования существующих и разработки принципиально новых технологий обработки жидких пищевых сред, а также устройств-смесителей, реализующих данные технологии. Научный поиск, а также анализ патентных и информационных источников определил направление исследования – применение кавитационных технологий для обработки жидких пищевых сред. В литературе приведены примеры наиболее частого использования акустической кавитации [16, 17–20]. Это явление возникает под воздействием принудительно распространяемых в жидкой среде колебаний ультразвуковой частоты и строго заданной амплитуды давления – так называемого звукового давления. Источником колебаний является ультразвуковой реактор. При разрежении акустической волны в жидкости образуются полости, заполненные насыщенным паром, при сжатии под действием сил давления и поверхностного натяжения происходит их захлопывание. На границе раздела фаз происходит конденсация пара. Анализ литературных источников [12], в которых описана практика применения ультразвуковых реакторов, позволяет сделать вывод о некоторых неудобствах их применения. Так, прокачка рабочей жидкости через ультразвуковой реактор предполагает тщательный подбор параметров как самого реактора, так и обрабатываемой среды – ча-

стоты, внешнего и звукового давления; температуры жидкой среды, ее плотности, вязкости, поверхностного натяжения, давления насыщенного пара жидкости, растворимости в ней газа. В противном случае кавитационные явления могут не развиваться, так как существует некоторое критическое значение статического давления, ниже которого с повышением статического давления эффективность кавитации растет, а выше которого падает, то есть в каждом конкретном случае необходим тщательный анализ и подбор параметров. Поэтому представляется более удобным применение гидродинамических кавитационных аппаратов.

Вместе с тем, как показывает опыт эксплуатации кавитационных смесительных устройств, их потенциальные возможности далеко не исчерпаны. Если гидродинамическую кавитацию дополнить интересным эффектом – в зоне кавитации сформировать сверхзвуковое течение двухфазной среды, то в условиях трения рабочей камеры устройства оно неизбежно перейдет в дозвуковой режим через скачок давления, энергия которого будет направлена на саму среду. В результате этого эффект кавитационного воздействия оказывается наиболее полным. На рисунке 1 приведена принципиальная схема гидродинамического струйного кавитационного устройства, реализующего данный рабочий процесс.

Задача расчета гидродинамического струйного кавитационного устройства заключается в определении режимных и геометрических параметров устройства, реализующего протекание рабочего процесса через прыжок давления. Физические характеристики и свойства компонентов смеси (несущей среды и жидкой присадки), их содержание в потоке смеси, начальное

давление P_n и температура среды полагают заданными.

Расчет смесителя с минимальным энергопотреблением и оптимальным рабочим процессом выполняется методом последовательных приближений. При этом в каждом приближении по исходным данным и выбранным гидравлическим коэффициентам сопротивления рабочей камеры ($\zeta_r = 0,08 \dots 1$) и гидравлически совершенном профилировании остальных элементов проточной части смесителя (конфузора – $\zeta_{кон} = 0,15$; сопла – $\zeta_{соп} = 0,10$; диффузора – $\zeta_{диф} = 0,25$) определяются оптимальные поперечные размеры побудителей кавитации и рабочей камеры, соответствующие минимуму потерь в смесителе, по основному уравнению для струйного смесителя:

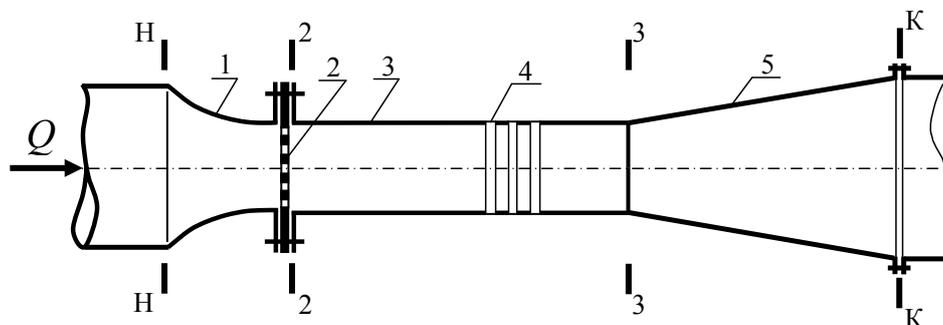
$$\frac{P_n - P_k}{P_n - P_{н.п}} = \frac{\zeta_{соп} + (\zeta_{кон} + \zeta_{диф} + \zeta_r) \Omega^2 + (1 - \Omega)^2}{1 + \sigma + \zeta_{соп} + \zeta_{кон} \cdot \Omega^2}. \quad (1)$$

Уравнение (1) получено с учетом аналитического определения числа кавитации для струйного пограничного слоя [21–22]:

$$\sigma = (P_2 - P_{min}) / (r_c V_{c2}^2) / 2, \quad (2)$$

где P_{min} – давление в струйном пограничном слое у среза сопла ($P_{min} = P_{н.п}$, $P_{н.п}$ – давление насыщенных паров жидкой присадки), а также полуэмпирической формулы В.К. Темнова, которая устанавливает зависимость между числом кавитации σ и относительной площадью сопла Ω [23].

Пусть $\Omega = A_0/A_3 = A_2/A_3$ – относительная площадь (здесь A_0 – площадей нормальных сечений струи жидкости за соплом, A_3 – площадь рабочей камеры), тогда:



1 – конфузор; 2 – сопло; 3 – рабочая камера (горловина); 4 – проточные канавки; 5 – диффузор

Рис. 1. Принципиальная схема гидродинамического струйного кавитационного устройства



при $0 < \Omega \leq 0,5$ $\sigma = 0,07 + 1,36\Omega(1 - \Omega)$;

при $0,5 < \Omega < 1,0$ $\sigma = 0,41$. (3)

Побудители кавитации (сопловое устройство), формируя высокоскоростной поток, вызывают понижение давления и создают условия для возникновения кавитации в зоне их расположения. Дальнейшее развитие этот процесс получает в струйном пограничном слое либо в вихревом следе за побудителями кавитации. Причем первичным источником тепла для поддержания этого процесса является переход механических потерь на кавитаторах в тепловую форму. Зародившийся бурный процесс испарения жидких присадок внутри кавитационных пузырьков вызывает в последующем локальное переохлаждение потока. Таким образом, источником тепла для кавитационного процесса является приток тепла от перехода механических потерь в тепло $N_{\text{пот}}$ и приток тепла от самого потока $N_{\text{доп}}$ за счет его локального переохлаждения, то есть:

$$r \cdot m_{\text{п2}} = N_{\text{пот}} + N_{\text{доп}}. \quad (4)$$

Здесь r – скрытая теплота парообразования, Дж/кг;

$m_{\text{п2}}$ – масса пара, кг.

Механическая энергия потока, переходящая в тепло в единицу времени, вследствие потерь на сопловом устройстве определится следующим образом:

$$N_{\text{пот}} = (\zeta_{\text{кав}} (m_{\text{пр1}} + m_{\text{сп1}}) V_{\text{с2}}^2) / 2, \quad (5)$$

где $\zeta_{\text{кав}}$ – гидравлический коэффициент сопротивления побудителей кавитации;

$V_{\text{с2}}$ – скорость потока смеси в сечении 2–2 (см. рис. 1);

$m_{\text{пр1}}$ и $m_{\text{сп1}}$ – массовые расходы жидкой присадки и несущей среды соответственно.

Энергия, отдаваемая потоком в единицу времени, за счет своего локального переохлаждения:

$$N_{\text{доп}} = C_{\text{сп}} (T_1 - T_2) m_{\text{сп2}} + C_{\text{пр}} \cdot (T_1 - T_2) (m_{\text{пр1}} - m_{\text{п}}), \quad (6)$$

где $C_{\text{сп}}$ и $C_{\text{пр}}$ – теплоемкости несущей среды и жидкой присадки;

T_1 и T_2 – температура потока до и после охлаждения.

По уравнениям (4)...(6) определяем температуру потока смеси в начальном участке рабочей камеры T_2 . Расчет считается достоверным, если параметры потока смеси компонентов в двух последних приближениях отличаются не более чем на (2...5) %.

После нахождения температуры смеси на начальном участке рабочей камеры T_2 и паро-содержания в потоке определяются продольные размеры проточной части смесителя. При этом суммарная осевая длина рабочей камеры складывается из участков:

- формирования сверхзвукового парогазожидкостного потока $l_{\text{фор}}$;
- бурного сверхзвукового течения смеси $l_{\text{теч}}$;
- прыжка перемешивания $l_{\text{пр}}$, где происходит скачкообразный переход от сверхзвукового течения к дозвуковому и конденсация паров жидкой присадки;
- успокоения потока $l_{\text{ус}}$, то есть

$$L_{\text{г}} = l_{\text{фор}} + l_{\text{теч}} + l_{\text{пр}} + l_{\text{ус}}. \quad (7)$$

Согласно рекомендациям [24], область формирования сверхзвукового парожидкостного потока $l_{\text{фор}} = (1...2)D_3$, где D_3 – диаметр рабочей камеры (см. рис. 1). Протяженность зоны сверхзвукового течения $l_{\text{теч}}$ определяется критической длиной $l_{\text{к}}$ участка с бурным двухфазным потоком, при которой в конечном сечении достигается критическое состояние потока, то есть $l_{\text{теч}} = l_{\text{к}}$ и $P = P_{\text{к}}$, определяется в соответствии с нижеприведенными уравнениями согласно [85]:

$$\xi_{\text{к}} = Z(X_{\text{к}}) - Z(X_i), \quad (8)$$

где $\xi = \frac{\lambda \cdot \kappa \cdot y}{2} = \frac{\lambda \cdot l \cdot y}{D \cdot 2}$ – приведенная длина;

$\kappa = \frac{l}{4R}$ – относительная длина участка (l – длина, R – гидравлический радиус).

$$Z(X) = \gamma \cdot \ln X - (\gamma - 1) \cdot \ln(X + 1) - \gamma \cdot \frac{X + \psi}{X + 1} - X. \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{y}{\psi^2}. \quad (10)$$

Протяженность скачка перемешивания по данным [25–26] составляет $l_{\text{пр}} = (2...4)D_3$. Зону успокоения можно рекомендовать в диапазоне $l_{\text{ус}} = (2...3)D_3$.

Метод расчета показан на рисунке 2.

Пример расчета

Проиллюстрируем предложенный метод расчета числовым примером расчета лабораторного образца гидродинамического кавитационного устройства. В качестве исходных данных для расчета были приняты следующие параметры: объемная подача устройства – Q , абсолютное начальное давление P_1 , допустимое соотношение давлений на устройстве (P_3/P_1), температура жидкости – T , физические свойства среды.

С целью инициирования прыжка перемешивания в расчетной зоне критического течения потока рабочей камеры предусмотрены канавки по всему периметру рабочей камеры; расстояние между соседними канавками приблизительно равно одному калибру. Первая канавка (по ходу потока) служит для инициации прыжка перемешивания, являясь дополнительным фактором данного процесса, вторая – выравнивает давление по периметру, обеспечивая, таким образом, дополнительное успокоение потока. Применение канавок дает возможность сформировать прыжок перемешивания на меньшей длине рабочей камеры и отказаться от успокоительного устройства (успокоительных ребер в конце рабочей камеры) и тем самым повысить эффективность и надежность работы устройства.

Параметры лабораторного гидродинамического кавитационного устройства рассчи-

таны для трех значений расхода: $Q = 1,5$ л/с; $Q = 1$ л/с и $Q = 0,7$ л/с; абсолютного давления перед устройством $P_1 = 0,7$ МПа; диапазона изменения температуры жидкости $T = 10...12^\circ$, а также физических свойств среды. В таблице 1 представлены некоторые исходные данные и результаты расчета данного кавитационного устройства. Так как для лабораторного образца начальное давление P_1 и объемная подача Q относительно невелики, а следовательно, абсолютные потери давления на устройстве будут незначительны, то сопловое устройство можно выполнить в виде одноструйного (либо трехструйного) соплового диска. Данные расчета представлены в таблице 2 и на рисунке 3. На рисунке 4 представлена принципиальная схема гидродинамического кавитационного устройства, состоящего из соплового устройства 1, рабочей камеры (горловины) 2 и диффузора 4.

Выводы

Данная исследовательская работа является законченной: в ней изложены теоретически обоснованные технические решения совершенствования существующих и разработки принципиально новых прогрессивных технологий обработки жидких пищевых сред. С этой целью на основе обширных исследований информационных и патентных источников был определен путь решения, а именно применение кавитационных

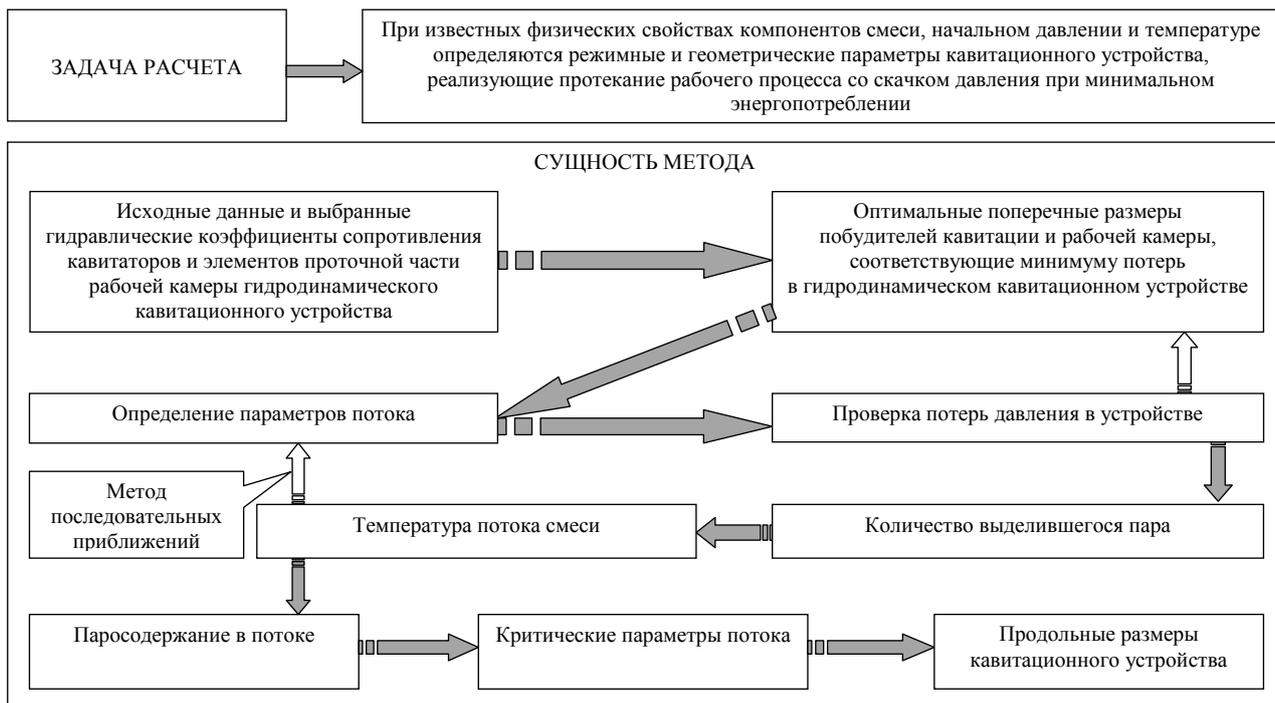


Рис. 2. Метод расчета



технологий для обработки таких сред. Кавитационные технологии в настоящее время достаточно широко применяются не только в пищевой промышленности, но и во многих других сферах – в пищевой, химической промышленности, в фармацевтике, биотехнологии, медицине. Все активнее применяют кавитацию как высокотехнологичный процесс с целью интенсификации химических, тепло- и массообменных процес-

сов в жидких средах, а также традиционно – для процессов смешения и диспергирования гомогенных и гетерогенных систем. Однако только кавитационное воздействие на жидкую среду не обеспечивает совершенное смешение и диспергирование. Поэтому при помощи кавитации можно сформировать сверхзвуковое течение в двухфазной среде, которое неизбежно перейдет в дозвуковое через прыжок давления. И это

Таблица 1 – Основные параметры кавитационного устройства

№ п/п	Параметры		
	Наименование	Обозначение, размерность	Величина
1	Подача	Q , м ³ /с	$1,5 \times 10^{-3}$
			10^{-3}
			$0,7 \times 10^{-3}$
2	Абсолютное давление на входе в устройство	P_1 , МПа	0,7
3	Перепад давлений на устройстве	P_1/P_5	0,66
4	Температура	t_3 , °С	10...12
5	Диаметр одноструйного сопла	D_0 , мм	7,995
			6,528
			5,462
6	Диаметр трехструйного сопла	D'_0 , мм	4,616
			3,769
			3,153
7	Диаметр рабочей камеры, входного сечения диффузора	$D_2 = D_3$, мм	10,332
			8,428
			7,051
8	Диаметр выходного сечения диффузора	D_4 , мм	25,283
			20,643
			17,272
9	Угол раскрытия диффузора	$\Theta_{\text{диф}}$, °	7
10	Относительная площадь сопла	$\Omega = A_0/A_2$	0,6
11	Длина рабочей камеры	L_r , мм	180
			140
			115
12	Длина диффузора	$L_{\text{диф}}$, мм	122
			100
			84
13	Удаление первой канавки от диффузора	L'_k , мм	10
			8,5
			7

Таблица 2 – Основные параметры трехструйного соплового диска

№ п/п	Название	Обозначение, размерность		
			$m = 1$	$m = 3$
1	Число сопловых отверстий	m	$m = 1$	$m = 3$
2	Угол между центрами сопловых отверстий	φ , °	–	120
3	Диаметр соплового отверстия	D_0 , мм	7,99 ($Q = 1,5$ л/с)	4,62 ($Q = 1,5$ л/с)
			6,53 ($Q = 1,0$ л/с)	3,77 ($Q = 1,0$ л/с)
			5,46 ($Q = 0,7$ л/с)	3,15 ($Q = 0,7$ л/с)
4	Диаметр окружности центров сопловых отверстий	D_5 , мм	0	5,70 ($Q = 1,5$ л/с)
				4,65 ($Q = 1,0$ л/с)
				3,85 ($Q = 0,7$ л/с)

мощное ударное воздействие давления на среду, несмотря на кратковременность, является дополнительным интенсифицирующим фактором дезинтеграции – можно получить дисперсные системы с размером частиц от нескольких десятков микрон (мкм) до десятых долей микрон и даже нескольких нанометров (нм).

Математическая модель рабочего процесса кавитационных смесителей непрерывно-

го действия включает уравнения количества движения, материального и энергетического баланса потока, а также соотношения и коэффициенты, полученные на основе экспериментальных данных. Она позволяет рассчитать поперечные размеры смесителей с побудителями кавитации в потоке в виде многоструйного сопла, а также определить координаты скачка перемешивания и тем самым продольные размеры смесителя. Таким образом, математическая модель замкнута.

Определены основные параметры, описывающие рабочий процесс гидродинамических кавитационных смесителей, а именно: число кавитации σ ; относительная площадь кавитационного устройства (сопла) Ω ; приведенная критическая длина ξ_k ; относительный перепад давления $(P_n - P_k)/(P_n - P_{н.п.})$ на смесителе. Установлены их функциональные связи, а также оптимальные значения и соотношения.

Метод расчета гидродинамических кавитационных смесителей, построенный на основе предложенной математической модели рабочего процесса вместе с условиями минимума потери давления в устройстве и рекомендациями его оптимального проектирования, позволяет разрабатывать эффективные смесительные устройства непрерывного действия с минимальным энергопотреблением. Показано расчет лабораторного образца гидродинамического кавитационного смесителя непрерывного

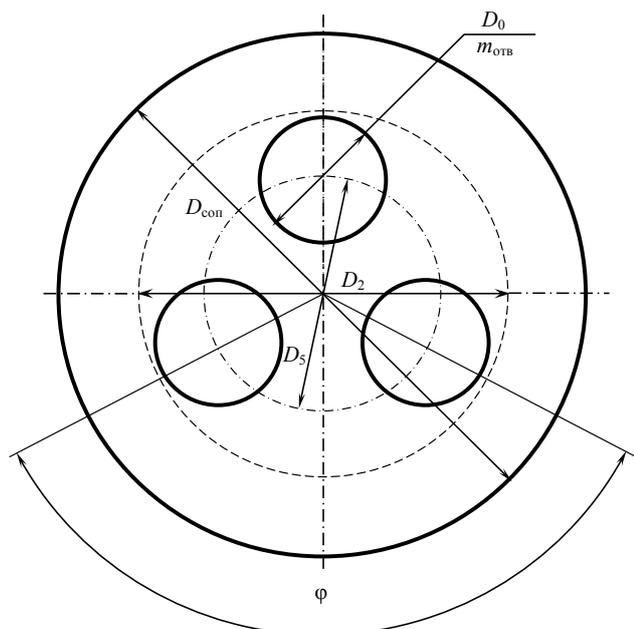


Рис. 3. Сопловое устройство с круглыми отверстиями

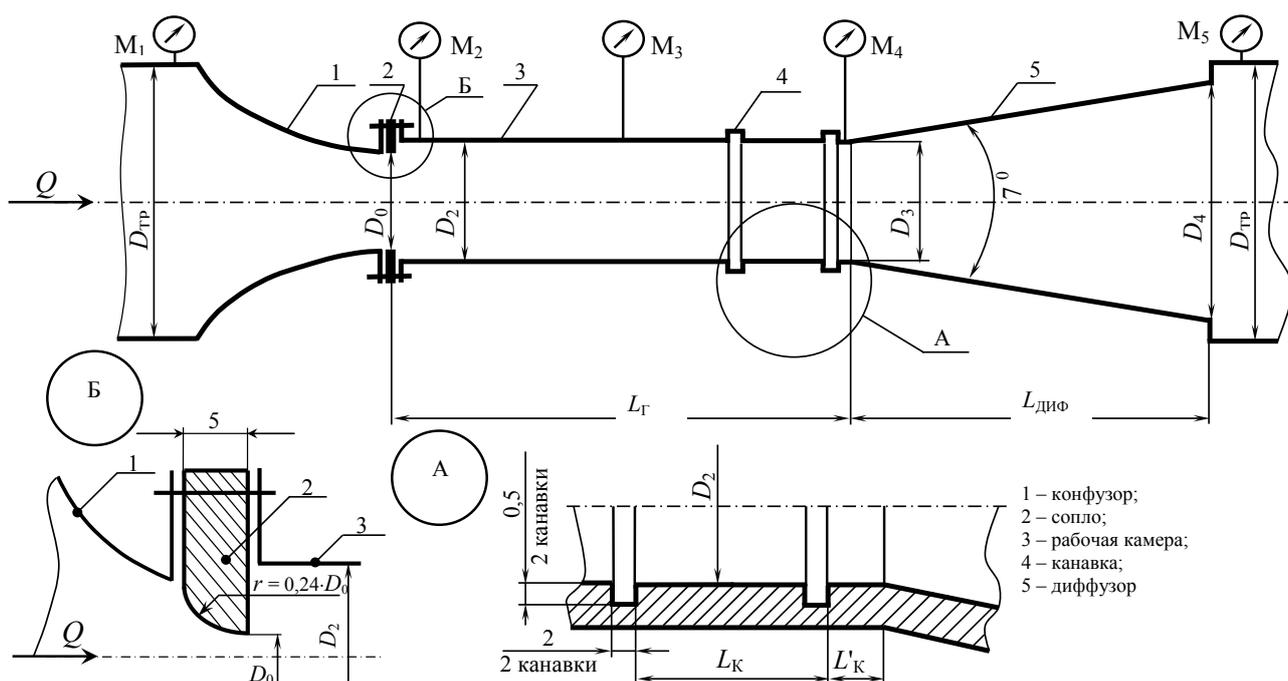


Рис. 4. Проточная часть лабораторного образца кавитационного устройства



принципа действия, реализующего рабочий процесс через прыжок давления.

Таким образом, в работе приведены теоретически обоснованные технические решения поиска принципиально новых инновационных технологий обработки жидких пищевых сред, а также предложены пути совершенствования существующих и разработки принципиально новых смесительных устройств на их основе – гидродинамических кавитационных смесителей непрерывного действия с минимальным энергопотреблением.

Рекомендации

Выполненная работа имеет практическую направленность, так как разработанная прогрессивная технология обработки жидких пищевых сред, математическая модель и метод расчета, а также разработанные рекомендации оптимального проектирования кавитационного устройства могут быть рекомендованы для технологий смешения и диспергирования на качественно ином более высоком уровне для многих пищевых производств. Данные работы могут быть использованы не только в пищевой промышленности, но и в машиностроении, теплоэнергетике, нефтехимическом производстве и пр. при совершенствовании существующих или разработке новых кавитационных смесительных устройств для более качественной обработки жидких сред с целью улучшения их характеристик. Рабочий процесс гидродинамических кавитационных смесителей целесообразно формировать с таким расчетом, чтобы на начальном участке рабочей камеры за побудителями кавитации образовалось бурное сверхзвуковое течение парогазожидкостной смеси, переходящее затем в конце рабочей камеры смесителя в дозвуковое течение в скачках перемешивания. В последних происходит интенсивная конденсация пара, дробление и диспергирование жидких присадок в несущую среду.

С целью интенсификации кавитационного процесса целесообразно очаги кавитации распределять равномерно по нормальному сечению потока, а их число, по возможности, увеличить. Этому требованию отвечает многоструйное сопло с равномерно расположенными отверстиями, создающее несколько высокоскоростных струй. Для инициирования прыжка перемешивания именно в рабочей камере целесообразно выполнить порообразный выступ в конце рабочей камеры, а сразу за выступом – успокоитель, который выполнял бы функции гашения колебаний давления и успокоения потока.

Желательно производить замеры давлений вдоль проточной части рабочей камеры для исследования физики процесса (см. рисунок 3, манометры М2...М4). Манометры на входе М1, на выходе М5, а также на выходе из сопла М2 – установить обязательно.

Список литературы

1. Прохасько Л. С., Боган В. И. Кавитационная технология получения высокодисперсных смесей // IV Международная науч.-практ. конф. «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания». Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2010. С. 132–137.
2. Применение гидродинамических кавитационных устройств для дезинтеграции пищевых сред / Л. С. Прохасько [и др.] // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 7. № 2. С. 62–67.
3. Прохасько Л. С., Залилов Р. В., Ребезов Я. М. Расчет кавитационных устройств для обработки жидких пищевых сред // Техника и технология пищевых производств : матер. IX междунар. науч.-техн. конф. (25–26 апреля 2013 г). Могилев : МГУП, 2013. С. 260.
4. Прохасько Л. С., Ярмаркин Д. А. Математическая модель рабочего процесса гидродинамического кавитационного смесителя // Технические науки – от теории к практике. 2013. № 10. С. 117–121.
5. Прохасько Л. С., Ярмаркин Д. А. К вопросу об определении продольных размеров гидродинамических кавитационных устройств // Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 10–11. С. 61–65.
6. Инновационные технологии водоподготовки для производства слабо- и безалкогольной продукции / М. А. Лиходумова [и др.] // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 159–161.
7. Новые технологии обработки молочной продукции (на примере молока коровьего) / А. В. Кондратьева [и др.] // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 146–149.
8. Кавитационные технологии в пищевой промышленности / Д. А. Ярмаркин [и др.] // Молодой ученый. 2014. № 8. С. 312–315.
9. Прохасько Л. С. Гидродинамика и расчет кавитационных смесителей непрерывного действия : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2000. 20 с.
10. Пат. 2158627 Российская Федерация, МПК В 01 F 5/08, В 01. У 06/12. Смеситель кавитационного типа / Е. К. Спиридонов, Л. С. Прохасько, В. С. Боковиков, А. Х. Валиев. № 99105906/12 ; заявл. 23.03.99 ; опубл. 10.11.00, Бюл. № 31. 12 с.

11. Пат. на полезную модель 136741 Российская Федерация, МПК₇ В 01 F 5/08, В 01. Смеситель кавитационного типа для жидких пищевых сред / Л. С. Прохасько [и др.]. № 2013117605 ; заявл. 16.04.13 ; опубл. 20.01.14, Бюл. № 2. 8 с.
12. Мачинский А. С., Козюк О. В., Шишлов Д. Н. Кавитационные смесители : тем. обзор. М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1990. 52 с.
13. Перспективные направления кавитационной дезинтеграции / Д. А. Ярмаркин [и др.] // Молодой ученый. 2014. № 9. С. 241–244.
14. Ярмаркин Д. А., Прохасько Л. С. Кавитационная дезинтеграция пищевых сред в производстве хлебопродуктов // Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. 2014. № 1. С. 188–190.
15. Сонохимическая кавитация в мясном производстве / Д. А. Ярмаркин [и др.] // Молодой ученый. 2014. № 10. С. 220–223.
16. Шестаков С. Д. Энергетическое состояние воды и ее связываемость биополимерами пищевого сырья: новые возможности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 4. С. 35–37.
17. Шестаков С. Д. Процессы ультразвуковой дезинтеграции в производстве муки и хлеба // Труды международного семинара «Хлеб-99». М. : Изд. МГУПП, 1999. С. 5455.
18. Шестаков С. Д., Поландова Р. Д., Волохова Т. П. Процессы ультразвуковой дезинтеграции в производстве муки и хлеба // Труды междунар. конф. «Ультразвуковые технологические процессы-2000». Архангельск : Изд. СНТК, 2000. С. 32–36.
19. Шестаков С. Д. Инструкция по приготовлению жироводных эмульсий акустокавитационным методом и их применению в хлебопекарном производстве. М. : Изд-во ГосНИИХП, 2000. 7 с.
20. Шестаков С. Д., Поландова Р. Д. Инструкция по приготовлению жироводных эмульсий на установке Ультрамикс 630 и их применению в хлебопекарном производстве. М. : Изд-во ГосНИИХП, 1996. 7 с.
21. Cunnigham R. G. Discussions of Cavitation in Fluid Machinery: Pamphlet pub. ASME Winter Annual Meeting. Chicago, 1966. P. 22–30.
22. Темнов В. К., Переплетчик О. А. О критических коэффициентах кавитации у жидкостных эжекторов // Динамика гидропневматических систем : сб. науч. трудов. Челябинск : ЧПИ, 1978. С. 82–86.
23. Smith, R. Some Idealized Solutions for Chocking Two-Phase Flow of Hydrogen, Nitrogen and Oxygen // Advances Cryog. Engng. 1964. № 8. P. 563.
24. Спиридонов Е. К. Теоретические основы расчета и проектирования жидкостногазовых струйных насосов : дис. ... д-ра техн. наук. М. : НПО «Гидромаш», 1996. 454 с.
25. Кутепов А. М., Стерман Л. С., Стюшин Н. Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. М. : Высш. шк., 1977. 352 с.
26. Каннингэм Д. Длины участка разрушения струи и смешивающей горловины жидкоструйного насоса для перекачки газа // Теоретические основы инженерных расчетов : труды американского общества инженеров-механиков. М. : Мир, 1974. № 3. С. 128–141.

Прохасько Любовь Савельевна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: prokhaskols@mail.ru.

Залилов Рустем Венирович, канд. с.-х. наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова».

E-mail: pbio@ya.ru.

Зинина Оксана Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: zinoks-vl@mail.ru.

Асенова Бахыткуль Кажкеновна, канд. техн. наук, и. о. профессора, Государственный университет им. Шакарима, г. Семей.

E-mail: olimp.kz@mail.ru.

* * *

УДК 631.362.36

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВЫХ И МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

А. В. Семибаламут, Ж. М. Чаканова, Н. М. Бирюков, В. Н. Шипотько

В статье представлены результаты оценки конструктивно-технологических схем пневмосепаратора по критерию энергозатрат. Методика обоснования конструктивно-технологической схемы пневмосепаратора предусматривала выбор вариантов конструктивно-технологических схем и расчет энергозатрат по каждому из них. Перспективным является применение пневмосепараторов с горизонтальным воздушным каналом, где аэродинамическая сила, действующая на ворох, выше в 1,5–2,0 раза в сравнении с вертикальным каналом. Проведен расчет сопротивлений движению воздушного потока основных конструктивных элементов пневмосепаратора и суммарных энергозатрат по пяти вариантам конструктивно-технологической схемы. Установлено, что наименее энергозатратной является схема с осевым вентилятором и замкнутым циклом движения воздушного потока. Удельные энергозатраты составили 0,17 кВт/т, что на 12,9–36,7% ниже в сравнении с остальными.

Ключевые слова: очистка зернового вороха, пневмосепаратор, конструктивно-технологическая схема, удельные энергозатраты.

В сельскохозяйственном производстве вопросы своевременной и качественной очистки поступающего с поля зернового вороха являются актуальными. Наиболее сложная задача состоит в очистке влажного до 35% и засоренного свыше 10% зернового вороха, доля которого в последние годы увеличивается. В данных условиях эффективно использование пневмосепарации. В настоящее время в производстве находят применение пневмосепараторы САД, ТОР (Украина), АЛМАЗ, ПСМ (Россия), ПОВЗ-50Б (Казахстан) и другие. Они просты и надежны по конструкции, но их применение связано с высо-

кими энергозатратами. В сравнении с воздушно-решетными машинами удельная энергоемкость пневмосепараторов выше на 20–40%, что приводит к росту себестоимости очистки [1].

Конструкции пневмосепараторов постоянно совершенствуются, однако существенного снижения энергозатрат на процесс пневмосепарации не наблюдается.

Цель исследований – снижение затрат энергии на процесс пневмосепарации за счет применения при разработке пневмосепаратора конструктивно-технологической схемы, обеспечивающей минимальные энергозатраты.

Методы исследований

Методика обоснования конструктивно-технологической схемы пневмосепаратора предусматривала выбор вариантов конструктивно-технологических схем и расчет энергозатрат по каждому из них.

Известно, что затраты энергии определяются сопротивлением основных конструктивных элементов пневмосепаратора (циклона, воздушного канала, струйного генератора, отводов и т.д.). При расчете сопротивлений принята площадь сечения воздушного канала $F = 1150 \cdot 1000 \text{ мм} = 1\,150\,000 \text{ мм}^2 = 1,15 \text{ м}^2$ (соответствует уровню производительности 50 т/ч на первичной очистке), требуемая скорость воздушного потока в рабочем канале $v = 9 \text{ м/с}$ [2].

В качестве критерия выбора конструктивно-технологической схемы принят минимум затрат мощности.

Результаты исследований

Известно, что более перспективным является применение пневмосепараторов с го-

ризонтальным воздушным каналом, где аэродинамическая сила, воздействующая на ворох, выше в 1,5–2 раза в сравнении с вертикальным каналом, при этом обеспечивается возможность разделения вороха на большее число фракций [2]. В связи с этим предложены пять вариантов конструктивно-технологических схем пневмосепаратора с горизонтальным воздушным каналом, которые приведены на рисунке 1.

Для определения суммарных энергозатрат по каждому варианту конструктивно-технологической схемы используется выражение:

$$\mathcal{E}_3 = P_{\text{в.от}} + P_{\text{в.г}} + P_{\text{в.в.к}} + P_{\text{в.ц}} + P_{\text{в.от.доп}} \quad (1)$$

где $P_{\text{в.от}}$ – затраты мощности на преодоление сопротивления движению воздуха в отводе центробежного вентилятора, кВт;

$P_{\text{в.г}}$ – затраты мощности на преодоление сопротивления в струйном генераторе, кВт;

$P_{\text{в.в.к}}$ – затраты мощности на преодоление сопротивления в воздушном канале, кВт;

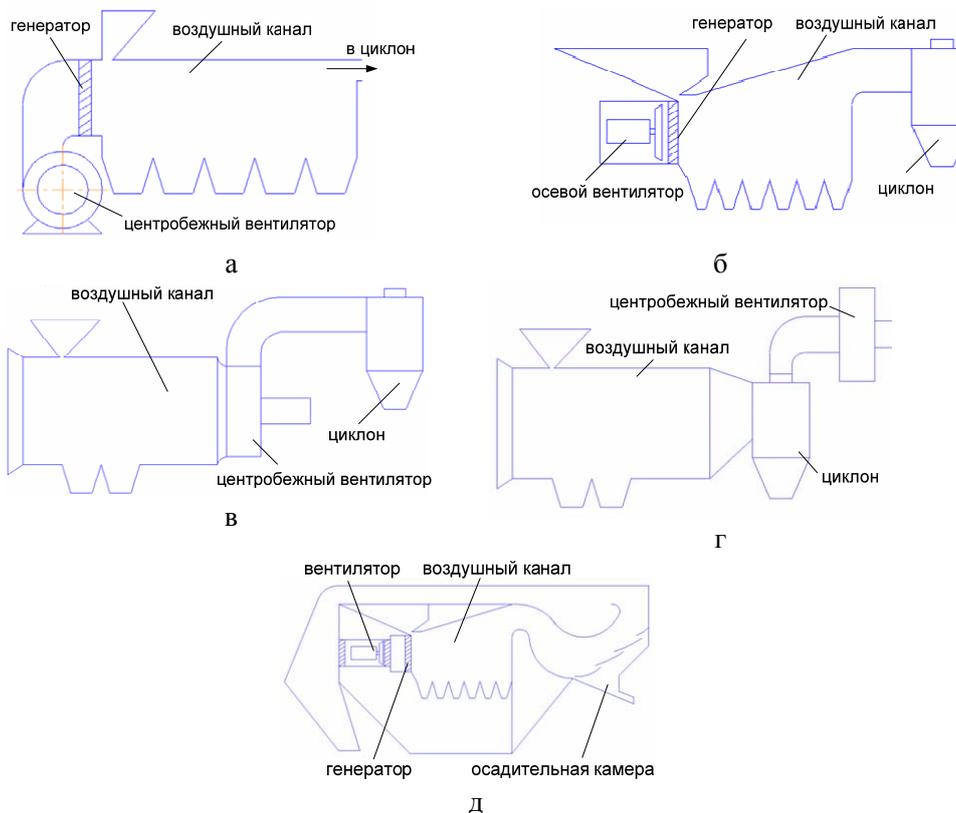


Рис. 1. Варианты конструктивно-технологических схем пневмосепараторов с горизонтальным каналом: а – с центробежным вентилятором и нагнетанием воздушного потока в рабочий канал; б – с осевым вентилятором и нагнетанием воздушного потока в рабочий канал; в – с всасываемым воздушным потоком и расположением центробежного вентилятора после рабочего канала; г – с всасываемым воздушным потоком и расположением центробежного вентилятора после рабочего канала и циклона; д – с осевым вентилятором с замкнутым циклом движения воздуха



$P_{в.ц}$ – затраты мощности на преодоление сопротивления в циклоне, кВт;

$P_{в.от.доп}$ – затраты мощности на преодоление сопротивления в дополнительных отводах, кВт.

Затраты мощности на преодоление сопротивлений движению воздушного потока по каждому элементу конструкции пневмосепаратора определяем по формуле [3]:

$$P_{в} = F \cdot v \cdot H_{д} \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где F – площадь проходного сечения воздушно-го потока, м²;

v – скорость воздушного потока, м/с;

$H_{д}$ – динамическое давление, Па.

Для расчета динамического давления в элементах конструкции пневмосепаратора (рабочем канале и струйном генераторе) находим расход воздуха для рабочего канала без струйного генератора по формуле:

$$Q = v_{к} \cdot F_{к}, \quad (3)$$

где $v_{к}$ – скорость воздушного потока в рабочем канале, м/с;

$F_{к}$ – площадь сечения рабочего канала, м².

По формуле (3)

$$Q_1 = 9 \cdot 1,15 = 10,35 \text{ м}^3/\text{с} = 37\,260 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход воздуха для рабочего канала со струйным генератором определяем, принимая число сопел в генераторе равным пяти, тогда суммарная площадь проходного сечения калибров сопел с учетом длины сопел $L = 1150$ мм и размеров калибров $p_1 = 35$ мм; $p_2 = 45$ мм; $p_3 = 55$ мм; $p_4 = 65$ мм; $p_5 = 75$ мм составляет $F_{к. сум} = 0,040 + 0,052 + 0,063 + 0,075 + 0,086 = 0,316 \text{ м}^2$.

По формуле (3) расход воздуха при использовании в конструкции пневмосепаратора струйного генератора составляет:

$$Q_2 = 9 \cdot 0,316 = 2,84 \text{ м}^3/\text{с} = 2,84 \cdot 3600 = 10\,238 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Отношение расхода воздуха в рабочем канале при отсутствии и наличии струйного генератора:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{37\,260}{10\,238} = 3,6.$$

Динамическое давление в рабочем канале без генератора определяем по формуле [4]:

$$H_{д} = \frac{v_{к}^2 \cdot \rho}{2}, \quad (4)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³.

По формуле (4)

$$H_{д1} = \frac{9^2 \cdot 1,2}{2} = 48,6 \text{ кг/м}^2 = 486 \text{ Па}.$$

С учетом отношения расхода воздуха в канале при отсутствии и наличии струйного генератора динамическое давление в воздушном канале при наличии струйного генератора составляет $H_{д} = 3,6 \cdot 486 = 1749,6 \text{ Па}$.

Тогда динамическое давление в струйном генераторе:

$$H_{д2} = H_{д} - H_{д1} = 1749,6 - 486 = 1263,6 \text{ Па}.$$

Согласно формуле (2), затраты мощности составляют:

– на струйный генератор

$$P_{в.г} = 0,316 \cdot 9 \cdot 1263,6 \cdot 10^{-3} = 3,6 \text{ кВт}.$$

– на воздушный рабочий канал

$$P_{в.к} = 1,15 \cdot 9 \cdot 486 \cdot 10^{-3} = 5,0 \text{ кВт}.$$

Для определения затрат мощности на преодоление сопротивления движению воздушного потока в циклоне необходимо рассчитать сопротивление в нем согласно выражению [5]:

$$P_{ц} = \xi_{в} \cdot \frac{v_{вх}^2 \cdot \rho}{2 \cdot g}, \quad (5)$$

где $\xi_{в}$ – коэффициент сопротивления; $\xi_{в} = 4,4D$, где D – диаметр циклона, м;

$v_{вх}$ – скорость входа воздуха в циклон, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Для вариантов конструктивно-технологической схемы без струйного генератора, по известному расходу воздуха $Q_1 = 37\,260 \text{ м}^3/\text{с}$, подбираем ближайший по производительности циклон СДК-ЦН-33-2400 диаметром 2,4 м и площадью входного сечения $F_{вх} = 0,56 \text{ м}^2$.

Согласно выражению (5),

$$P_{ц} = 4,4 \cdot 2,4 \cdot \frac{12^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,81} = 92,9 \text{ кг/м}^2.$$

Затраты мощности на преодоление сопротивлений в циклоне, согласно выражению (2), составляют $P_{в.ц1} = 0,56 \cdot 12 \cdot 929 \cdot 10^{-3} = 6,2 \text{ кВт}$.

Для вариантов конструктивно-технологической схемы со струйным генератором расход

воздуха составляет $Q_2 = 10\,238 \text{ м}^3/\text{с}$, тогда ближайший по производительности циклон СДК-ЦН-33-1200 имеет диаметр 1,2 м и площадь входного сечения $F_{\text{вх}} = 0,28 \text{ м}^2$.

Из выражения (5)

$$P_{\text{ц}} = 4,4 \cdot 1,2 \cdot \frac{12^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,81} = 46,5 \text{ кг/м}^2.$$

Затраты мощности на преодоление сопротивлений в циклоне:

$$P_{\text{в.ц}} = 0,28 \cdot 12 \cdot 46,5 \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ кВт.}$$

Затраты мощности на преодоление сопротивления движению воздуха в отводе центробежного вентилятора составили 1,6 кВт.

Для определения затрат мощности на сопротивление движению воздуха в дополнительных отводах находим динамическое давление, которое зависит от скорости движения воздуха в пневмопроводах. По схеме, рисунок 1 г, принимаем скорость движения воздушного потока после циклона $v = 18 \text{ м/с}$, по схеме рисунок 1 д, скорость движения воздушного потока после воздушного канала и осадительной камеры – 4–5 м/с.

По формуле (4) динамическое давление в дополнительных отводах по схеме, рисунок 1 г, составляет:

$$H_{\text{д}} = \frac{18^2 \cdot 1,2}{2} = 194,4 \text{ кг/м}^2 = 1944 \text{ Па.}$$

Сопротивление движению воздуха в дополнительных отводах определяется из выражения [5]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \xi \cdot H_{\text{д}} \cdot (1 + k \cdot \mu), \quad (6)$$

где ξ – коэффициент сопротивления отвода ветви;

k – комплексный коэффициент; принимаем для отвода 90 град $k = 1,4$ [6];

μ – коэффициент динамической вязкости, Н·с/м²; принимаем $\mu = 17,9 \cdot 10^{-6}$.

Коэффициент сопротивления отвода ветви определяется по формуле:

$$\xi = K_{\text{п}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент угла поворотов; принимаем для угла 60–90 град $K_{\text{п}} = 1$ [6];

$K_{\text{т}}$ – коэффициент местного сопротивления отводов; принимаем $K_{\text{т}} = 0,13$ [6].

Из выражения (7) $\xi = 1 \cdot 0,13 = 0,13$.

Сопротивление в дополнительных отводах по схеме, рисунок 1 г, составляет

$$\Delta P_{\text{тр.доп}} = 0,13 \cdot 1944 \cdot (1 + 1,4 \cdot 17,9 \cdot 10^{-6}) = 252,7 \text{ Па.}$$

Затраты мощности по формуле (2):

$$P_{\text{в.от.доп1}} = 0,25 \cdot 18 \cdot 252,7 \cdot 10^{-3} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Динамическое давление в дополнительных отводах по схеме, рисунок 1 д:

$$H_{\text{д}} = \frac{5^2 \cdot 1,2}{2} = 15 \text{ кг/м}^2 = 150 \text{ Па.}$$

По формуле (6)

$$\Delta P_{\text{тр.доп}} = 0,35 \cdot 150 \cdot (1 + 1,4 \cdot 17,9 \cdot 10^{-6}) = 52,5 \text{ Па,}$$

при этом затраты мощности составляют

$$P_{\text{в.от.доп2}} = (0,35 \cdot 5 \cdot 52,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 2 = 0,2 \text{ кВт.}$$

Таблица 1 – Результаты расчета энергозатрат по вариантам конструктивно-технологических схем

Наименование схемы	Затраты мощности, кВт					Суммарные
	$P_{\text{в.от}}$	$P_{\text{в.г}}$	$P_{\text{в.в.к}}$	$P_{\text{в.ц}}$	$P_{\text{в.от.доп}}$	
С центробежным вентилятором и нагнетанием воздушного потока в рабочий канал	1,6	3,6	5,0	1,5	0	11,7
Схема с осевым вентилятором и нагнетанием воздушного потока в рабочий канал	0	3,6	5,0	1,5	0	10,1
Схема с всасываемым воздушным потоком и расположением центробежного вентилятора после рабочего канала	1,6	0	5,0	6,2	0	12,8
Схема с всасываемым воздушным потоком и расположением центробежного вентилятора после рабочего канала и циклона	1,6	0	5,0	6,2	1,1	13,9
Схема с осевым вентилятором с замкнутым циклом движения воздуха	0	3,6	5,0	0	0,2	8,8



Результаты оценки конструктивно-технологических схем по критерию энергозатрат, согласно выражению (1), приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что наиболее энергозатратной является конструктивно-технологическая схема с всасываемым воздушным потоком и расположением центробежного вентилятора после рабочего канала и циклона – удельные энергозатраты составляют 0,28 кВт/т. Минимальные удельные энергозатраты обеспечиваются при использовании схемы с осевым вентилятором и замкнутым циклом движения воздушного потока – 0,17 кВт/т.

Выводы

В результате исследований установлено, что при использовании в пневмосепараторе конструктивно-технологической схемы с осевым вентилятором и замкнутым циклом движения воздушного потока затраты энергии снижаются на 12,9–36,7%.

Список литературы

1. Ямпиров С. С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян. Улан-Уде : Издат-во ВСГТУ, 2003. 262 с.
2. Пивень В. В. Совершенствование технологического процесса очистки зерна фракционированием зернового вороха по аэродинамическим свойствам : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 1994. 504 с.
3. Вайсман М. Р., Грубиян И. Я. Вентиляционные и пневмотранспортные установки. 3-е изд., перераб. М. : Колос, 1984. 367 с.
4. Малис А. Я., Демидов А. Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком / М. : Машгиз, 1962. 175 с.
5. Кожуховский И. Е. Зерноочистительные машины (конструкция, расчет и проектирование). М. : Машиностроение, 1965. 219 с.
6. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. 2-е изд., перераб. М. : Энергоатомиздат, 1984. 416 с.

Семибаламут Александр Викторович, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции».

E-mail: ssemibalamut@mail.ru.

Чаканова Жанар Меирхановна, заведующая лабораторией, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Брюков Николай Михайлович, ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Шипотько Виктор Николаевич, младший научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции».

E-mail: celinnii@rambler.ru.

* * *

УДК 631.3(470.55)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ АПК ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Ю. Сушков, В. А. Алябьев

В статье рассматривается проблема технической оснащенности АПК Челябинской области. Дан анализ состояния парка тракторов и других основных видов сельскохозяйственной техники, эксплуатирующихся на предприятиях и в организациях области. Определены тенденции изменения численности машин и технических средств, подтверждающие их снижение за период с 1995 г.: по тракторам и зерноуборочным комбайнам – до 20 %, по сельскохозяйственным машинам (косилки, сеялки, плуги, жатки валковые и культиваторы) – до 12...18 %. Приведена динамика обеспеченности областных сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами, показывающая, что за период 1995–2013 гг. напряженность их использования превышает общероссийский показатель на 21...42 и 14...18 % соответственно. В количественной характеристике состояния парка сельскохозяйственной техники отражены ее составляющие – приобретение новых и списание физически изношенных орудий и машин. Анализ показывает значительное превышение списания техники в сравнении с приобретением и поставкой в хозяйства области новой. Из анализа возрастного состава машинно-тракторного парка следует, что 66...77 % тракторов, 53...58 % зерноуборочных комбайнов, 30...52 % других сельскохозяйственных машин работает за пределами амортизационных сроков. Данное обстоятельство объясняет низкий уровень надежности эксплуатируемой техники, значительные затраты на поддержание ее работоспособного состояния, что приводит к удорожанию продукции сельскохозяйственного производства. Сохранение сложившихся тенденций изменения численности тракторно-комбайнового парка с учетом оказывающих существенное влияние на них факторов приведет к тому, что к 2020 г. в сельском хозяйстве области будут эксплуатировать технику, выработавшую свой ресурс на 70...90 %. Даны рекомендации по улучшению состояния материально-технической базы сельского хозяйства региона.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, техническая оснащенность, сельское хозяйство, парк сельскохозяйственной техники, напряженность использования техники, приобретение новой техники, изношенность парка техники, уровень надежности машин, эксплуатационные затраты, техническое перевооружение, сельскохозяйственное производство.

Устойчивость развития сельскохозяйственного производства в регионе зависит от многих факторов, в том числе определяется его производственным потенциалом, основными составляющими которого являются материально-техническая база территории и ее финансовые ресурсы.

Обеспеченность техническими средствами влияет на состояние и развитие производительных сил АПК в условиях сокращения трудовых ресурсов села. Проанализируем техническую оснащенность АПК Челябинской области.

Анализ состояния парка тракторов, работающих в сельскохозяйственных организациях

Челябинской области, в последние два десятилетия характеризуется устойчивой тенденцией снижения их общего количества (рис. 1 а). За указанный период парк тракторов уменьшился на 79,16 %, а начиная с 2000 года среднегодовое снижение составило 9,98 %.

Аналогичная ситуация сложилась и по другим основным видам сельскохозяйственной техники. Так, к 2013 г. количество техники по сравнению с 1995 г. уменьшилось: зерноуборочных комбайнов – до 20,23 %; косилок – до 16,18 %; сеялок – до 18,08 %; плугов – до 12,27 %; жаток валковых – до 17,67 %; культиваторов – до 13,65 % (рис. 1 б – 2 а, б, в, г, д) [1–3].



При существенных изменениях объемов сельскохозяйственных работ значительное снижение численности тракторов приводит к повышению напряженности их использования. За период 1995–2013 гг. увеличение нагрузки пашни на один трактор со 115 до 356 гектаров (то есть в 3,1 раза) вызвано снижением числа тракторов с 9 до 3 на 1000 гектаров пашни (рис. 3). В сельскохозяйственных организациях Челябинской области нагрузка пашни на трактор выше, чем по России на 21,1–42,0% (за период 2002–2013 гг.) [1].

Для сравнения: количество тракторов, приходящихся на 1000 гектаров пашни, составило в Канаде – 16, Белоруссии – 18, США – 28, Франции – 69, Германии – 79,03, Великобритании – 89, Италии – 210, Японии – 510,6, России – 4,2 [4].

Также увеличилась нагрузка на зерноуборочные комбайны: за период 1995–2013 гг. снижение числа комбайнов, пришедших на 1000 гектаров посевов зерновых культур, с 6 до 2 привело к значительному росту посевных площадей, пришедшихся на один комбайн, со 180 до 525 гектаров (то есть

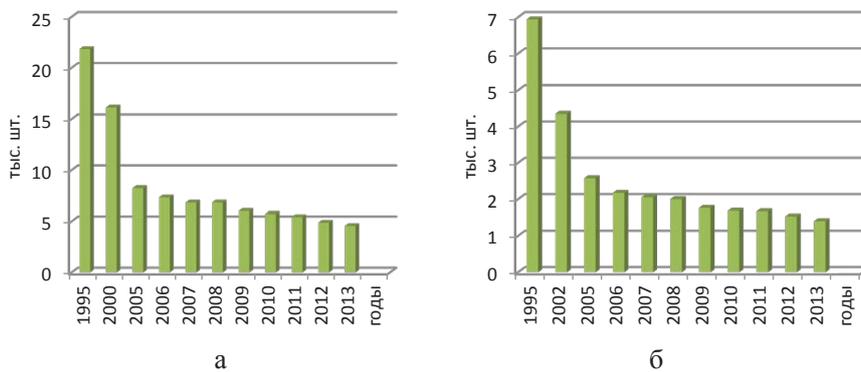


Рис. 1. Динамика наличия тракторов (а) и зерноуборочных комбайнов (б) в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

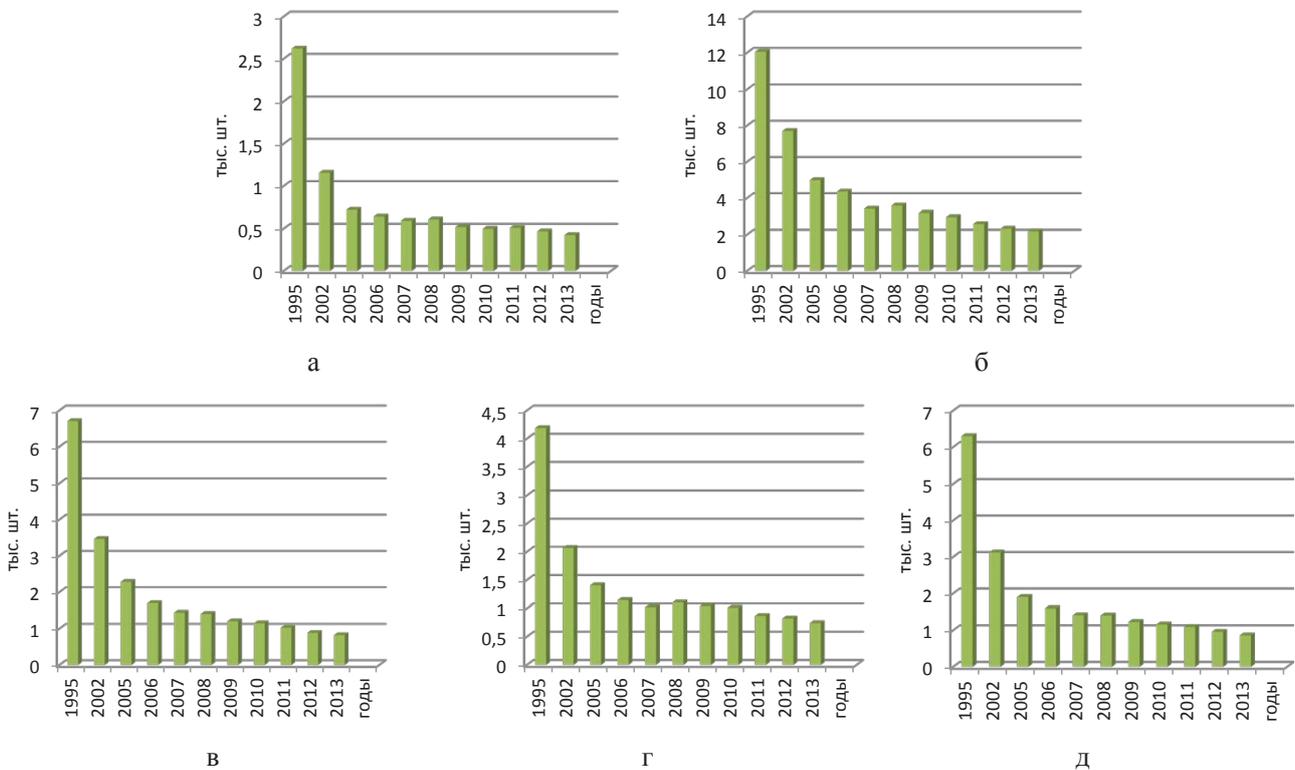


Рис. 2. Динамика наличия косилок (а), сеялок (б), плугов (в), жаток валковых (г) и культиваторов (д) в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

в 2,92 раза) [1, 3]. Это выше, чем по России, на 14,6–18,4%, (1995–2005 гг.) и на 31,6–53,2%, (2005–2013 гг.) [5].

Увеличение нагрузки на другую сельскохозяйственную технику объясняется снижением их количества, приходящегося на 100 тракторов [2]. Данные за период 2006–2013 гг. приведены в таблице 1.

Количественная составляющая состояния парка сельскохозяйственной техники определяется не только имеющимися техническими средствами, но и приобретением сельскохозяйственными организациями новых и списание по износу орудий и машин. За период 1995–2013 гг. списание изношенной техники всегда превышало, а зачастую значительно, приобретение

Таблица 1 – Наличие в сельскохозяйственных организациях Челябинской области техники, приходящейся на 100 тракторов (штук)

Сельскохозяйственная техника	Годы							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Плуги	23	21	21	20	20	19	18	18
Сеялки	59	50	53	53	52	48	48	48
Косилки	9	9	9	9	9	9	10	9
Культиваторы	22	21	21	20	20	20	20	19

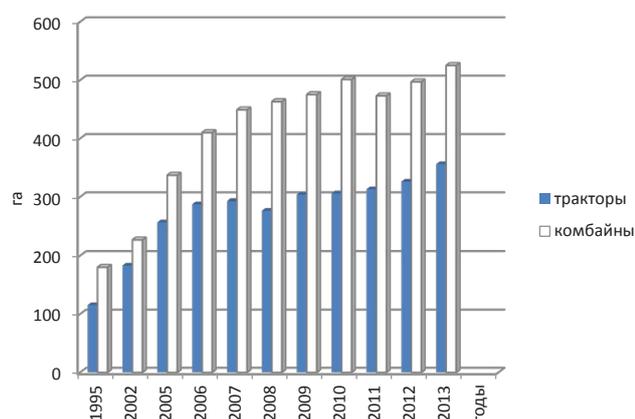


Рис. 3. Динамика обеспеченности тракторами и зерноуборочными комбайнами сельскохозяйственных организаций Челябинской области

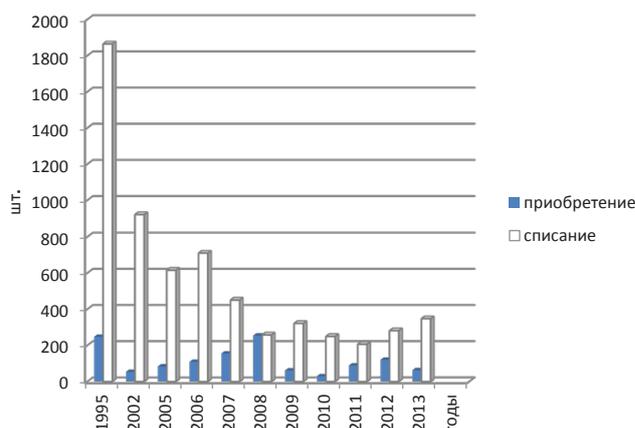


Рис. 4. Приобретение новых и списание по износу тракторов в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

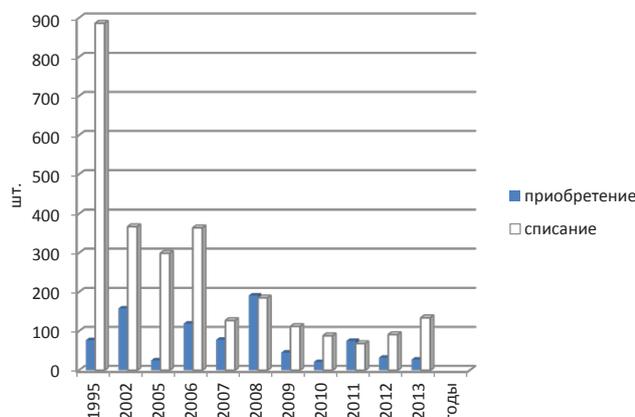


Рис. 5. Приобретение новых и списание по износу зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

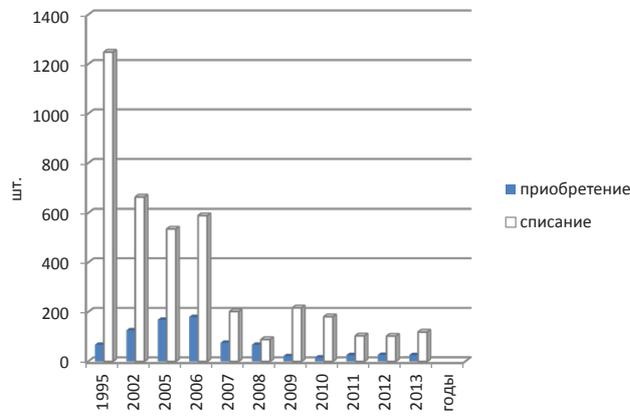


Рис. 6. Приобретение новых и списание по износу сеялок в сельскохозяйственных организациях Челябинской области



новой; исключение составили по зерноуборочным комбайнам – 2008 г. и 2011 г., по плугам и жаткам – 2008 г. (рис. 4–9) [3].

Сложившееся в аграрном секторе экономики региона положение не могло не отразиться на фактической оснащённости большинства сельскохозяйственных организаций: отставание от необходимого количества составляет по проведенным исследованиям до 60% [6]. Степень износа парка комбайно-тракторной техники в хозяйствах Челябинской области за период 2000–2015 гг. составила более 50%.

Изношенность современного парка сельскохозяйственной техники является характерной его особенностью. За период 2012–2015 гг. в общем количестве удельный вес тракторов с истекшим сроком службы составил 66,0...77,0%; зерноуборочных комбайнов – 53,0...58,0%. Для других видов сельскохозяйственной техники

(жатки валковые, косилки, культиваторы) этот показатель составил 30,0...52,0% (рис. 10 а, б – 11 а, б, в, г, д). В структуре парка сельскохозяйственной техники доля технических средств со сроком службы до 3 лет составила: по тракторам – 4,5...7,4%; по зерноуборочным комбайнам – 7,2...8,9%; по жаткам валковым – 4,8...10,9%; по плугам – 4,8...5,8%; по культиваторам – 3,9...5,3%. Несколько лучше ситуация по сеялкам и косилкам, соответственно, 17,8...20,3% и 17,1...18,1% [7].

Из анализа возрастного состава машинно-тракторного парка следует, что значительная часть тракторов, зерноуборочных комбайнов и других технических средств работает за пределами амортизационных сроков. Это обстоятельство объясняет низкий уровень надежности эксплуатируемой техники, следствием которого является существенное возрастание затрат на поддержание ее работоспособного состояния, увеличение технологической себестоимости выполняемых техникой работ. Последнее приводит к росту цены на продукцию сельскохозяйственного производства.

Сохранение темпов снижения численности тракторно-комбайнового парка в сельскохозяйственных организациях Челябинской области с учетом вывода из производственного процесса изношенной техники и ввода новой в основном соответствует прогнозным оценкам ГОСНИТИ на 2012 год. Неутешителен и прогноз, приведенный в «Концепции модернизации ИТС сельского хозяйства на период до 2020 года», как минимум до 2020 года в сельском хозяйстве будут эксплуатировать не новую технику, а выработавшую свой ресурс на 70–90% [8].

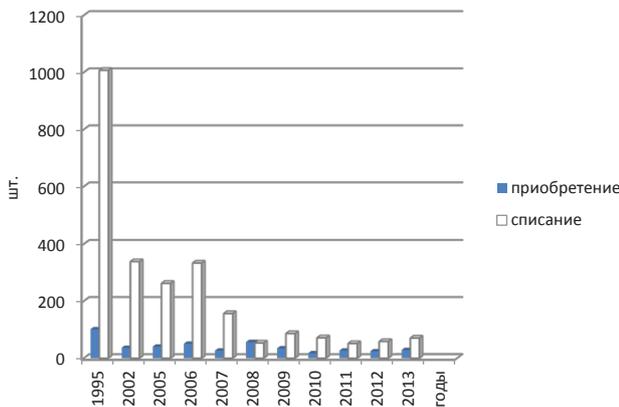


Рис. 7. Приобретение новых и списание по износу плугов в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

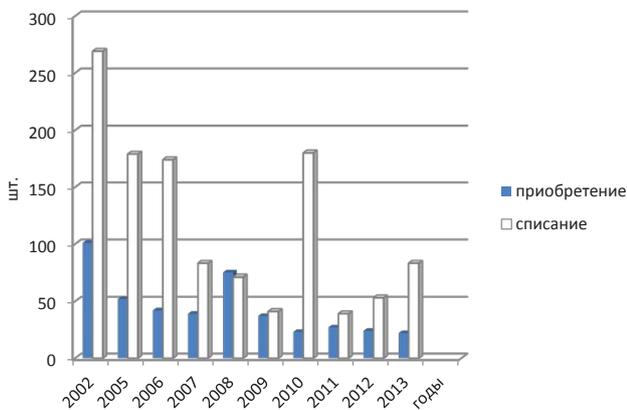


Рис. 8. Приобретение новых и списание по износу жаток валковых в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

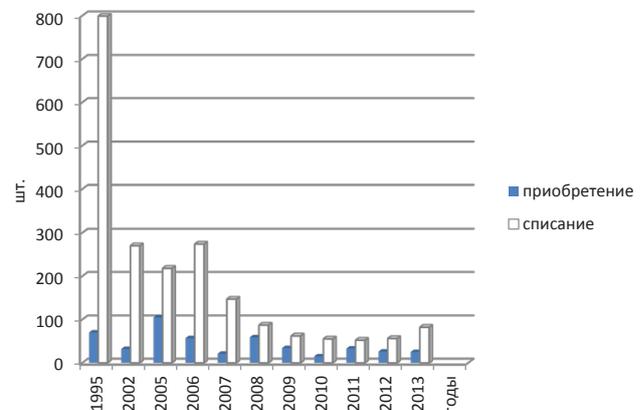


Рис. 9. Приобретение новых и списание по износу культиваторов в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

Анализ структуры парка тракторов по типу двигателя показал абсолютное преобладание в сельскохозяйственных организациях региона тракторов на колесном ходу. За период 2012–2015 гг. доля тракторов производства МТЗ возросла с 31,6 до 54,0%, а всех моделей тракторов производства МТЗ, ПТЗ (типа К-700) и ХТЗ (типа Т-150К, Т-150) – с 52,3 до 70,8% (рис. 12) [7].

Опыт эксплуатации машинно-тракторных агрегатов на базе энергонасыщенных колесных тракторов серии К-700, Т-150К и их импортных аналогов выявил негативные последствия уплотняющего воздействия на почву их колесных двигателей. Уплотнение почвы ходовыми системами машин приводит к недобору урожая на 5...20% и увеличению затрат топлива на 15...20% [6]. Все это говорит о том, что в сель-

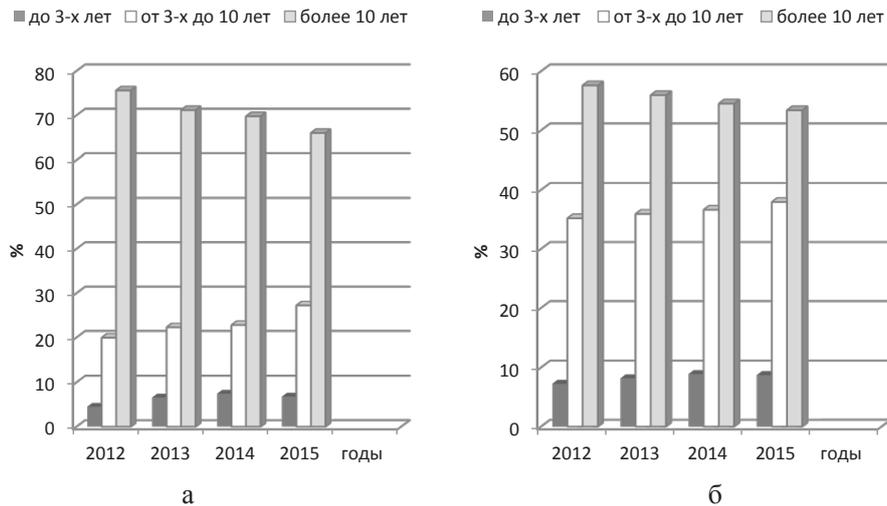


Рис. 10. Структура парка тракторов (а), зерноуборочных комбайнов (б) сельскохозяйственных организаций Челябинской области

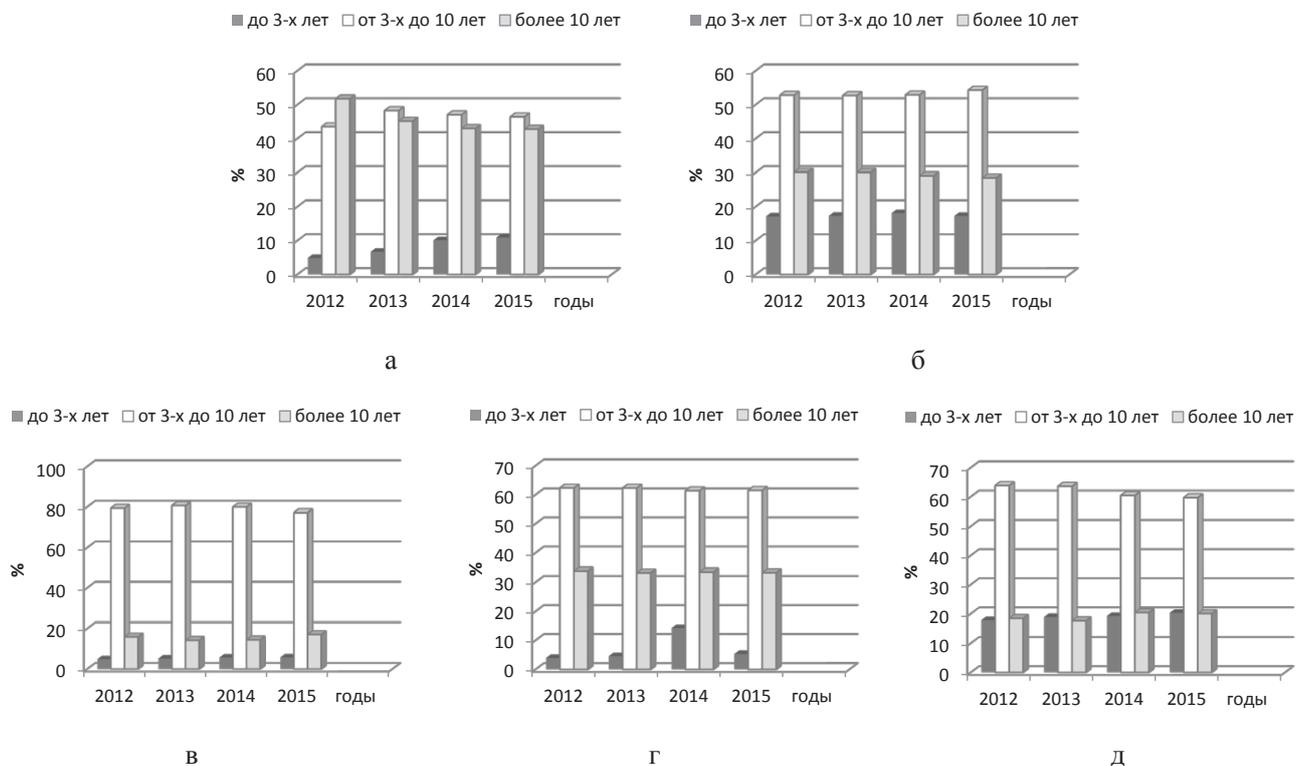


Рис. 11. Структура парка техники (жатки (а), косилки (б), плуги (в), культиваторы (г), сеялки (д) сельскохозяйственных организаций Челябинской области



ском хозяйстве предпочтительно использовать гусеничную технику. В сельскохозяйственных организациях Челябинской области доля гусеничных тракторов за период 2000–2015 гг. составляла 10,4...12,5%.

Для условий России тракторы на гусеничном ходу обладают рядом преимуществ. Следствием большой площади опорной поверхности гусеничных лент является снижение удельного давления и уплотняющего воздействия на почву. Кроме того, гусеничный движитель обеспечивает лучшее сцепление с почвой, что позволяет уменьшить буксование и повысить тягово-сцепные свойства трактора. По сравнению с колесными гусеничные тракторы способны выполнять агротехнологические операции в оптимальные сроки, независимо от погодных условий.

Таким образом, за анализируемый период (1995–2013 годы) в сельскохозяйственных организациях Челябинской области произошло значительное сокращение численности машин и оборудования.

Анализ состояния материально-технической базы сельского хозяйства региона свидетельствует о снижении уровня технической оснащенности сельского хозяйства, увеличении нагрузки на единицу техники и, как следствие, физического износа машин и оборудования. В настоящее время в АПК региона эксплуатируются около 70% отслуживших свой амортизационный срок тракторов, зерноуборочных комбайнов – около 50%.

Для решения накопившихся проблем необходимо провести техническое перевооружение сельскохозяйственного производства за счет внедрения современных ресурсосберегающих

технологий возделывания сельскохозяйственных культур, машин и оборудования в организациях АПК региона, возродить ремонтно-технические базы и производство сельскохозяйственных машин на предприятиях области [9]. Важную роль в этом вопросе играет государственная поддержка по приобретению техники для сельхозпроизводителей. В 2015 году впервые за последние годы Челябинская область субсидировала на условиях софинансирования с федеральным бюджетом приобретение комбайнов. В результате в 2015 году было приобретено 102 комбайна. В 2016 году на эти цели из областного бюджета выделяются 65 миллионов рублей, это позволит закупить для села не менее 200 единиц новой техники. В рамках запущенной в 2012 году федеральной государственной программы отечественные заводы-изготовители получают 25% дотацию от государства и продают технику дешевле. Кроме того, например ОАО Россельмаш предоставляет 10% заводскую скидку. По итогам 2015 года производство отечественной сельхозтехники в России выросло по сравнению с 2014 годом на 30 процентов. Региональным властям следует шире использовать федеральные возможности по приобретению техники для местных товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции. Реализация предложенных мер позволит улучшить состояние материально-технической базы сельского хозяйства региона.

Список литературы

1. Статистический ежегодник по Челябинской области : стат. сборник / Челябинскстат. Челябинск, 2014. 543 с.
2. О состоянии сельского хозяйства в Челябинской области : аналитическая записка / Челябинскстат. Челябинск, 2014. 27 с.
3. Наличие тракторов, сельскохозяйственных машин и энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Челябинской области в 2008–2013 годах : стат. сборник / Челябинскстат. Челябинск, 2014. 45 с.
4. Горбачев И. В., Нефедов А. М. Состояние и перспективы развития тракторостроения для АПК России // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2012. № 1. С. 3–6.
5. Российский статистический ежегодник. 2014 : стат. сборник / Росстат. М., 2014. 693 с.
6. Бердов Е. И., Щепетов Е. Г. Повышение эффективности использования тракторов двойного назначения : монография. Челябинск, 2008. 170 с.

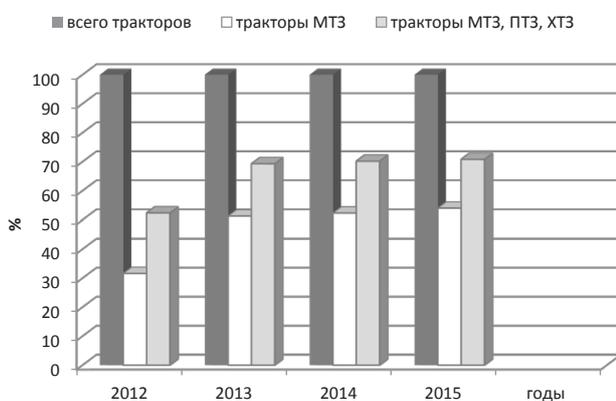


Рис. 12. Структура парка тракторов (по маркам) в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

7. Отчет о сельскохозяйственной технике и энергетике за 2012–2015 годы. Челябинск, 2015. 78 с.

8. Черноиванов В. И. Инженерные службы АПК России: обеспечение выполнения Госпрограммы развития сельского хозяйства

на 2013–2020 годы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 1. С. 2–7.

9. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Рахимов И. Р. Тенденции развития механизированных процессов в земледелии // Вестник ЧГАУ. 2014. Т. 68. С. 53–59.

Сушков Сергей Юрьевич, канд. юр. наук, министр сельского хозяйства Челябинской области, действительный государственный советник Челябинской области I класса.

E-mail: agrom@chel.surnet.ru.

Алябьев Вадим Анатольевич, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: alyabiev.vadim@mail.ru.

* * *

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВНЕШНИХ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ТРАКТОРНЫЙ АГРЕГАТ ПРИ ПАХОТЕ

И. П. Трояновская, Д. И. Наратовый, Н. К. Носков

В настоящее время много внимания уделяется курсовой устойчивости движения тракторных агрегатов. Особенно актуально это при пахоте по отвальной технологии, когда на плуге возникает дополнительный разворачивающий момент и трактор уводит в сторону от прямолинейного движения. Определение предельного значения сдвигающей силы можно получить с помощью математической модели движения тракторного агрегата. Траектория движения определяется внешними силами, действующими на тракторный агрегат со стороны грунта. Чаще всего их измеряют экспериментально. Целью исследования является экспериментальное определение внешних сил, действующих на пахотный тракторный агрегат. Поскольку тракторный агрегат взаимодействует с грунтом движителем и рабочим орудием, то необходимо экспериментально определить: силу сопротивления качению колес, силу тяги и силу сопротивления плугу. В качестве экспериментального объекта взят колесный трактор Т-40 с двухкорпусным плугом ПН-3-35Б. Усилия измерялись посредством тензозвена и измерительного комплекса МИС-400D. Замеры проводились на двух типах грунтов: вспаханном поле и целине. Обработка замеренных экспериментальных значений проводилась методами статистики. В результате получены: коэффициенты сопротивления самопередвижению (на целине – $f = 0,06$, на поле – $f = 0,12$); максимальные коэффициенты сцепления (на целине $\varphi = 0,98$, на поле $\varphi = 0,85$); силы сопротивления на каждом корпусе плуга (на целине $\Delta P_{\text{пл}} = 4356,5$ Н, на поле $\Delta P_{\text{пл}} = 2027$ Н). На основе полученных результатов вычислены исходные данные к модели движения для обоих типов грунта: силы сопротивления качению передних и задних колес, продольная и поперечная составляющая силы на плуге, зависимость силы тяги на колесе от его буксования.

Ключевые слова: усилие сопротивления плуга, сопротивление перекатыванию, коэффициент сцепления, эксперимент.

Вопросы курсовой устойчивости колесных тракторных агрегатов не теряют своей актуальности. В настоящее время по этой проблеме защищено достаточно много диссертаций [1–3]. Наибольшую актуальность вопросы устойчивости прямолинейного движения приобретают для пахотных агрегатов при отвальной обработке почвы, где поперечные силы сопротивления на плуге, обусловленные его геометрией, создают дополнительный разворачивающий момент. Водителю для сохранения прямолинейности движения трактора приходится часто корректировать (выравнивать) движение машины. Все это, несомненно, сказывается на утомляемости

водителя и, как следствие, приводит к снижению производительности его труда.

Однако не любая поперечная составляющая сила на плуге приводит к боковому отклонению трактора. При небольших значениях боковой силы трактор сохраняет прямолинейность движения без дополнительных усилий со стороны водителя. Рассмотрим увод трактора как совокупность прямолинейного движения машины и ее бокового сдвига под действием внешней силы [4]. Тогда для каждого тракторного агрегата существует свое предельное значение сдвигающей силы [5], которое можно определить посредством математического моделирования.

Согласно законам механики для построения траектории движения тела необходимо знать внешние силы, действующие на него. Определение закона движения тела по заданным действующим силам представляет собой классическую вторую задачу динамики, где в качестве исходных данных выступают силы реакций со стороны грунта [6].

Пахотный агрегат взаимодействует с грунтом посредством движителя (колеса или гусеницы) и рабочего орудия (плуга). В контакте колеса (или гусеницы) со стороны грунта возникают два вида сил:

- тяговые силы сцепления (P_ϕ), обеспечивающие движение трактора;
- силы сопротивления самопередвижению (P_f), мешающие движению.

На плуге (рабочем орудии) при пахоте возникают дополнительные силы сопротивления разрушению грунта ($\Delta P_{пл}$).

Поскольку почва является неоднородной средой, то рассчитать теоретически возникающие при взаимодействии с рабочим орудием силы на основе уравнений математической физики не представляется возможным даже в настоящее время, несмотря на поистине грандиозные достижения в области вычислительной техники [7]. Чаще всего значения этих сил измеряются экспериментально и используются в виде удельных параметров: коэффициентов сцепления (ϕ) и сопротивления самопередвижению (f), а также удельного сопротивления на один корпус плуга ($\Delta p_{пл}$). Однако значения, приведенные в литературных источниках [8], имеют довольно большой разброс, что затрудняет их дальнейшее использование в математической модели [9].

Поэтому **целью исследования** является экспериментальное определение внешних сил, действующих на пахотный агрегат в удельных параметрах: коэффициента сцепления (ϕ) ведущих колес с грунтом, коэффициента сопротивления самопередвижению (f) и сопротивления грунта на каждом корпусе плуга ($\Delta p_{пл}$).

В качестве **физического объекта экспериментального исследования** взят полноприводный колесный сельскохозяйственный трактор Т-40 с навесным двухкорпусным плугом ПН-3-35Б.

Масса и положение центра масс экспериментального трактора Т-40 определялись путем взвешивания на аттестованном испытательном стенде СКЦТ-100 по методике ГОСТ 27922-88 и ГОСТ 27248-87. Погрешность испытательного стенда 0,2%. Во время испытаний трактор

был полностью заправлен, на сидение водителя был уложен груз массой 75 кг. Эксплуатационная масса базового трактора (G_T) составила 3065 кг, масса плуга – 300 кг.

Вес (G_a) тракторного агрегата равен $G_a = 33\ 650$ НН. В транспортном положении распределение веса следующее: нагрузка на передний мост составила 10 100 Н, на задний мост – 23 550 Н.

Используемая аппаратура. В качестве тягача использовался колесный трактор Беларусь ЮМЗ-6КЛ. Усилия на крюке тягача измерялись посредством тензометрического звена «Тензо-М», соединенного с измерительным комплексом «МІС-400D». Результаты замеров тензозвена отражались в виде осциллограммы на экране персонального компьютера, что позволило в режиме реального времени производить обработку полученных данных [10].

Методика проведения эксперимента

Испытания проводились на полигоне испытательного центра НАТИ (г. Чебаркуль) на двух типах грунтов: на вспаханном поле и целине. Предварительно замерена плотность грунта, которая составила: 1–2 удара плотномера Дор НИИ на пашне и 3–5 ударов – на целине. Температура воздуха в момент испытаний составляла +20 °С, влажность – 50%.

1. *Усилие сопротивления самопередвижению (P_f)* измерялось путем протаскивания объекта исследования с отключенными (ведомыми) колесами при поднятом вверх плуге. Усилие измерялось на тензозвене, через которое тягач (ЮМЗ-6КЛ) соединялся с трактором (Т-40).

2. *Сила сопротивления на плуге.* Для определения силы сопротивления на плуге ($\Delta P_{пл}$) были проведены дополнительные замеры усилий сопротивления ($P_{пл}$) при протаскивании исследуемого тракторного агрегата с опущенным в землю плугом (пахоте). Поскольку движение осуществлялось с постоянной рабочей скоростью (без ускорений), то искомое усилие сопротивления плуга ($\Delta P_{пл}$) можно вычислить как разницу измеренного ранее сопротивления ($P_{пл}$) и сопротивления самопередвижению (P_f):

$$\Delta P_{пл} = P_{пл} - P_f. \quad (1)$$

3. *Сила тяги.* Для замера тягового усилия (P_ϕ) на ведущих колесах трактор цеплялся за непреодолимое препятствие (заякоренный тягач) и тянул до полного буксования. Изменение тягового усилия записывалось на осциллограммы.



Результаты эксперимента

Обработка результатов проводилась методами математической статистики [11]. Для каждого типа усилия и типа грунта вычислялись: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, показатели асимметрии и эксцесса.

1. Сопротивление самопередвижению.

Математическое ожидание усилия сопротивления самопередвижению (P_p) составило: на вспаханном поле – 3919 Н, на стерне – 1926 Н.

Коэффициент сопротивления качению (f) вычислялся как отношение замеренного значения к весу тракторного агрегата (G_a):

$$f = P_p / G_a . \quad (2)$$

Коэффициент сопротивления самопередвижению равен: на вспаханном поле $f = 0,12$, на целине $f = 0,06$. Эти экспериментальные значения хорошо коррелируются с данными в технической литературе [8].

2. Сила сопротивления на плуге.

Математическое ожидание замеренного сопротивления во время пахоты ($P_{пл}$) составило:

- на вспаханном поле – 7973 Н со среднеквадратичным отклонением 1892 Н;
- на стерне – 10 639 Н со среднеквадратичным отклонением 2680 Н.

Эти усилия включают в себя сопротивление самопередвижению и усилие на плуге. С учетом формулы (2) усилия сопротивления на плуге получаются:

- на вспаханном поле $P_{пл} = 7973 - 3919 = 4054$ Н;
- на стерне $P_{пл} = 10 639 - 1926 = 8713$ Н.

Поскольку использовался двухкорпусный плуг, то удельное значение усилия ($\Delta p_{пл}$), т.е. сопротивление грунта на один корпус, составило 2027 Н на вспаханном поле и 4356,5 Н – на стерне.

3. Тяговое усилие.

Известно [12], что тяговые усилия на колесе (P_ϕ) меняются в зависимости от величины буксования (δ) и для колесного трактора достигают своего максимального значения при 15% буксовании [13]. Внешний вид осциллограмм тяговых усилий на ведущих колесах (рис. 1) показал, что характер их изменения принципиально разный для стерни и вспаханного поля.

На вспаханном поле усилие (P_ϕ), достигнув максимума 25 902 Н, сохраняет свое значение (рис. 1 а), что полностью соответствует характеристике рыхлых грунтов.

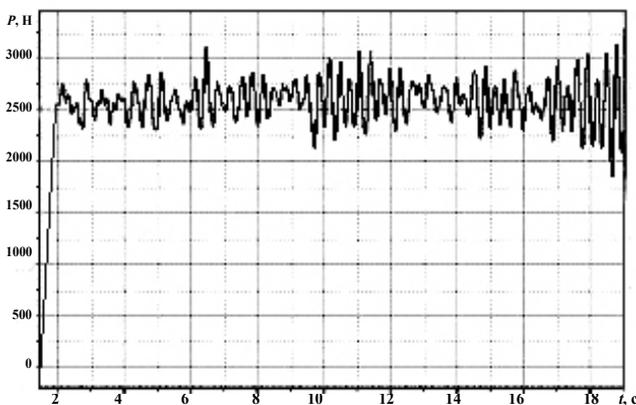
На целине (рис. 1 б) тяговые усилия вначале достигают своего максимального значения $P_{\phi \max} = 30 000$ Н, а потом после срыва поверхностного слоя, укрепленного корневой системой растений, снижается и стабилизируется на значении $P_{\phi \delta=1} = 2500$ Н.

Коэффициент сцепления (удельное тяговое усилие) на колесе (ϕ) вычислялся как отношение замеренного значения (P_ϕ) к весу трактора (G_t):

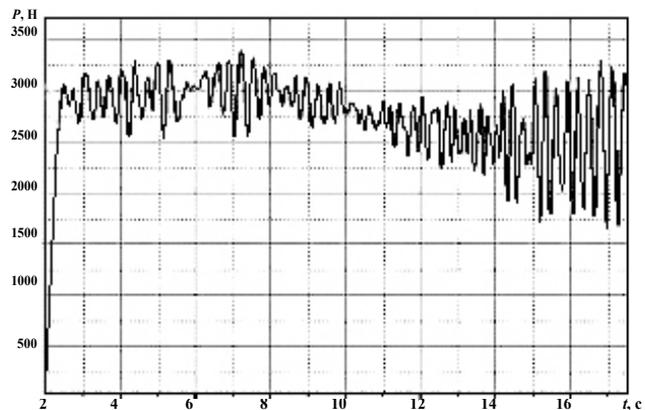
$$\phi_{\max} = P / G_t . \quad (3)$$

В результате получили значения коэффициента сцепления колес с грунтом:

- на вспаханном поле $\phi_{\max} = \phi_{\delta=1} = 0,85$;
- на стерне $\phi_{\max} = 0,98$ – максимальные значения срыва грунта, $\phi_{\delta=1} = 0,82$ – значения коэффициента при 100% буксовании.



а



б

Рис. 1. Осциллограммы тягового усилия (P_ϕ) на ведущих колесах: а – вспаханное поле; б – стерня

Выводы

Полученные экспериментальные значения будут в дальнейшем использованы в качестве исходных данных для математической модели движения тракторного пахотного агрегата [9]. Это позволит не только построить траекторию его движения, но и оценить влияние каждой силы на величину бокового увода.

1. Силы сопротивления качению прямо пропорциональны нормальной нагрузке на колесе.

На целине:

– сопротивление передних колес $P_f = 0,06 \times 5050 = 303$ Н;

– сопротивление задних колес $P_f = 0,06 \times 11\,775 = 706,5$ Н.

На вспаханном поле:

– сопротивление передних колес $P_f = 0,12 \times 5050 = 606$ Н;

– сопротивление задних колес $P_f = 0,12 \times 11\,775 = 1413$ Н.

2. Сила сопротивления на плуге направлена по нормали к поверхности лемеха. Разложим ее на две составляющие: продольную (замеренную экспериментально) и поперечную (создающую разворачивающий момент). Поперечная составляющая определяется геометрией плуга:

$$\Delta P_y = P_{пл} \operatorname{tg} \alpha, \quad (4)$$

где $\alpha = 35,87^\circ$ – угол наклона лемеха к продольной оси трактора.

На каждый корпус плуга действуют следующие силы сопротивления:

На целине:

– продольная составляющая $\Delta P_{пл} = 8713$ Н;

– поперечная составляющая $\Delta P_y = 6300$ Н.

На вспаханном поле:

– продольная составляющая $\Delta P_{пл} = 4054$ Н;

– поперечная составляющая $\Delta P_y = 2931$ Н.

3. Сила тяги пропорциональна нормальной нагрузке на колесе:

сила сцепления передних колес $P_\phi = \varphi \cdot 5050$ Н;

сила сцепления задних колес $P_\phi = \varphi \cdot 11\,775$ Н,

где коэффициент сцепления (φ) является функцией буксования (δ) (рис. 2).

Для описания в математической модели обоих типов грунта (рыхлого и с уплотненным поверхностным слоем) используем единую формулу, описывающую зависимость сцепления от буксования $\varphi(\delta)$ [14]:

$$\varphi(\delta) = \varphi_{\delta=1} \left(1 + \frac{\chi}{\operatorname{ch}(\delta/\lambda)} \right) \operatorname{th} \left(\frac{\delta}{\lambda} \right), \quad (5)$$

где ch , th – функции гиперболического косинуса и гиперболического тангенса;

φ_{\max} – максимальные коэффициенты сцепления;

λ – эмпирический коэффициент, характеризующий величину буксования, соответствующую максимальному значению коэффициента сцепления;

χ – эмпирический коэффициент, характеризующий тип грунта:

– для рыхлых грунтов $\chi = 0$;

– для грунтов со срывом поверхностного слоя $\chi = \varphi_{\max} / \varphi_{\delta=1}$.

Формула (5) для целины имеет вид:

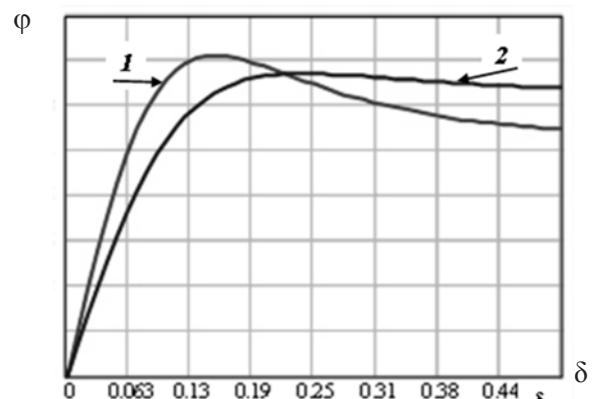
$$\varphi(\delta) = 0,82 \left(1 + \frac{1,2}{\operatorname{ch}(\delta/0,15)} \right) \operatorname{th} \left(\frac{\delta}{0,15} \right);$$

для вспаханного поля – $\varphi(\delta) = 0,85 \operatorname{th} \left(\frac{\delta}{0,15} \right)$.

Список литературы

1. Тарасова С. В. Обоснование способа курсовой стабилизации колесного трактора при выполнении сельскохозяйственных операций на наклонной опорной поверхности : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2015. 24 с.

2. Яковлев П. Ю. Повышение управляемости и устойчивости машинно-тракторного агрегата с фронтально-навешенным орудием агрегата с фронтально навешенным орудием за счет модернизации навесного устройства : дис. ... канд. техн. наук. Барнаул, 2014. 128 с.



1 – для грунтов с уплотненным поверхностным слоем; 2 – для рыхлых грунтов

Рис. 2. Экспериментальная зависимость коэффициента сцепления от буксования (δ)



3. Реймер В. В. Обоснование методики повышения эффективности эксплуатации колесных тракторов класса 1,4 при работе на наклонной опорной поверхности : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Оренбург, 2012. 24 с.

4. Позин Б. М., Трояновская И. П., Апанасик В. Г. Задачи пассивного поворота гусеничной машины (постановка, модель движения) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Машиностроение. 2007. Вып. 10. № 25(97). С. 70–74.

5. Апанасик В. Г., Позин Б. М., Трояновская И. П. Пассивный поворот гусеничной машины (Задача страгивания) // Материалы XLIII науч.-техн. конф. ЧГАУ, 2004. Ч. 2. С. 204–208.

6. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. М. : Высш. шк., 1986. 416 с.

7. Ярошевский В. А. Теоретические и экспериментальные исследования В. П. Горячкина в традициях российской школы механики // Вестник МГАУ. 2008. № 1. С. 10–12.

8. Львов Е. Д. Теория трактора. М. : Машгиз, 1952. 388 с.

9. Трояновская И. П. Модель увода гусеничного трактора при пахоте // Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 3. С. 29–31.

10. Граков Ф. Н. Обоснование конструктивной схемы и параметров комбинированного рабочего органа плуга-картофелекопателя : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск : ЧГАА, 2002. 183 с.

11. Эльсгольц Л. Э. Вариационное исчисление ГИИТ. М. : Высш. шк., 1953. 164 с.

12. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин. М. : Машгиз, 1981. 272 с.

13. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. М. : Изд-во стандартов, 2002. 17 с.

14. Трояновская И. П. Методология моделирования криволинейного движения тракторных агрегатов : автореф. дис. ... докт. техн. наук. Челябинск, 2011. 36 с.

Трояновская Ирина Павловна, Почетный машиностроитель РФ, докт. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: tripav63@mail.ru.

Нарадовый Дмитрий Иванович, канд. техн. наук, заместитель директора по производству, ОАО «Уральский испытательный центр НАТИ».

E-mail: uralnati@rambler.ru.

Носков Никита Константинович, аспирант, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: ecco_07@mail.ru.

* * *

ВЛИЯНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ И СЕЗОННОЙ НАРАБОТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

С. Д. Шепелёв, А. М. Плаксин, Ю. Б. Черкасов

В процессе эксплуатации машины ее эксплуатационные показатели снижаются, что приводит к сокращению сроков службы деталей, усложнению работ по техническому обслуживанию и росту эксплуатационных затрат. В процессе эксплуатации сезонная выработка зерноуборочных комбайнов класса 5–6 кг/с снижается до 70%, с 550 до 150 гектаров, а суточная производительность снижается от пятнадцати до пяти гектаров. Установлено, что значительное влияние на потребность в технологических машинах оказывает среднее время восстановления отказа, которое складывается из времени на поиски и непосредственно на устранение последствий отказа, а также время доставки запасных частей. На основе сбора статистических данных в условиях производства установлена средняя продолжительность устранения технического отказа зерноуборочного комбайна и среднее время доставки запасных частей. Установлено, что наработка на отказ технологических машин снижается от 20 часов в начальный период эксплуатации до двух часов к окончанию срока службы. Комплексными показателями технической готовности являются коэффициенты готовности и оперативной готовности зерноуборочных комбайнов. Коэффициент оперативной готовности с увеличением срока службы технологических машин снижается с 0,89 до 0,45, а коэффициент готовности с 0,95 до 0,79 из-за увеличения технических отказов. Выявлено, что значительное влияние на комплексный показатель технической готовности оказывает время устранения отказа. Увеличение коэффициента технической готовности возможно за счет увеличения количества исполнителей, а коэффициента оперативной готовности – за счет формирования фонда обменных запасных частей, в том числе использования агрегатного метода восстановления работоспособности машин и своевременной их доставки мобильными звеньями.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технический отказ, наработка на отказ, время устранения отказа.

При проектировании технологических линий возделывания и уборки зерновых культур необходимо учитывать, что уборка в значительной мере определяет эффективность деятельности сельскохозяйственного предприятия. Повышению эффективности уборки зерновых культур способствует рациональная загрузка и наличие уборочной техники [1, 2]. В процессе эксплуатации машины ее исходные характеристики постепенно ухудшаются, что приводит к сокращению сроков службы деталей, усложнению работ по техническому обслуживанию и росту эксплуатационных затрат. В результате происходит непрерывное изменение ее исход-

ных характеристик, интенсивность которого определяется конструктивными особенностями узлов и агрегатов, условиями их эксплуатации, а также уровнем технического обслуживания. Установлено, что сезонная выработка зерноуборочных комбайнов класса 5–6 кг/с к наработке 6,5 тыс. га снижается до 70%, с 550 до 150 гектаров, а суточная производительность снижается в три раза за этот же период, от пятнадцати до пяти гектаров [3]. При снижении производительности зерноуборочных комбайнов, как правило, из-за их низкой надёжности увеличиваются потери урожая, что приводит к увеличению себестоимости производства продукции.



Цель работы: выявление закономерности изменения показателей эксплуатационной надёжности в зависимости от срока службы и наработки зерноуборочных комбайнов.

Результат исследований

Комплексными показателями технической готовности являются коэффициенты готовности и оперативной готовности зерноуборочных комбайнов [4, 5]. Для определения зависимости комплексных показателей надёжности от наработки машин необходимо определить такие показатели, как время устранения последствия отказа, количество отказов, наработка на отказ.

Продолжительность устранения отказа определяется из выражения:

$$t_{y.o} = m_o T_{y.o}, \quad (1)$$

где m_o – количество отказов, шт.;

$T_{y.o}$ – средняя продолжительность устранения отказа, ч.

Количество отказов можно определить по формуле:

$$m_o = \frac{t_p}{t_o}, \quad (2)$$

где t_o – наработка на отказ, ч, мото-ч, га;

t_p – продолжительность работы за уборочный цикл, час.

Время устранения отказа также можно определить из выражения:

$$t_{y.o} = \frac{\sum T_{y.o}}{m_{cl}}, \quad (3)$$

где m_{cl} – количество исполнителей при устранении последствий отказа, чел.

Соответственно, подставляя выражение (1) и (2) в формулу (3), получаем:

$$t_{y.o} = \frac{t_p}{t_o} \cdot \frac{T_{y.o}}{m_{cl}}, \quad \text{ч.} \quad (4)$$

Подставляя выражение (4) в формулу (1), получаем:

$$K_{ог} = \frac{t_p}{t_p + \frac{t_p}{t_o} \cdot \frac{T_{y.o}}{m_{cl}}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o m_{cl}}}. \quad (5)$$

Если $m_{cl} = 1$, то

$$K_{ог} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o}}. \quad (6)$$

Если время устранения отказов $T_{y.o}$ условно принять за единицу, то коэффициент оперативной готовности определяется из выражения:

$$K_{ог} = \frac{1}{1 + \frac{1}{t_o}}. \quad (7)$$

Значительное влияние на потребность в технологических машинах оказывает среднее время восстановления отказа, которое складывается из времени на поиски и непосредственно на устранение последствий отказа, а также времени доставки запасных частей. Влияние среднего времени устранения последствий технического отказа и наработки на отказ на коэффициент готовности отображено на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, значительное влияние на комплексный показатель технической готовности оказывает время устранения отказа.

На основе сбора статистических данных в производственных условиях сельскохозяйственных предприятий установлено, что средняя продолжительность устранения технического отказа зерноуборочного комбайна с учетом времени доставки запасных частей $T_{y.o}^o$ составила 2,5 часа. В работе автора [6] указывается, что среднее время на поиск и устранение последствий технического отказа зерноуборочного комбайна первой и второй групп сложности $T_{y.o}^o$ составляет 0,6 часа. Соответственно среднее время доставки запасных частей для устранения последствий технического отказа составляет 1,9 часа (рис. 2).

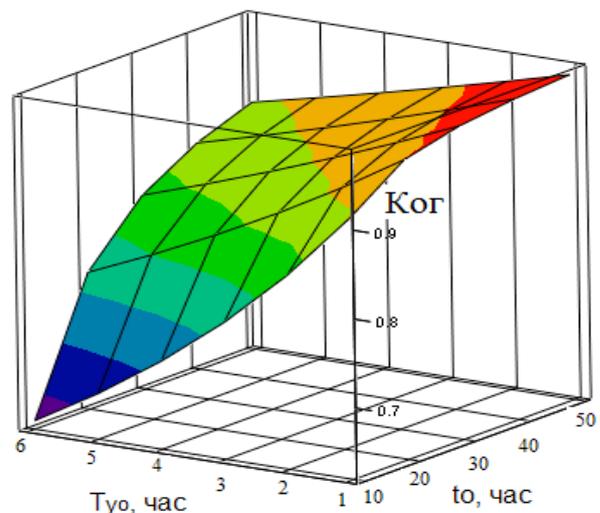


Рис. 1. Зависимость коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов от времени устранения последствий отказа и наработки на отказ

Зависимость снижения средней наработки на отказ технологических машин от срока службы определялась по формуле:

$$t_o = \frac{\sum T_{\text{раб}}}{\sum n_{\text{отк}}}, \quad (8)$$

где $\sum n_{\text{отк}}$ – количество отказов по техническим причинам за период работы;

$\sum T_{\text{раб}}$ – суммарное количество часов за рабочий период.



Рис. 2. Время устранения последствий отказа и доставки запасных частей

Результаты обработки наблюдений по определению средней наработки на отказ зерноуборочных комбайнов от срока службы (наработки) представлены на рисунке 3. Установлено, что максимальная наработка на отказ составляет 20 часов в начальный период эксплуатации и интенсивно снижается к восьми годам эксплуатации. После десяти лет эксплуатации наработка на отказ снижается до двух часов.

Коэффициент оперативной готовности и коэффициент готовности зерноуборочных комбайнов определяли с помощью выражений:

$$K_{\text{ог}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}}{t_o(t)}}; \quad K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \frac{T_{y.o}^1}{t_o(t)}}, \quad (9)$$

где t_o – наработка на отказ, ч;

$T_{y.o}$ – время устранения последствий отказов с учетом затрат времени на доставку запчастей, ч;

$T_{y.o}^1$ – время устранения последствий отказов без учета затрат времени на доставку запчастей.

Как видно из графического материала, коэффициент оперативной готовности с увеличением срока службы технологических машин снижается с 0,89 до 0,45, что предопределяет рациональную сезонную выработку в пределах 150–250 гектаров (рис. 4). Коэффициент

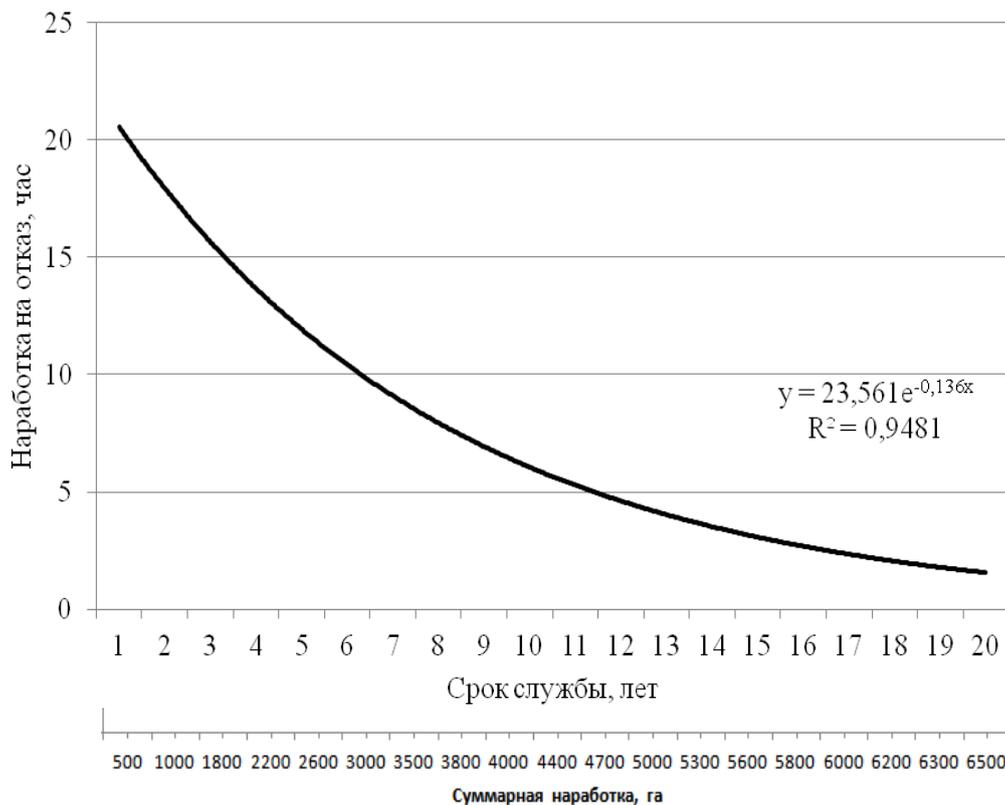


Рис. 3. Зависимость наработки на отказ ЗУК от срока службы



готовности зерноуборочной техники снижается с 0,95 до 0,79 из-за увеличения технических отказов. С увеличением срока службы наблюдается более резкий тренд снижения оперативной готовности по сравнению с коэффициентом готовности, вызванного увеличением суммарного времени простоя технологических машин по причине отсутствия запасных частей.

Увеличение коэффициента технической готовности возможно за счет увеличения количества исполнителей, а коэффициента оперативной готовности – за счет формирования фонда обменных запасных частей, в том числе использования агрегатного метода восстановления работоспособности машин и своевременной их доставки мобильными звеньями [7, 8, 9]. Современная производственная ситуация вызывает необходимость в дифференциации сезонной нагрузки (уборочной площади) зерноуборочных комбайнов на основе повышения их технической готовности при имеющемся ресурсном потенциале сельскохозяйственных предприятий, что позволит повысить технико-экономическую эффективность уборочных процессов [10, 11, 12].

Выводы

Таким образом, установлено, что наработка на отказ зерноуборочной техники снижается от 20 часов в начальный период эксплуатации

до двух часов к окончанию срока службы. Коэффициент оперативной готовности с увеличением срока службы технологических машин снижается с 0,89 до 0,45, а коэффициент готовности с 0,95 до 0,79 из-за увеличения технических отказов. Для повышения эффективности использования зерноуборочных комбайнов необходима дифференциация их сезонной нагрузки от срока службы и наработки за период эксплуатации.

Список литературы

1. Окунев Г. А., Шепелёв С. Д., Маринин С. П. Проектирование и организация машиноиспользования в сельском хозяйстве. Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2015. 136.
2. Камша С. А. Обоснование рациональных параметров уборочного процесса зерновых культур (на примере Алтайского края) : дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2009. 195 с.
3. Шепелёв С. Д., Шепелёв В. Д., Черкасов Ю. Б. Статистические показатели производительности зерноуборочных комбайнов в зависимости от наработки // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1. С. 36–40.
4. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учеб. пособ. для нач. проф. образования / В. В. Курчаткин [и др.] ; под ред. В. В. Курчаткина. 6-е изд., стер. М. : Изд. центр «Академия», 2013. 464 с.

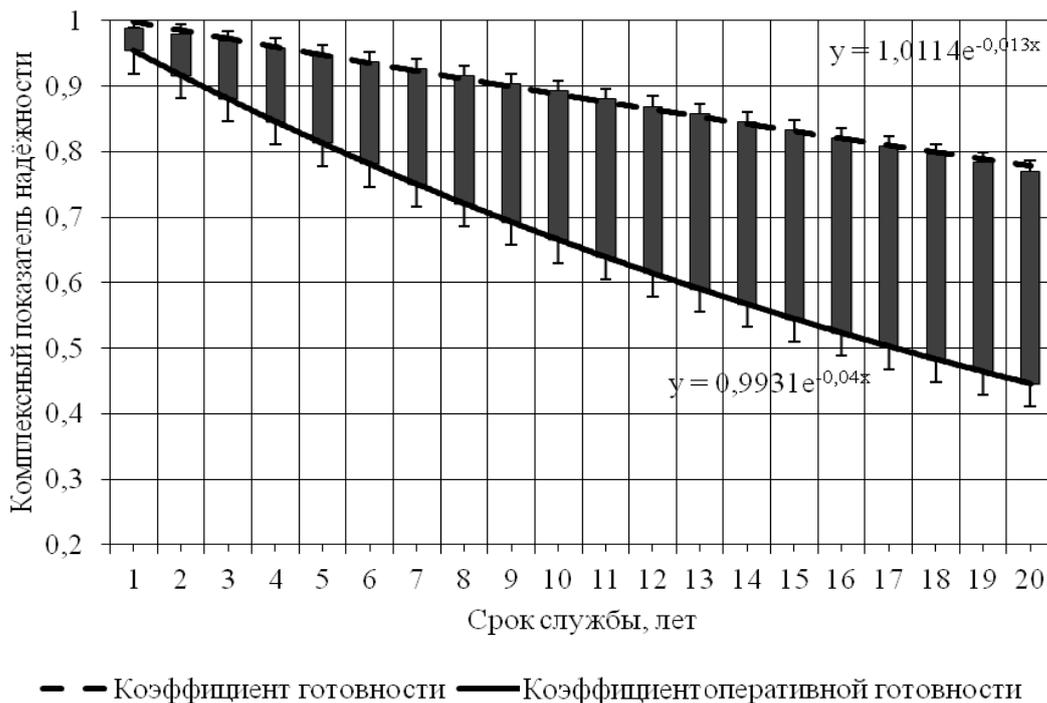


Рис. 4. Зависимость показателей надежности ЗУК от срока службы

5. ГОСТ Р 27.002-2009. Надежность в технике. Термины и определения.

6. Мороз Н. Н. Определение вероятности нахождения зерноуборочного комбайна в различных состояниях при его эксплуатации. Режим доступа : [http://www.kdu.edu.ua/statti/2006-5-1\(40\)/86.pdf](http://www.kdu.edu.ua/statti/2006-5-1(40)/86.pdf).

7. Солоницын Е. В. Переход на систему агрегатного ремонта машин в сельском хозяйстве уже не миф // Материалы LIV междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. докт. техн. наук П. Г. Свечникова. Челябинск : ЧГАА, 2015. Ч. III. С. 118.

8. Царев Ю. А., Филобок С. В., Баранникова О. О. Метод повышения эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. Т. 12. № 1-1(62). С. 70–73.

9. Экономика технического сервиса на предприятиях АПК : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Конкин [и др.] ; под ред. Ю. А. Конкина. М. : Колос, 2005. 368 с.

10. Шепелёв С. Д., Черкасов Ю. Б. Обоснование рационального уровня надежности технологических машин в зерноуборочном процессе // Вестник КрасГАУ. 2015. Вып. 5. С. 58–63.

11. Шепелёв С. Д., Черкасов Ю. Б. Обоснование дифференцированной надежности зерноуборочных комбайнов с учетом их сезонной нагрузки // АПК России. 2015. Т. 72. № 1. С. 54–56.

12. Шепелёв, С. Д., Шепелёв В. Д., Черкасов Ю. Б. Взаимосвязь сезонной нагрузки и технической готовности зерноуборочного комбайна // Пром-Инжиниринг : труды междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. С. 90–93.

Шепелёв Сергей Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Shepelev22@ya.ru.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: mtp-chgaa@mail.ru.

Юрий Борисович Черкасов, аспирант, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: yurii_cherkasov@mail.ru.

* * *

УДК 631.362.36

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНО-ШНЕКОВОГО СЕПАРАТОРА

С. Д. Шепелёв, М. В. Ческидов, В. А. Федоров

Анализ существующих конструкций воздушных сепараторов для очистки зерна от сорных примесей выявил недостатки в их конструкции: высокая металлоемкость и расход воздуха, сложность настройки, неравномерность качества очистки при изменении состава зернового вороха. Повышение эффективности послеуборочной обработки зернового вороха и снижение затрат на ее проведение возможно на основе применения воздушно-шнекового сепаратора. Исследования направлены на определение оптимальных значений конструктивно-технологических параметров и их взаимосвязи, степени их влияния на эффективность очистки. С этой целью была создана экспериментальная установка, которая позволяет воспроизвести реальные условия работы сепаратора с возможностью изменения таких параметров, как частота вращения шнека, объем подачи продукта, скорость воздушного потока, место подачи продукта. В статье приведена методика проведения полного факторного эксперимента, при которой данные параметры изменялись в допустимых пределах. Результаты эксперимента представлены в виде уравнения регрессии, построены диаграммы влияния факторов на параметр отклика и поверхностей отклика. Они позволили определить взаимосвязи технологических параметров: частоты вращения шнека, объема подачи продукта, скорости воздушного потока и их влияние на параметр отклика. Выявлено, что на массу отделенной от зерна сорной примеси наибольшее влияние оказывает скорость воздушного потока. Установлено, что при уменьшении частоты вращения шнека снижается влияние скорости воздушного потока на массу отделяемой сорной примеси. При уменьшении объема подачи зерна усиливается влияние скорости воздушного потока на массу отделенной сорной примеси.

Ключевые слова: воздушно-шнековый сепаратор, сепарация, зерноочистка, технологические параметры.

Модернизация сельскохозяйственного производства на основе применения современной техники и передовых аграрных технологий является одной из важнейших задач государственной агропродовольственной политики на ближайшие годы. Решение этой задачи напрямую влияет на повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции и производителей, обеспечение высокого качества продовольственных товаров, рост производительности труда и доходности предприятий отрасли, создание новых рабочих мест, улучшение условий труда работников сельского хозяйства [1].

Зерновые и зернобобовые культуры занимают лидирующее место в структуре посевных площадей Российской Федерации. В хозяйствах всех категорий на период с 2000-го по 2014 годы доля зерновых и зернобобовых составляет в среднем 57,5% от всей посевной площади. Для крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей этот показатель составляет в среднем 70,4% [2]. В процессе уборки зерна его очистка является важной операцией, от того, насколько быстро и качественно будет проведена очистка, зависит сохранность и ценность зерна. Легкие примеси: части стеблей, солома, битое зерно, легкие

семена сорных растений, пыль – способствуют процессу самосогревания зерна и могут привести к его порче. Наличие данных примесей приводит к снижению его рыночной стоимости [3, 4].

Анализ информации в области очистки зернового вороха от легких сорных примесей выявил наличие недостатков в известных конструкциях воздушных сепараторов [5, 6, 7]. Неравномерное распределение зерна по всей площади поперечного сечения воздушного канала создает вероятность выноса цельного зерна в отходы и снижает общее качество очистки. Большой расход воздуха создает необходимость применения массивных систем воздухоочистки. Поступающий зерновой ворох неоднороден по своему составу, количественный и качественный состав сорной примеси меняется во время работы неоднократно. Малое количество регулировок препятствует стабильной работе сепаратора без постоянной корректировки его параметров [8].

Одним из инновационных решений в области очистки зерна является использование воздушно-шнекового сепаратора (рис. 1). Работоспособность устройства проверена в производственных условиях (рис. 2), а новизна подтверждена патентом на изобретение [9]. Диаметр корпуса установки составил 300 мм, диаметр шнека 280 мм, шаг винта шнека равен его диаметру, место подачи продукта меняется за счет возможности смещения загрузочной воронки относительно центрального положения. С помощью воздушно-шнекового сепаратора можно быстро и качественно проводить очистку зернового вороха от легких сорных примесей. При этом происходит снижение влажности в очищаемом зер-

не, что способствует его лучшей сохранности. Однако процессы, протекающие в сепараторе во время очистки зернового вороха, в настоящее время являются малоизученными.

На качество очистки непосредственно влияют такие технологические параметры, как: частота вращения шнека, (мин^{-1}); объем подаваемой продукции, (кг/ч); скорость воздушного потока, (м/с); место подачи продукции. Для определения взаимосвязей этих параметров был проведен полный факторный эксперимент типа 2^k .

Основной уровень и интервалы варьирования подобраны на основании предварительных экспериментов и представлены в таблице 1. В качестве отклика в эксперименте был принят критерий Y – масса отделенной от зернового вороха сорной примеси.



Рис. 2. Лабораторная установка воздушно-шнекового сепаратора

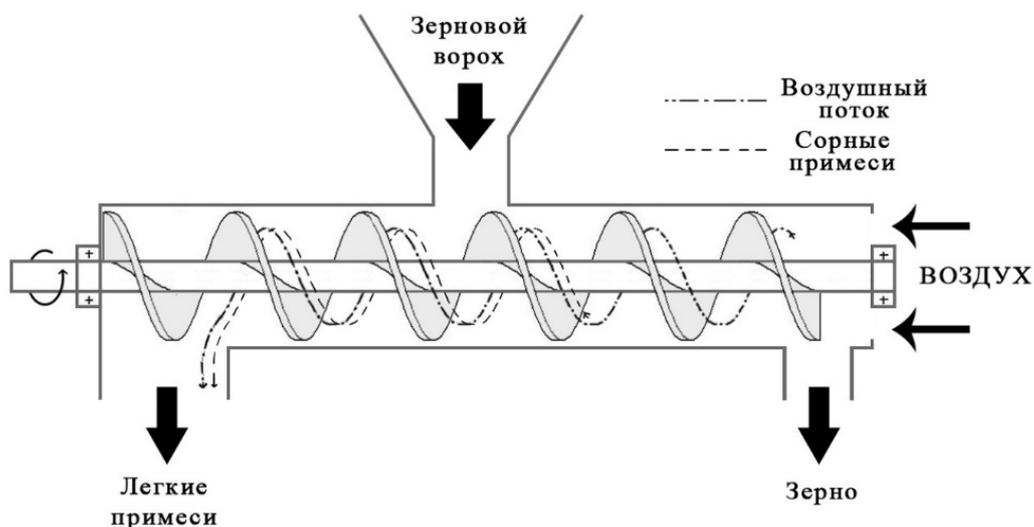


Рис. 1. Схема работы воздушно-шнекового сепаратора



Переход от действительных значений факторов к кодированным безразмерным величинам осуществляется по общеизвестной формуле:

$$x_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta X_i},$$

где x_i – кодированное значение фактора;

X_i – действительное значение фактора;

X_i^0 – значение основного уровня;

ΔX_i – интервал варьирования.

Для каждого фактора кодированное значение нижнего уровня соответствует (–1), а верхнего – (+1). Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 2.

Одним из обязательных условий проведения полного факторного эксперимента является возможность управления независимыми переменными параметрами (X_1, X_2, X_3, X_4) [10].

Для управления частотой вращения шнека использовался мотор-редуктор NMRV и частот-

ный преобразователь HYUNDAI N700E, позволяющий менять частоту вращения шнека в широких пределах. Для контроля за частотой вращения использовался цифровой фототахометр, а скоростью воздушного потока микроанометр ММН с трубкой Пито и дроссельные заслонки на вентиляторе. Эксперимент проводился с трехкратной повторностью, где масса отделенной примеси и степень очистки зерна определялась с помощью весов и набора сит. Для проведения опыта отбиралась навеска пшеницы «Омская 35», массой 3,5 кг, влажностью 16% и засоренностью 12%. Как показали опыты, при проведении очистки зерна в большинстве случаев происходит полное отделение легких примесей (части стеблей, солома, пыль и т.д.), частичное отделение битого и невыполненного зерна (до 50%), семян сорных растений.

По результатам эксперимента было построено уравнение регрессии:

Таблица 1 – Основные характеристики плана эксперимента

Характеристики	Факторы X_j			
	Частота вращения шнека, X_1 (об/мин)	Объем подачи продукта, X_2 (кг/ч)	Скорость воздушного потока, X_3 (м/с)	Место подачи сырья, X_4
Основной уровень (центр эксперимента)	60	400	5,89	2
Интервал варьирования Δ_j	40	200	1,61	1
Нижний уровень	20	200	4,28	1
Верхний уровень	100	600	7,5	3
Обозначения кодированных факторов	X_1	X_2	X_3	X_4

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента

i	X_1	X_2	X_3	X_4	x_1	x_2	x_3	x_4
1	100	600	7,5	1	+1	+1	+1	+1
2	20	600	7,5	1	–1	+1	+1	+1
3	100	200	7,5	1	+1	–1	+1	+1
4	20	200	7,5	1	–1	–1	+1	+1
5	100	600	4,28	1	+1	+1	–1	+1
6	20	600	4,28	1	–1	+1	–1	+1
7	100	200	4,28	1	+1	–1	–1	+1
8	20	200	4,28	1	–1	–1	–1	+1
9	100	600	7,5	3	+1	+1	+1	–1
10	20	600	7,5	3	–1	+1	+1	–1
11	100	200	7,5	3	+1	–1	+1	–1
12	20	200	7,5	3	–1	–1	+1	–1
13	100	600	4,28	3	+1	+1	–1	–1
14	20	600	4,28	3	–1	+1	–1	–1
15	100	200	4,28	3	+1	–1	–1	–1
16	20	200	4,28	3	–1	–1	–1	–1

$$Y = 65,94 + 10,09x_1 - 20,55x_2 + 54,57x_3 - 2,86x_4 + 5,16x_1x_3 - 20,43x_2x_3.$$

Обозначения кодированных факторов представлены в таблице 1. Влияние факторов на массу отделенной сорной примеси показано на рисунке 3. Коэффициенты b_1, b_2, \dots, b_{23} соответствуют факторам x_1, x_2, \dots, x_{23} .

Установлено, что на массу отделенной сорной примеси (Y) наибольшее влияние оказывает скорость воздушного потока (b_3). С увеличением скорости воздушного потока увеличивается масса отделенной сорной примеси. Увеличение частоты вращения шнека (b_1) аналогично способствует увеличению массы отделенной сорной примеси, за счет уменьшения коэффициента заполнения шнека зерновым ворохом. С увеличением объема подачи продукта степень очистки зерна снижается. Место подачи продукта (b_4) в наименьшей степени влияет на массу отделенной сорной примеси. Выявлено, что при различных режимах частоты вращения шнека изменение объема подаваемого продукта, в указанных пределах, практически одинаково влияет на изменение массы отделяемой сорной примеси. Это связано с тем, что оба этих параметра значительно влияют на коэффициент заполнения шнека зерновым ворохом. При уменьшении частоты вращения шнека незначительно снижается влияние скорости воздушного потока на массу отделяемой сорной примеси. Для увеличения параметра оптимизации требуется одновременное увеличение указанных факторов в сочетании в указанных пределах.

При уменьшении объема подачи продукта усиливается влияние скорости воздушного потока на массу отделенной сорной примеси. Для увеличения степени очистки зерна в разработанном устройстве необходимо снижение объема подачи продукта, но это снизит производительность воздушно-шнекового устройства.

Таким образом, создание лабораторной установки позволило обосновать рациональные границы параметров, влияющих на качество очистки зерна от сорных примесей. Проведение полного факторного эксперимента позволило определить взаимосвязь технологических параметров воздушно-шнекового сепаратора и их влияние на массу отделенной сорной примеси.

Список литературы

1. Завражнов А. И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии : учебник. СПб. : Лань, 2013. 496 с.
2. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа : http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/.
3. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. М. : Колос, 1981. 320 с.
4. Окунев Г. А., Шепелёв С. Д., Маринин С. П. Проектирование и организация машиноиспользования в сельском хозяйстве. Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2015. 136.
5. Авдеев Н. Е. Центробежные сепараторы для зерна. М. : Колос, 1975. 152 с.
6. Андреев В. Л., Шилин В. В. Актуальность разработки пневмосистемы для виброцентробежного сепаратора // Совершенствована-

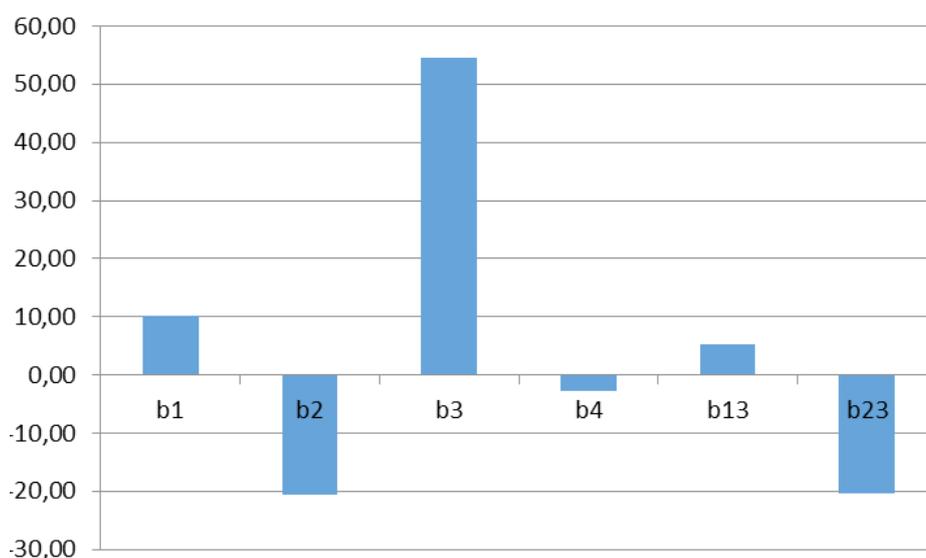


Рис. 3. Влияние основных факторов на степень очистки зерна от сорных примесей



ние технических средств для механизации сельскохозяйственных процессов : сб. тр. НИИСХ Северо-Востока. Киров, 2000. С. 59–63.

7. Плаксин Ю. М., Малахов Н. Н., Ларин В. А. Процессы и аппараты пищевых производств. 2-е изд., перераб. и доп. М. : КолосС, 2007. 760 с.

8. Ческидов М. В., Федоров В. А., Шепелёв С. Д. Повышение эффективности послеуборочной очистки зерна на основе использования воздушно-шнекового устройства // Материалы ЛШ междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2014. Ч. 2. С. 117–123.

9. Пат. 2552037 Российская Федерация, МПК А01F12/44, В07В4/08. Воздушно-шнековое устройство / С. Д. Шепелёв, В. А. Федоров, Г. А. Окунев, М. В. Ческидов ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ УВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия». № 2013151781/13 ; заявл. 20.11.2013 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16.

10. Барабашук В. И., Креденцер Б. П., Мирошниченко В. И. Планирование эксперимента в технике. К., 1984. 200 с.

Шепелёв Сергей Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Shepelev22@ya.ru.

Ческидов Максим Владимирович, аспирант кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: mister.aspirant@yandex.ru.

Федоров Виктор Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры механизации и электрификации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: mister.aspirant@yandex.ru.

* * *

УДК 664.047

**ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ БИОПРОДУКТОВ
В РОТАЦИОННО-ИМПУЛЬСНОМ ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ.
ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА**

Т. Г. Джурков

Процессы сушки широко применяются в промышленности и сельском хозяйстве. Сушка – это сложный технологический процесс, который часто является завершающим этапом производства материала, поэтому этот процесс должен обеспечить не только сохранение качественных показателей продукта, но в ряде случаев и улучшение этих показателей. Выбор методов и рациональных режимов обработки должны базироваться на научных основах технологии и техники сушки. Физико-химические явления, протекающие в материале, подвергающемся сушке, являются главным фактором, определяющим механизм процесса и выявление сущности этих явлений и установления закономерностей, представляют основную задачу науки о сушке. Рассмотрен процесс сушки биопродуктов, полученных способом твердофазной ферментации, которые используются для растительной защиты. Исследована интенсивность тепло- и массообмена при сушке биопродуктов с высоким влагосодержанием и склонностью к слипанию. Установлено, что интенсивность тепло- и массообмена зависит от степени охлаждения сушильного агента в слое.

Ключевые слова: сушка, твердофазная ферментация, псевдооживленный слой.

Экспериментальные данные сушки биопродуктов Боверин и Триходермин в ротационно-импульсном псевдооживленном слое, приведенные в [1], использованы для определения основных параметров, влияющих на интенсивность сушки.

Интенсивность тепло- и массообмена

Цель исследования – установить влияние режимных параметров на интенсивность внешнего массообмена, в особенности на массовый коэффициент массоотдачи $\alpha_{md}; \alpha_{fm}$.

Экспериментальные данные сушки биопродуктов Боверин и Триходермин обработаны согласно следующей методике.

На начальном этапе процесса сушки биопродуктов – $\tau = 0 \div 10$ мин происходит процесс испарения свободной влаги.

Интенсивность сушки q_m определяется следующим образом:

$$q_m = \frac{\Delta m}{F \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

и согласно уравнению внешнего массообмена равна:

$$q_m = \alpha_{md} \cdot \Delta d_{mid}. \quad (2)$$

Имеем в виду, что скорость сушки в первом периоде можно вычислить согласно выражению:



$$N = \frac{\Delta u}{\Delta \tau}, \text{ с}^{-1}. \quad (3)$$

Для характеристики насыпного материала вводится параметр специфической поверхности частиц (a_{fm} – это поверхность частиц, соотнесенная к 1 кг продукта):

$$a_{fm} = \frac{F}{m}, \text{ м}^2/\text{кг}. \quad (4)$$

В таком случае:

$$q_m = \frac{m_0}{F} \cdot \frac{\Delta u}{\Delta \tau} = \frac{m_0 \cdot N}{m_i \cdot a_{fm}}. \quad (5)$$

Начальную массу материала m_i можно выразить при помощи массы абсолютно сухого тела m_0 и начального влагосодержания продукта u_i :

$$m_i = m_0 \cdot (1 + u_i). \quad (6)$$

После преобразования верхних выражений получается уравнение, которое выявляет связь между скоростью сушки и интенсивностью процесса:

$$q_m = \frac{N}{a_{fm} \cdot (1 + u_i)}. \quad (7)$$

Уравнения (1) и (2) позволяют вычислить коэффициент массоотдачи α_{md} и массовый коэффициент массоотдачи $\alpha_{md} \cdot a_{fm}$ – уравнения (8) и (9).

$$\alpha_{md} = \frac{q_m}{\Delta d_{av}} = \frac{N}{(1 + u_i) \cdot a_{fm} \cdot \Delta d_{mid}} \quad (8)$$

и

$$\alpha_{md} \cdot a_{fm} = \frac{N}{(1 + u_i) \cdot \Delta d_{mid}}. \quad (9)$$

Средняя движущая сила массоотдачи Δd_{av} вычисляется согласно уравнению (10):

$$\Delta d_{av} = \frac{(d_{s1} - d_1) - (d_{s2} - d_2)}{\ln \frac{(d_{s1} - d_1)}{(d_{s2} - d_2)}}. \quad (10)$$

Начальное влагосодержание d_1 сушильного агента равно влагосодержанию всасываемого воздуха и определяется при помощи замеров сухим и влажным термометром. Влагосодержание выходящего из сушилки воздуха d_2 можно замерять также прямым образом при помощи сухой и влажной термопары, но точнее можно определить по балансу влаги:

$$L \cdot d_1 + m_0 \frac{\Delta u}{\Delta \tau} = L \cdot d_2, \quad (11)$$

отсюда для нарастания влагосодержания воздуха Δd во время первого периода сушки получаем:

$$d_2 = d_1 + \frac{m_i}{L} \cdot \frac{N}{(1 + u_i)}. \quad (12)$$

Влагосодержание адиабатно насыщенного воздуха с параметрами t_1, d_1, d_{s1} и воздуха с параметрами t_2, d_2, d_{s2} можно найти согласно уравнениям (13) и (14); а t_s замеряется напрямую во время эксперимента.

$$d_s = 0,622 \cdot \frac{P_s}{P - P_s}, \text{ кг/кг}, \quad (13)$$

$$\lg P_s = \frac{7,5 \cdot t_s}{238 + t_s}. \quad (14)$$

Данные экспериментов тепло- и массообменного исследования процесса сушки биопродуктов в ротационно-импульсном псевдооживленном слое для начального этапа процесса так же, как и расчетные величины для $d_1, d_2, \Delta d, N, q_m, \Delta d_{av}$ и α_{md} приведены в таблице 1.

Интенсивность сушки q_m и влагосодержание уходящего с сушилки воздуха вычислены по формулам (7) и (11).

Температура влажного термометра t_s , необходимая для вычисления d_s , вычисляется при помощи эмпирической формулы, полученной нами:

$$t_s = 22,94 \cdot \sqrt[4]{I} - 42,95. \quad (15)$$

Специфическая межфазовая поверхность a_{fm} , м²/кг, определяется через степень измельчения и плотность зерен, согласно формуле:

$$a_{fm} = \frac{a_f}{\rho_m} = \frac{6}{d \cdot \rho_m}. \quad (16)$$

На основе данных прошлых наших исследований установлено, что $a_{fm} = 1,6$ м²/кг [1].

На рисунке 1 в полулогарифмической координатной системе нанесены вычисленные и указанные в таблице 1 величины $\alpha_{md} \cdot a_{fm}$ в качестве функции отработанного температурного перепада.

Две из величин $\alpha_{md} \cdot a_{fm}$ расходятся существенным образом, поэтому удалены из дальнейшей обработки данных. На основе результатов остальных экспериментов с использованием метода наименьших квадратов было выведено линейно-регрессионное уравнение:

$$\lg(\alpha_{md} \cdot a_{fm} \cdot 10^4) = 0,00494 \cdot \delta t + 2,0776, \quad (17)$$

чинами $\alpha_{md} \cdot a_{fm}$, не имея в виду удаленных два эксперимента, 5,1%, а максимальное – 16,0%.

из которого следует, что:

$$\alpha_{md} \cdot a_{fm} \cdot 10^4 = 120 \cdot \exp(0,0114 \cdot \delta t). \quad (18)$$

Среднее отклонение между табличными и вычисленными согласно формуле (18) вели-

Вывод

Уравнения (17) и (18) выявляют связь между коэффициентом массотдачи и отработанным температурным перепадом, что указывает на факт, что интенсивность тепло- и массообмена

Таблица 1

	Боверин								Триходермин		
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
m_p , кг	1,4	1,45	1,16	1,62	1,41	1,7	2,2	2,0	2,968	1,5	1,5
u_p , кг/кг	0,98	0,84	0,99	0,84	1,67	1,15	0,75	0,67	0,67	0,85	0,85
m_o , кг	0,707	0,788	0,583	0,88	0,528	0,791	1,257	1,198	1,777	0,735	0,811
t_B , °C	94,6	102,5	92,0	91,3	105,0	83,6	98,4	76,0	56,6	55,8	58,6
t_C , °C	41,2	56,7	45,1	51,4	34,8	23,0	36,2	39,4	40,1	44,7	43,2
δt , К	53,4	45,8	46,9	39,9	70,2	60,6	62,2	36,6	16,5	11,1	14,4
$L \cdot 10^2$, кг/с	5,8	5,3	4,3	5,2	4,8	4,7	5,3	5,2	10,0	7,7	7,7
$N \cdot 10^4$, с ⁻¹	6,67	6,33	5,33	4,76	9,94	3,42	4,50	3,17	2,25	3,33	2,67
$d_B \cdot 10^3$, кг/кг	8,6	9,73	9,25	9,5	10,61	6,9	10,18	6,17	6,62	7,15	9,93
I_B , кДж/кг	117,61	128,68	116,71	116,66	133,60	101,92	125,71	92,30	73,85	74,42	84,51
$d_{SB} \cdot 10^3$, кг/кг	32,18	35,61	31,91	31,89	37,17	27,48	34,68	24,67	19,49	19,65	22,45
$d_C \cdot 10^3$, кг/кг	16,67	19,07	16,41	17,60	21,61	12,69	20,77	13,51	10,62	10,34	12,74
$d_{SC} \cdot 10^3$, кг/кг	22,36	28,79	23,30	26,05	24,08	14,51	23,87	19,58	17,75	18,83	20,10
$\Delta d_{av} \cdot 10^3$, кг/кг	12,58	16,50	13,25	14,31	10,14	7,73	10,35	11,15	9,72	10,37	9,71
$q_m \cdot 10^4$, кг/с	2,105	2,150	1,674	1,617	2,377	0,994	1,607	1,186	0,842	1,125	0,902
$\alpha_{md} \cdot a_{fm} \cdot 10^4$, с ⁻¹	267	204	202	181	367	206	248	170	139	174	149
$(\alpha_{md} \cdot a_{fm} \cdot 10^4)_{cal}$, с ⁻¹	220	202	205	189	267	239	244	182	145	136	141
$L/m_o \cdot 10^2$, с ⁻¹	8,26	6,78	7,44	5,88	9,04	5,91	4,25	4,32	5,63	10,44	9,49

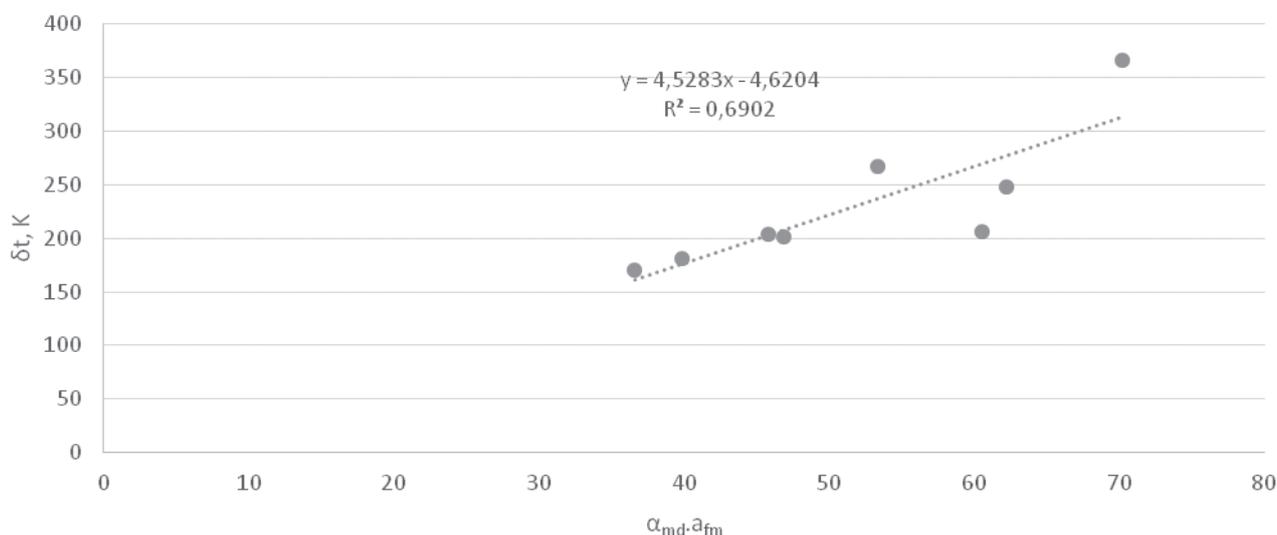


Рис. 1



определяется в основном степенью охлаждения сушильного агента. Это подтверждает тот факт, что тепло- и массообмен происходят в условиях балансовой задачи.

Список литературы

1. Джурков Т., Вл. Еленков, В. Трингова. Сушка Боверина в сушилке с ротационно-импульсным кипящем слоем // Научные труды ВИХВП. Пловдив, 1991. Т. XXXVIII. Кн. II.
2. Джурков Т. Г. Исследование сушки биопродуктов в ротационно-импульсном псевдооживленном слое. I Кинетика сушки // АПК России. 2015. Т. 74. С. 162–165.
3. Левина Н. С. Исследование кинетики нагрева и сушки пористых материалов // Вестник АлтГТУ им. И. И. Ползунова. 2008. № 1–2. С. 49–52.
4. Миронов Н. А., Косачев В. С., Кошевой Е. П. Описания массообмена в слое при сушке // Материалы III междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 80-летию ГОУВПО «Воронежская государственная технологическая академия». Воронеж, 2009. Т. 2. С. 277–281.
5. Ambrosio-Ugri, M. C. B., O. P. Taranto. Drying in the rotating-pulsed fluidized bed. Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol. 24, No. 01, pp. 95 - 100, January - March, 2007.
6. Djurkov T. G. – Modeling of bed pressure drops in rotation-pulsed fluidized bed dryer. Drying'98, ZITI Editions, Thessaloniki, Greece, 160 – 167, 1998.
7. Elenkov V., T. Djurkov. Rotating-pulsed fluidized bed dryer for high-moisture content bioproducts. IDS'92. Drying'92, ed. A.S. Mujumdar. Elsevier Science Publishers. Montreal, 1636 – 1641, 1992. 3.
8. Elenkov V. Drying and drying technics. Sofia, Zemizdat. 1988, 256 p.
9. Gawrzynski, Z. – Apparatus for generation of a pulsed fluid bed swirling inside a chamber. Polish Patent 150,412, 1987.
10. Kudra T., A. Mujumdar – Advanced drying technologies. CRC Pres, Taylor & Francis group, 2009.
11. Reyes A, P. Moyano, J. Paz – Drying of Potato Slices in a Pulsed Fluidized Bed. Drying Technology, 25, (4), 2007.

Джурков Тодор Георгиев, д-р, доцент, преподаватель, Университет пищевых технологий, г. Пловдив, Болгария.

E-mail: todordj@plov.omega.bg.

* * *

УДК 338.434: 636(470.55)

ПРОГРАММЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА В СФЕРЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА МАТЕРИАЛАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н. Л. Наумова, В. В. Чаплинский

Сельскохозяйственное производство в Челябинской области в последнее десятилетие XX века характеризовалось кризисными явлениями, которые были вызваны многолетней недооценкой его роли в экономике страны, слабой государственной поддержкой сельских товаропроизводителей, крупными просчетами в формировании производственно-экономических отношений. Однако эффективное использование инструментов господдержки и созданный инвестиционный климат позволили реализовать успешные проекты в сфере АПК. Целью наших исследований явилось изучение развития агропромышленного комплекса Челябинской области в период 1990–2012 гг. при реализации государственных проектов. В качестве объектов исследований явились статистические данные территориального органа федеральной службы государственной статистики и Министерства сельского хозяйства Челябинской области. В результате установлено, что развитие агропромышленного комплекса Южно-Уральского региона можно разделить на два периода: до и после вступления в действие приоритетного национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса». За годы реализации национального проекта благодаря поддержке государства более чем на 30% вырос объем произведенной продукции сельского хозяйства. Благодаря этому сегодня Челябинская область обеспечивается за счет собственного производства основными продуктами питания. Велись реконструкция и строительство животноводческих помещений. Между тем основной проблемой была обветшавшая материально-техническая база, не позволяющая перевести отрасль на интенсивный путь развития, суть которого заключается в максимальном производстве продукции при наименьших трудовых и материальных затратах. Претерпела модернизацию система государственной поддержки селян. Сегодня она является стимулирующей, т. е. бюджетные субсидии выделяются при условии стабильной работы и поставок в областной фонд продовольствия и на рынок.

Ключевые слова: животноводство, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, инвестиции, государственные программы, сельхозтоваропроизводители.

Инвестиционная деятельность стала одним из приоритетных направлений развития экономики Челябинской области. Инвестиционный потенциал предприятий и организаций сельского хозяйства представляет собой инструмент реализации имеющихся инвестиционных ресурсов [1, 2].

Целью наших исследований явилось изучение развития агропромышленного комплекса Челябинской области в период 1990–2012 гг. при реализации государственных проектов.

В качестве **объектов исследований** рассматривались статистические данные территориального органа Федеральной службы государ-

ственной статистики и Министерства сельского хозяйства Челябинской области. Использованы общенаучные методы (анализ, синтез, индукция, дедукция, сравнение, обобщение, аналогия).

Экспериментальная часть

Объем инвестиций в основной капитал по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» за период с 2005-го по 2011 гг. увеличился более чем в два раза (см. табл. 1) и составил 5,8 млрд рублей. Их доля в общем объеме инвестиций в основной капитал области выросла за этот период на 1,6 п.п. и составила в 2011 году 4,3%.



По сравнению с 2010 годом объем инвестиций, направленных на создание новой стоимости основных фондов по крупным и средним предприятиям и организациям по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях», увеличился на 12,5% (см. рис. 1).

В видовой структуре инвестиций в основной капитал значительным направлением было приобретение машин, оборудования и инвентаря. Доля затрат на приобретение, монтаж и установку новых машин и оборудования в общем объеме инвестиций в основной капитал по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» составила в 2011 году 42,9% (в 2005 году – 57,1%). На строительство зданий и сооружений в 2011 году было направлено 37,0% от общего объема инвестиций, в то время как в 2005 году их доля составляла 14,2%).

По сравнению с 2005 годом доля привлеченных средств в основной капитал по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота

и предоставление услуг в этих областях» увеличилась на 19,1 п.п. и составила 53,8% от общего объема инвестиций данного вида деятельности. Основную долю инвестиций в основной капитал составляли кредиты банков – 50,2% в 2011 году против 8,7% в 2005 году.

По данным Министерства сельского хозяйства Челябинской области, инвесторы были намерены построить на территории Челябинской области пять новых птицефабрик, один племенной репродуктор и несколько комбикормовых заводов. Освоение инвестиций шло поэтапно в течение нескольких лет.

Четыре инвестиционных проекта в соответствии с распоряжениями губернатора Челябинской области М.В. Юревича и законами Челябинской области («О предоставлении государственных гарантий Челябинской области», «О стимулировании инвестиционной деятельности в Челябинской области», «Об областном бюджете на 2010 год») были обеспечены государственными гарантиями из областного бюджета на общую сумму 5,5 млрд рублей. Это

Таблица 4 – Инвестиции в основной капитал* (в фактически действовавших ценах; млрд рублей)

Показатель	Период исследований, гг.						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Инвестиции в основной капитал, всего по области	55,4	66,2	90,0	128,4	104,3	108,6	134,3
в т. ч. сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях	1,5	2,4	5,0	5,4	4,7	4,7	5,8
Доля в общем объеме инвестиций в основной капитал, %	2,7	3,7	5,5	4,2	4,5	4,3	4,3

* По крупным и средним предприятиям и организациям и организациям с численностью работников до 15 человек.



Рис. 1. Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах)

позволило привлечь в АПК 11,5 млрд рублей инвестиций. Без учета этих средств инвестиционный портфель, субсидируемый из областного и федерального бюджетов, составил в агропромышленном комплексе Челябинской области более 20 млрд рублей.

Одной из наиболее значимых причин, ограничивающих рост сельскохозяйственного производства, является состояние его основных фондов [4, 5]. Степень износа основных фондов по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» составила к началу 2011 года 42,2%. При этом доля основных фондов сельского хозяйства в общем объеме основных фондов экономики области с 2005 года выросла на 1,3 п.п. и к 2011 году составила 4,4%. По сравнению с 2005 годом коэффициент обновления основных фондов по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» снизился на 1,0 п.п. и составил в 2010 году 10,0%, коэффициент выбытия снизился с 3,4 до 1,8%.

На фоне технического перевооружения агропромышленного комплекса в сельскохозяй-

ственных организациях Челябинской области продолжал сокращаться парк сельскохозяйственной техники (рис. 2). Только за 2011 год в сельскохозяйственных организациях снижение основных видов техники составило от 3 до 15%. К 1990 году наличие основных видов техники уменьшилось в пять–семь раз.

С 2005 года в сельскохозяйственных организациях области количество кормоуборочных комбайнов снизилось почти вдвое, тракторов и зерноуборочных комбайнов – на треть. Из-за ограниченности финансовых средств и высоких цен на технику новые машины и оборудование приобретались хозяйствами в незначительных количествах от потребности.

Несмотря на увеличение поставок сельскохозяйственной техники, ее основная масса шла не на пополнение парка, а на возмещение выбывших по износу машин (табл. 2).

В период с 2000-го по 2011 гг. сельскохозяйственными организациями области было приобретено в семь раз меньше новых тракторов, чем списано. Списание зерноуборочных

Таблица 2 – Приобретение и списание по износу основных видов сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях (штук)

Техника	Приобретено новой техники		Списано техники по износу	
	2000–2005	2006–2011	2000–2005	2006–2011
Тракторы, всего	545	739	6637	2391
Зерноуборочные комбайны	621	529	2334	944
Кормоуборочные комбайны	129	155	975	301



Рис. 2. Наличие основных видов техники в сельскохозяйственных организациях (на конец года)



и кормоуборочных комбайнов более чем в три раза превысило поступление.

В последние годы достигнуты значительные успехи в разработке научных основ и практических приемов совершенствования технологии производства в скотоводстве, реализации генетического потенциала продуктивности животных, улучшения их технологических качеств, получения высококачественной продукции.

По данным Министерства сельского хозяйства Челябинской области, к началу 2011 года в области действовали 13 племенных заводов (7 мясного и 6 молочного направления), 18 племрепродукторов (10 мясного и 8 молочного направления). Работа этих предприятий позволяет обеспечить хозяйства области племенным молодняком.

В целом на поддержку племенного животноводства области в 2011 году было предусмотрено около 40 млн рублей из областного и более 50 млн рублей из федерального бюджета.

В соответствии с постановлением Правительства Челябинской области, увеличены ставки субсидии на приобретение племенных животных с 50–70 рублей за килограмм живого веса до 50–100 рублей, если речь идет о приобретении импортных племенных животных, и со 100 до 200 рублей за дозу в случае приобретения семени племенных быков-производителей импортной селекции.

Кроме того, в 2011 году за счет средств федерального и областного бюджетов были предусмотрены выплаты по 4 190 рублей на содержание каждой племенной коровы, давшей при-

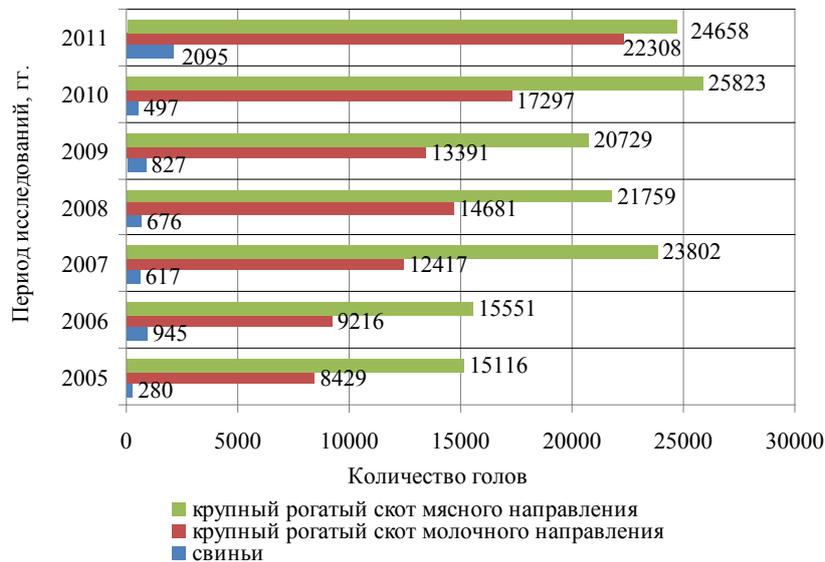


Рис. 3. Динамика поголовья племенного скота в сельскохозяйственных организациях (на конец года)



Рис. 4. Динамика поголовья основных видов скота в хозяйствах всех категорий

плод в племенных заводах, и 3 185 рублей – на содержание такой же коровы в племенных репродукторах.

С 2005 года в сельскохозяйственных организациях области почти в два раза увеличилось поголовье племенного крупного рогатого скота молочного и мясного направления (рис. 3). Количество племенных свиней только за 2011 год увеличилось в четыре раза.

Сегодня племенной скот разводят во многих районах области. Основной племенной базой одной из доминирующих пород мясного скота – герефордов – является ООО Агрофирма «Калининская». Развитие племенного животноводства позволяет увеличить поступление приплода высокопродуктивного скота, что является гарантией увеличения поголовья [6].

Динамический ряд поголовья основных видов скота в хозяйствах всех категорий области делится на два основных периода: 1990–2005 годы – период резкого снижения поголовья (в два раза и более) и период стабилизации поголовья, начиная с 2006 года (рис. 4). При этом после кризисных явлений в экономике страны (начиная с 2008 года) поголовье крупного рогатого скота и в том числе коров стало незначительно снижаться. Поголовье свиней при этом медленно, но уверенными темпами продолжало расти.

Аналогичные областным периоды снижения и стабилизации поголовья скота просматриваются и в сельскохозяйственных организациях (рис. 5).

Сельскохозяйственные организации тяжелее перенесли период становления рыночных

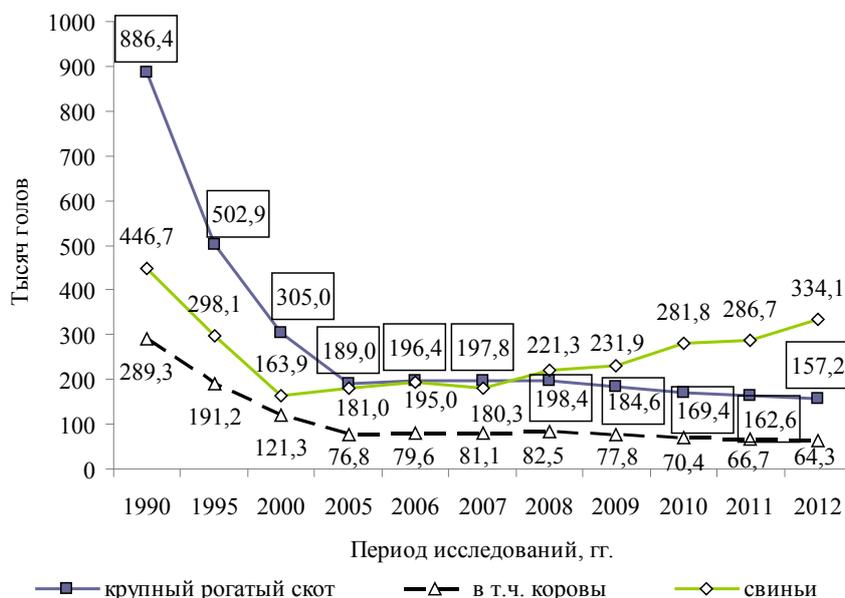


Рис. 5. Динамика поголовья основных видов скота в сельскохозяйственных организациях



Рис. 6. Структура поголовья крупного рогатого скота по категориям хозяйств



отношений, в отличие от хозяйств населения, для которых сохранение поголовья скота и птицы стало одной из возможностей выжить в нестабильное время. Если в 1990 году в хозяйствах населения содержалось около 25% от областного поголовья крупного рогатого скота и птицы, около 20% – поголовья свиней, то к 2000–2005 годам на хозяйства населения приходилась половина областного стада всех видов скота (рис. 6, 7).

С вступлением в силу национального проекта благодаря государственной поддержке сельскохозяйственным организациям удалось вернуть первенство, и к концу 2012 года на их долю приходилось 77,9% поголовья свиней, более 90% поголовья птицы, 44,8% крупного рогатого скота.

Поголовье птицы в сельскохозяйственных организациях с 1990-го к 2000 г. снизилось практически вдвое (рис. 8). С 2000-го до

2012 гг. птицефабрики области увеличили поголовье в 3,7 раза [7].

Результаты и их обсуждение

За годы реализации национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» благодаря поддержке государства стабилизировалось поголовье скота, выросло поголовье птицы. Сформировались благоприятные условия для привлечения инвестиций на строительство новых производств, а это значит, что построены подъездные дороги, проведены коммуникации, созданы новые рабочие места. Между тем, основной проблемой была обветшавшая материально-техническая база, которая не позволяла перевести отрасль на интенсивный путь развития, суть которого заключается в максимальном производстве продукции при наименьших трудовых и материальных затратах.

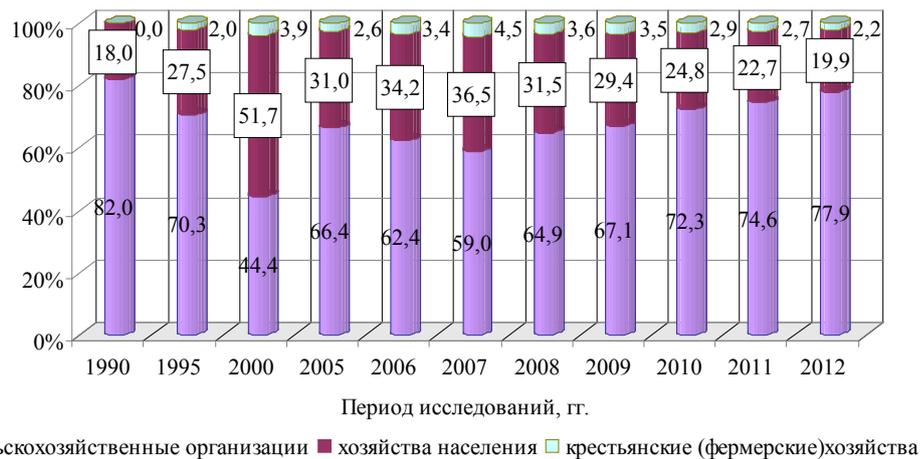


Рис. 7. Структура поголовья свиней по категориям хозяйств



Рис. 8. Динамика поголовья птицы в сельскохозяйственных организациях

Выводы

Принятые меры по государственной поддержке сельскохозяйственных производителей позволили стабилизировать производство сельскохозяйственной продукции в области.

Список литературы

1. Инновационная деятельность вертикально-интегрированных формирований АПК. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 268 с.

2. Социально-экономическая обстановка в городе Челябинске и Челябинской области: Сборник социологических исследований / Правительство Челябинской области, Институт экономики УРО РАН (Челябинский филиал) ; авт.-сост. М. А. Гуревич. НТЦ НИИОГР, 2013. 230 с.

3. Функционирование инновационной системы в сельском хозяйстве Российской Феде-

рации и предложения по ее совершенствованию. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 214 с.

4. Продовольственная безопасность России и ведущих стран мира. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 314 с.

5. Сушков С. Ю. Стратегия развития Челябинской области в сфере агропромышленного комплекса // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 9–12.

6. Лапшина А. А., Тихонов С. Л., Першина Е. И. Состояние и тенденции развития мясной отрасли в Челябинской области // Мясная индустрия. 2012. № 3. С. 8–11.

7. Кузьмичева М. Б. Состояние и развитие рынка мяса птицы за 2010 год // Мясная индустрия. 2011. № 3. С. 4–7.

Наумова Наталья Леонидовна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации питания ИЭТиТ, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).
E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Чаплинский Вячеслав Валентинович, канд. биол. наук, зав. кафедрой хранения и переработки сельскохозяйственного сырья, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

* * *

УДК 636(470.55)

ПРОГРАММЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА В СФЕРЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СКОТА И ПТИЦЫ (НА МАТЕРИАЛАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н. Л. Наумова, В. В. Чаплинский

Для увеличения поголовья скота и птицы, а также их продуктивности необходимо создание кормовой базы, отвечающей потребностям животноводства. Основная доля посевов кормовых культур приходится традиционно на сельскохозяйственные организации, в которых кормовой клин с 1990 года снизился с 43 % от всей посевной площади до 24 % в 2011 году. Целью наших исследований явилось изучение развития агропромышленного комплекса Челябинской области в период 1990–2012 гг. при реализации государственных проектов. В качестве объектов исследований явились статистические данные территориального органа федеральной службы государственной статистики и Министерства сельского хозяйства Челябинской области. В результате установлено, что за годы реализации национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» молочная продуктивность повышалась вплоть до 2010 года. В 2011 году сельскохозяйственными организациями области произведено 139,5 тыс. тонн мяса птицы, это в 5,9 раз больше, чем в 1990 году. В 2012 году всеми сельхозпроизводителями области произведено 262,4 тыс. тонн скота и птицы на убой (в живом весе); 524,8 тыс. тонн молока, 1354,9 млн штук яиц. Активно развивалось племенное животноводство, выросла продуктивность скота и птицы, увеличилось потребление белоксодержащих продуктов, фруктов и овощей населением области. Претерпела модернизацию система государственной поддержки селян, сегодня она является стимулирующей, т. е. бюджетные субсидии выделяются при условии стабильной работы и поставок в областной фонд продовольствия и на рынок. Государственное регулирование позволило обеспечить целенаправленное эффективное функционирование АПК Челябинской области как единого целого на основе согласования интересов, равноправия субъектов всех форм хозяйствования.

Ключевые слова: животноводство, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, инвестиции, государственные программы, сельхозтоваропроизводители.

Для сохранения и увеличения поголовья необходимо создание кормовой базы, отвечающей потребностям животноводства. Основная доля посевов кормовых культур приходится традиционно на сельскохозяйственные организации, в которых кормовой клин с 1990 года снизился с 43 % от всей посевной площади до 24 % в 2011 году.

Целью наших исследований явилось изучение развития агропромышленного комплекса Челябинской области в период 1990–2012 гг. при реализации государственных проектов.

Объектами исследований стали статистические данные территориального органа Феде-

ральной службы государственной статистики и Министерства сельского хозяйства Челябинской области. Использованы общенаучные методы (анализ, синтез, индукция, дедукция, сравнение, обобщение, аналогия). Обработку результатов осуществляли методами регрессионного анализа с помощью пакета Statgraphics Centurion.

Экспериментальная часть

Высокая стоимость покупных кормов – одна из причин низкой рентабельности животноводства, повысить которую можно, увеличив заготовку собственных кормов [1]. Объемы

заготовки кормов в сельскохозяйственных организациях представлены в таблице 1.

К 2011 году общий объем заготовленных грубых и сочных кормов в сельскохозяйственных организациях области по сравнению с 1990 годом уменьшился в шесть раз, в расчете на одну условную голову крупного скота существенного снижения за исследуемый период не произошло. Объемы заготовленных сельскохозяйственными организациями кормов зависят не только от размеров посевных площадей кормовых культур, но и от капризов природы [2]. Так, засушливый 2010 год привел к снижению заготовки кормов на одну условную голову до 17,3 центнера кормовых единиц. В урожайном 2011 году сельскохозяйственными организациями было заготовлено по 31,4 центнера на одну условную голову, что позволило создать полуторагодовой запас кормов.

Важным качественным показателем использования имеющихся кормов являются затраты кормов на производство единицы продукции (табл. 2).

Для того, чтобы определить, какой из проанализированных показателей оказывает наибольшее влияние на среднесуточный привес на откорме и нагуле крупного рогатого скота, провели корреляционно-регрессивный анализ данных за 22 года, начиная с 1990 года, по сель-

скохозяйственным организациям Челябинской области.

В качестве факторных переменных использовали данные по вводу в действие помещений для содержания крупного рогатого скота, заготовке кормов на одну условную голову крупного скота, расходу всех видов кормов на одну голову крупного рогатого скота (без коров и быков-производителей молочного стада). Результативная переменная – среднесуточный привес на откорме и нагуле крупного рогатого скота [3]. В результате установили, что результативный признак наиболее тесно связан с показателем «расход всех видов кормов на одну голову крупного рогатого скота (без коров и быков-производителей молочного стада)». Коэффициент корреляции 0,705 близок к 1, что указывает на тесноту связи между факторами [4].

После реализации алгоритма пошагового регрессионного анализа с исключением переменных получили окончательное уравнение регрессии:

$$Y = -114,2 + 26,6X.$$

Из уравнения следует, что увеличение за год на один центнер расхода всех видов кормов на одну голову крупного рогатого скота (без коров и быков-производителей молочного стада)

Таблица 1 – Динамика заготовки кормов в сельскохозяйственных организациях (тысяч тонн)

Период исследований, гг.	Заготовлено грубых и сочных кормов	В том числе			Заготовлено грубых и сочных кормов в расчете на 1 условную голову крупного скота, центнеров
		заготовлено грубых кормов	заготовлено сочных кормов	произведено травяной муки искусственной сушки и др. искусственно обезвоженных зеленых кормов	
1990	2259,1	1288,5	951,5	19,1	28,6
1995	691,7	370,8	317,8	3,1	20,5
2000	521,4	381,3	138,1	2,0	21,2
2005	392,1	332,7	58,5	0,9	26,1
2010	223,9	190,9	32,6	0,4	17,3
2011	386,0	291,0	94,0	1,0	31,4
2012	148,0	115,1	32,3	0,6	12,3

Таблица 2 – Расход всех видов кормов на одну голову скота в сельскохозяйственных организациях (центнеров кормовых единиц)

Расход кормов на одну голову	Период исследований, гг.					
	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Крупного рогатого скота (без коров и быков производителей молочного стада)	19,28	18,61	18,45	16,68	19,67	22,00
Коров и быков производителей молочного стада	44,05	35,33	36,89	37,54	44,65	46,54
Свиней	6,85	6,33	9,50	7,03	5,80	5,44



приводит к увеличению среднесуточного привеса крупного рогатого скота на 26,6 г в сутки.

При этом на полученном графике (рис. 1) можно заметить, что наиболее плотно к линии регрессии расположены точки в середине графика. Это говорит о том, что расход на одну голову крупного рогатого скота от 17 до 22 центнеров кормов в год является оптимальным и дальнейшее увеличение норм кормления не дает желаемого повышения привесов.

Также можно отметить, что при одинаковой норме кормления среднесуточные привесы могут варьировать от 250 до 550 граммов в сутки. Это свидетельствует о том, что выращивание

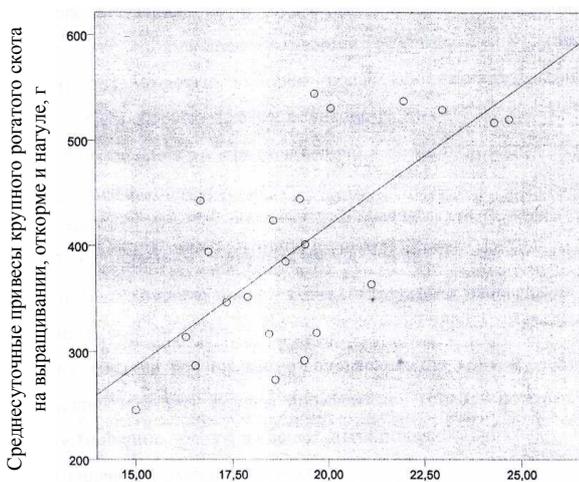
и получение привесов – многогранный процесс, который зависит и от условий содержания, и от породности скота и не только от количества, но и от качества кормов.

Одним из путей увеличения продуктивности скота и птицы является развитие кормовой базы на основе производства культур, обеспечивающих кормопроизводство белком, которое позволит существенно уменьшить зависимость наращивания производства продукции животноводства от импортных закупок белковых компонентов. Оптимальный уровень и полноценность кормления позволяют обеспечить желаемую высокую продуктивность животных без ущерба для их здоровья [2, 5].

Все негативные изменения в сельском хозяйстве (и в том числе в животноводстве) области привели к снижению продуктивности скота и птицы в период с 1995-го по 2000 годы (табл. 3). С 2001 года наблюдается существенное повышение продуктивности вплоть до 2010 года. В 2011 году в целом по области среднегодовой надой на одну корову снизился по сравнению с 2010 годом на 48 килограммов. В сельскохозяйственных организациях надой от одной коровы составил 3650 килограммов (в 2010 году – 3762 килограмма). Это еще раз подтверждает зависимость между продуктивностью и кормлением (сказалась засуха 2010 года в кормовой период 2010–2011 гг.).

После анализа экономических составляющих сельскохозяйственной деятельности рассмотрим динамику производства животноводческой продукции за анализируемый период (табл. 4).

Динамика производства основных видов продукции животноводства по области аналогична динамике изменения поголовья скота



Расход всех видов кормов на одну голову крупного рогатого скота (без коров и быков-производителей молочного стада), центнеров

Рис. 1. Зависимость среднесуточных привесов крупного рогатого скота на откорме и нагуле от среднегодового расхода всех видов кормов на одну голову в сельскохозяйственных организациях

Таблица 3 – Продуктивность скота и птицы в сельскохозяйственных организациях

Показатель	Период исследований, гг.					
	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Надой молока на одну корову, килограммов						
Хозяйства всех категорий	2608	1932	2224	2835	3622	3574
в том числе:						
сельхозорганизации	2799	1736	1893	2762	3762	3650
Средняя годовая яйценоскость кур-несушек, штук*						
Сельхозорганизации	254	232	295	322	325	323
Среднесуточные привесы на выращивании, откорме и нагуле в сельскохозяйственных организациях*, граммов						
Крупный рогатый скот	455	274	317	443	544	537
Свиньи	304	157	184	348	336	365

* Данные по сельскохозяйственным организациям, не относящимся к субъектам малого предпринимательства.

и птицы. Как видно из приведенных в таблице 4 данных, к 2000 году производство мяса по области достигло самого низкого уровня за весь исследуемый период. После чего наблюдался постепенный рост производства мяса, которое в 2012 году увеличилось к базовому 1990 году на 43,1%.

Объем производства молока в хозяйствах всех категорий области снижался в исследуемый период до 2005 года, с 2006-го по 2009 годы отмечался рост. Последние два года количество надоев по области молока снижается. Развитие молочного скотоводства идет медленными темпами. В 2012 году в области произведено 524,8 тыс. тонн молока по сравнению с 1103,6 тыс. тонн в 1990 году.

Структура производства основных видов продукции животноводства по категориям хозяйств изменялась в соответствии со структурой поголовья соответствующих видов скота и птицы. Так, в 1990 году хозяйства населения производили четвертую часть мяса и молока. Основное производство было сосредоточено в сельскохозяйственных организациях области. К 2000 году вклад населения в производство мяса увеличился до 66%, молока – до 62% от производства в области.

К 2005 году сельскохозяйственные организации области производили половину всего мяса, а к 2011 году 73% от общего объема в области. Основными же производителями молока в области с 2000 года традиционно остаются хозяйства населения, на их долю приходится от 62 до 64% производимого в области молока.

Положительная динамика производства мяса и яиц в области – заслуга сельскохозяйственных организаций.

Птицеводство в области начало первым выходить из кризиса. Уже к 2005 году производство яиц и мяса птицы превысило показатели 1990 года. Сегодня Челябинская область занимает третье место в России и первое в Уральском федеральном округе по производству мяса птицы [6]. В 2011 году сельскохозяйственными организациями области произведено 139,5 тыс. тонн этой продукции – в 5,9 раз больше, чем в 1990 году.

Ведущие птицефабрики области с полным циклом производства – «Челябинская птицефабрика», «Магнитогорский птицеводческий комплекс», «Уралбройлер», «Чебаркульская птица», «Сосновская птицефабрика» – продолжают наращивать производство. В 2011 году удельный вес мяса птицы в общем объеме производства мяса в сельскохозяйственных организациях составил 78,6% по сравнению с 17,0% в 1990 году (рис. 2).

В области велась успешная работа по развитию мясного скотоводства. Стадо герефордского скота племязавода «Новокалининское» в Брединском районе, по оценкам ученых, является одним из лучших в России. В ОАО «Калуга-Соловьевское» Красноармейского района разводят скот голштинской, или черно-пестрой, породы. Племенные животные в этом хозяйстве отличаются высокой чистотой породы и продуктивностью. В новых племрепродукторах мясного направления СПК «Аят» и ЗАО «Брединское» успешно разводят герефордов и симменталов, а в ОАО «Челябинское» ведется работа по производству генетического материала бычков голштинской породы, закупленных в рамках национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса». Несмотря

Таблица 4 – Производство основных видов продукции животноводства в хозяйствах всех категорий

Период исследований, гг.	Скот и птица на убой (в убойном весе), тыс. тонн	Молоко, тыс. тонн	Яйца, млн штук	Шерсть, тонн
1990	183,4	1103,6	1136,3	3057
1995	137,5	772,7	752,0	1497
2000	84,5	609,2	949,1	398
2005	118,6	531,7	1187,7	300
2006	116,7	569,2	1213,3	305
2007	148,6	595,8	1283,9	341
2008	183,7	621,0	1315,3	368
2009	202,2	621,1	1361,1	407
2010	214,1	584,9	1305,6	410
2011	231,3	553,4	1322,2	412
2012	262,4	524,8	1354,9	419



на это, удельный вес говядины упал с 55,6% в 1990 году до 5,3% в 2011 году.

В 2012 году всеми сельхозпроизводителями области произведено 262,4 тыс. тонн скота и птицы на убой (в живом весе); 524,8 тыс. тонн молока, 1354,9 млн штук яиц. Уже сегодня значительная часть этой продукции поставляется в другие регионы России.

Все изменения, происходящие в сельском хозяйстве, как в зеркале отразились на столе обычных граждан. Кризис производства отразился на качестве и количестве потребления продуктов питания населением области [7, 8].

Динамика среднедушевого потребления аналогична динамике производства основных видов сельскохозяйственной продукции. Так, с 1990 года к 2000 году среднедушевое потребление мяса и мясопродуктов имело тенденцию снижения с 70 до 48 килограммов, а потребление молока и молочных продуктов к 2000 году снизилось почти в два раза и составило 187 ки-

лограммов (табл. 5). Тенденция снижения среднедушевого потребления молока продолжалась до 2005 года, где был отмечен самый низкий уровень за весь рассматриваемый период (181 килограмм). Потребление яиц снизилось с 1990-го до 2000 гг. на 41 штуку [9, 10].

С 2005 года в структуре питания населения области произошли положительные сдвиги, на фоне увеличения потребления белоксодержащих продуктов, фруктов и овощей наблюдалось снижение потребления хлеба и хлебных продуктов.

По данным баланса трудовых ресурсов (население, занятое экономической деятельностью и способное трудиться, но не работающее по тем или иным причинам), в Челябинской области более 75,2% трудовых ресурсов занято разными видами экономической деятельности. В сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве среднегодовая численность занятых составляла в 2011 году 124,8 тыс. человек – это 7,5% от общей численности занятых в экономике (в 2010

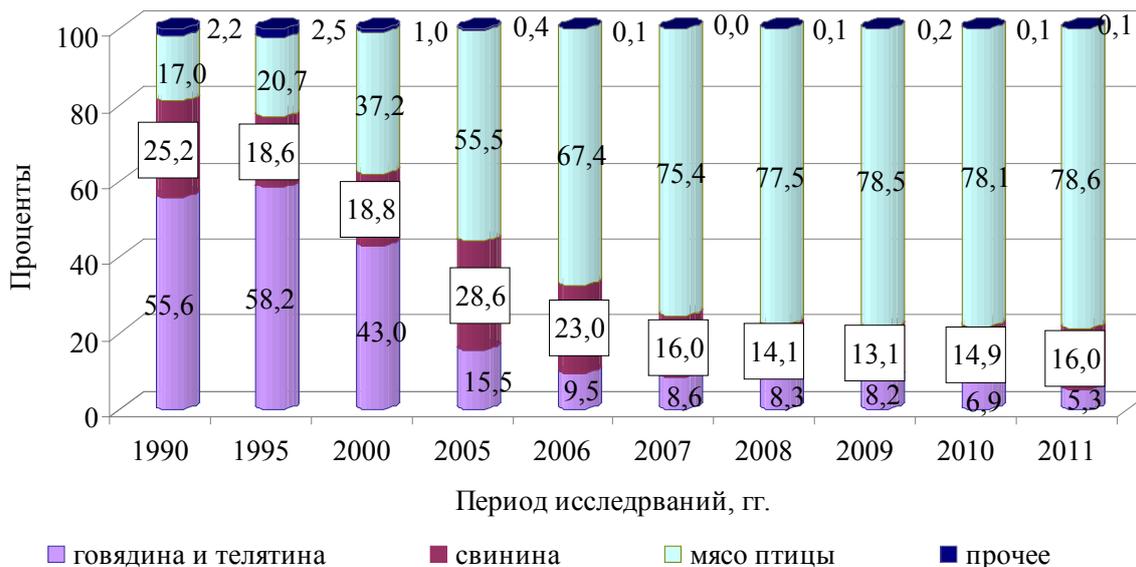


Рис. 2. Структура производства отдельных видов мяса в сельскохозяйственных организациях (% от общего количества мяса)

Таблица 5 – Потребление основных продуктов питания (в расчете на душу населения, кг/год)

Продукция	Период исследований, гг.						
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Мясо и мясопродукты	70	55	48	59	72	72	74
Молоко и молокопродукты	367	228	187	181	199	187	186
Яйца, штук	292	223	251	248	258	261	263
Картофель	94	84	95	128	133	141	138
Овощи и бахчевые культуры	76	53	57	81	91	91	92
Фрукты и ягоды	30	29	31	44	56	59	57
Хлеб и хлебные продукты	118	125	130	144	138	133	129

году – 7,6%). С 2005 года численность занятых данным видом экономической деятельности уменьшилась более чем на 10 тыс. человек.

В крупных и средних сельскохозяйственных организациях области среднесписочная численность работающих основного состава снизилась за год на 1,1 тыс. человек (на 3,5%) и составила 29,9 тыс. человек. В сельском хозяйстве доминировали работники, занятые в животноводстве, – 49,3%, в растениеводстве были задействованы 42,2% работающих, в смешанных видах сельскохозяйственного производства – 8,5%.

Остался низким уровень оплаты труда работников сельского хозяйства. В 2011 году уровень среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работающих в сельскохозяйственных организациях (без субъектов малого предпринимательства) составил 61,5% к среднему уровню по области и 54,8% к уровню обрабатывающих производств и составил 12 317,7 рубля. По сравнению с предыдущим годом среднемесячная номинальная заработная плата работников сельского хозяйства повысилась на 2442,9 рубля (на 24,7%), при этом реальная заработная плата по отношению к прошлому году увеличилась на 12,6%.

По данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, в среднем по всем домохозяйствам в 2011 году среднедушевые располагаемые ресурсы увеличились по сравнению с предыдущим годом на 9,1% и составили 16 252,9 рубля в месяц, в том числе в городской местности – на 8,9% (17 269,9 рубля), сельской – на 8,2% (11 623,1 рубля). Располагаемые ресурсы домашних хозяйств состояли преимущественно из текущих денежных доходов. В структуре располагаемых ресурсов сельских жителей поступление натуральных продуктов играло более важную роль, чем у горожан (соответственно 6,5 и 5,0%).

Для удовлетворения своих потребностей, кроме ежемесячного денежного дохода, население при необходимости использовало дополнительные средства, в частности, продукты, полученные в личном хозяйстве. В сельской местности этот источник был более весом. В среднем на душу доход от личного подсобного хозяйства в 2011 году составлял в городе 330,5 рублей в месяц, на селе – 522,7 рубля.

Несколько сглаживали разницу в материальном положении сельских и городских домохозяйств поступления продуктов питания из личного хозяйства.

При величине прожиточного минимума в Челябинской области в 2011 году 5702 рубля в сельской местности располагаемые ресурсы были в два раза выше этого показателя (в городской местности – в три раза).

Одним из важнейших критериев, характеризующих продовольственную безопасность, является показатель уровня самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции [11]. С этой точки зрения Челябинская область имела твердые позиции. Основными продуктами питания (мясом, молоком, хлебом, овощами, картофелем, яйцом) сельхозтоваропроизводители способны в полной мере обеспечить область в достаточных объемах. В 2011 году Челябинская область обеспечила себя яйцами – на 124,5%, мясом – на 92,9%, молоком – на 78,9%, картофелем – на 112,3%, овощами – на 90,6%.

Для переработки произведенной продукции активно развивались обрабатывающие производства. С 2005 года производство мяса и мясных полуфабрикатов в Челябинской области выросло в среднем в три раза. Более чем в три раза выросло производство круп, почти в полтора раза – кондитерских изделий. Около 200 тысяч тонн производилось молочных продуктов.

Результаты и их обсуждение

За годы реализации национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» увеличились объемы производства мяса, яиц, активно развивалось племенное животноводство, выросла продуктивность скота и птицы, увеличилось потребление белоксодержащих продуктов, фруктов и овощей населением области. Претерпела модернизацию система государственной поддержки селян, сегодня она является стимулирующей, т. е. бюджетные субсидии выделяются при условии стабильной работы и поставок в областной фонд продовольствия и на рынок.

Выводы

Государственное регулирование позволило обеспечить целенаправленное эффективное функционирование АПК в Челябинской области как единого целого на основе согласования интересов, равноправия субъектов всех форм хозяйствования. Аграрная политика страны была направлена на развитие устойчивого и конкурентоспособного агропромышленного производства, способствующего продовольственной



безопасности страны, сближению качества жизни и социальной инфраструктуры сельского и городского населения.

Список литературы

1. Системы ведения агропромышленного производства (вопросы теории и практики). М. : АгриПресс, 1999. 332 с.
2. Инновационная деятельность вертикально-интегрированных формирований АПК. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 268 с.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М. : ФИС, 1986. Кн. 1. 366 с.
4. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / пер. с нем. СПб. : ООО «ДиаСофтЮП», 2005. 608 с.
5. Функционирование инновационной системы в сельском хозяйстве Российской Федерации и предложения по ее совершенствованию. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 214 с.
6. Кузьмичева М. Б. Состояние и развитие рынка мяса птицы за 2010 год // Мясная индустрия. 2011. № 3. С. 4–7.
7. Лапшина А. А., Тихонов С. Л., Першина Е. И. Состояние и тенденции развития мясной отрасли в Челябинской области // Мясная индустрия. 2012. № 3. С. 8–11.
8. Социально-экономическая обстановка в городе Челябинске и Челябинской области: Сборник социологических исследований / Правительство Челябинской области, Институт экономики УРО РАН (Челябинский филиал) ; авт.-сост. М. А. Гуревич. НТЦ НИИОГР, 2013. 230 с.
9. Потребление основных продуктов питания населением Челябинской области в 2007–2012 годах: Статистический сборник / Челябинскстат. Челябинск, 2013. 32 с.
10. Пищевые производства Челябинской области : статистич. сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Челябинской области. Челябинск, 2013. 65 с.
11. Продовольственная безопасность России и ведущих стран мира. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 314 с.

Наумова Наталья Леонидовна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации питания ИЭТиТ, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).
E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Чаплинский Вячеслав Валентинович, канд. биол. наук, зав. кафедрой хранения и переработки сельскохозяйственного сырья, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

* * *

ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**М. Б. Ребезов, О. В. Зинина, Г. Н. Нурымхан,
А. Н. Нургазезова, Ф. Х. Смольникова**

В статье представлен обзор современного состояния использования вторичного сырья на предприятиях молочной отрасли. Обозначены проблемы, сложившиеся в данном направлении: на большинстве предприятий молочной отрасли сыворотка сливается в канализацию, при этом загрязняется окружающая среда и теряется ценное в пищевом отношении сырье, которое при рациональном подходе можно перерабатывать и получать дополнительную прибыль. В работе акцентируется внимание на высокой пищевой и биологической ценности вторичного молочного сырья, в частности сыворотки. Рассмотрены существующие технологии переработки сыворотки: ультрафильтрация и другие мембранные технологии, сгущение и сушка, гидролиз и ферментация, изомеризация лактозы. Вторичное молочное сырье может быть использовано для производства продукции различного назначения. Например, широкое распространение получили концентраты сывороточных белков, лактулоза, кормовые добавки, деминерализованная сыворотка, пермеат, продукты на основе альбумина, биоконсерванты и др. Сыворотку и продукты из нее применяют в различных отраслях: в производстве хлебобулочных изделий, мясопродуктов, кондитерских изделий, соусов, обогащенных молочных продуктов, в продуктах функционального назначения; для кормления сельскохозяйственных животных как в натуральном виде, так и в виде полученных из нее препаратов и кормовых добавок. На основе приведенного анализа современного опыта переработки вторичного молочного сырья можно сделать вывод, что оно имеет высочайшую биологическую ценность, содержит огромное количество полезных для здоровья веществ, имеет широкую область применения и фактически является уникальным сырьем для инновационных разработок в области пищевой промышленности.

Ключевые слова: вторичное сырье, сыворотка, лактулоза, функциональные продукты.

В настоящее время отходы растительного и животного сырья играют значительную роль в решении таких проблем, как продовольственные, экологические и энергетические. Их следует рассматривать как дополнительные источники продуктов животного происхождения.

Образуются отходы в процессе транспортирования, хранения и переработки. Основными отраслями, связанными с их образованием, являются: общественное питание, пищевая и перерабатывающая промышленность, сельское хозяйство.

Из пищевых отходов можно получить белок, аминокислоты, витамины, ферменты, ми-

неральные элементы и ряд других видов продукции, таких как натуральные красители, пектин, органические кислоты, этиловый спирт, использовать для кормления животных [1].

Из отходов, которые непригодны для переработки на пищевые цели, можно получать кормовую белок, натуральные экологически безопасные удобрения, биогаз.

Общая концепция безотходной технологии зависит от технологических особенностей, уровня организации производства и направлена на решение важнейших задач по эффективному использованию ресурсов и снижению поступления вредных веществ в окружающую среду.



Рассмотрим источники образования и использования отходов на примере молочной промышленности.

В процессе обработки молочных продуктов из цельного молока образуется вторичное молочное сырье – обезжиренное молоко, сыворотка, пахта. Обезжиренное молоко по химическому составу отличается от цельного практически только отсутствием жира.

Молочная сыворотка – белково-углеводное сырье, получаемое при производстве творога, сыра. По полезности она даже превосходит молоко, так как биологическая ценность белков сыворотки (альбумина, глобулина) выше биологической ценности казеина. В молочной сыворотке присутствуют антибиотические вещества (низин) [3].

Существует несколько сложившихся направлений переработки сыворотки:

- использование в натуральном виде и в виде концентратов;
- выделение отдельных компонентов;
- биологическая конверсия лактозы и сывороточных белков [4].

Самой ценной частью всех видов вторичного молочного сырья является белок. В настоящее время организовано производство пищевых растворимых концентратов из обезжиренного молока: казеинатов, казецитов, копреципитатов [4, 5]. Они содержат белка в 2,5 раз больше, а лактозы – в 50 раз меньше, чем сухое обезжиренное молоко. Применяются в качестве добавок при выработке колбасных изделий, мясных, рыбных, хлебных и других продуктов детского питания.

С развитием крупных молокоперерабатывающих предприятий сыворотка стала рассматриваться как отход производства. Она сливается в канализацию, а предприятия облагаются штрафами за загрязнение окружающей среды [6]. Загрязняющее действие молочной сыворотки обусловлено содержанием в ней значительного количества органических соединений. Проблематично создание очистных установок для сточных вод с сывороткой на многочисленных молокоперерабатывающих предприятиях, поэтому рациональным является ее промышленная, безотходная переработка.

Чтобы избежать загрязнения водоемов и грунтовых вод, были предприняты попытки ее использования для удобрения полей. Установлено, что при содержании сыворотки в сточных водах предприятия более 10% происходит подавление роста многих сельскохозяйствен-

ных культур, степень которого сильно зависит от типа почв и вида растения.

Слив сыворотки в канализацию и попадание ее в водоемы не только неблагоприятен для окружающей среды, но и не оправдан с экономической точки зрения [6]. Разумное применение молочной сыворотки заслуживает внимания с точки зрения более полной утилизации всех составных частей молока.

Исследование отечественных и зарубежных данных показывает, что проблема рационального использования молочной сыворотки, как оказалось, не решена полностью ни в одной стране. В настоящее время известны следующие основные направления использования молочной сыворотки в различных продуктах питания, представленные на рисунке 1 [7].

По вопросу использования сыворотки в необработанном виде для кормления животных проведено значительное количество исследований. Введение сыворотки в кормовые рационы повышает их биологическую ценность, способствует лучшей переваримости и усвояемости растительных кормов. Использование натуральной сыворотки для скармливания сельскохозяйственным животным является вполне оправдавшим себя направлением [4].

Для переработки подсырной сыворотки используют метод ультрафильтрации. Полученный данным методом концентрат белков (ретентат) используют для получения белковых продуктов, а полученный фильтрат (пермеат) подсушивают и направляют на обратноосмотическую установку или вакуум-выпарной аппарат.

Прогноз на XXI век показывает, что несмотря на достигнутый значительный прогресс в вопросе переработки сыворотки, «проблема сыворотки» сменилась «проблемой пермеата» [6].

Одним из наиболее важных открытий в области переработки сыворотки является технология получения лактулозы. Она является мощным фактором роста бифидобактерий и признана мировым сообществом бифидус-фактором № 1 [8]. По мнению экспертов Международной молочной федерации, в производстве молочных продуктов наступает век «бифидомании». Связано это с тем, что бифидобактерии являются основным биологическим фактором, обеспечивающим нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта. Бифидогенная активность лактулозы доказана многочисленными исследованиями. Лактулоза применяется, например, при лечении печеночной недостаточности и системной энцефалопатии, желудочно-

кишечных заболеваний. В толстом кишечнике лактулоза является питательной средой для развития бифидобактерий и лактобактерий, рост которых в ее присутствии резко увеличивается. Выделяющаяся при этом молочная кислота подавляет жизнедеятельность патогенной микрофлоры.

Часто применяемые промышленные способы получения лактулозы основаны на щелочной изомеризации лактозы по механизму LA-трансформации [9]. Эта технология позволяет получить сироп, состоящий из лактозы и лактулозы. Для получения более чистых препаратов лактулозы необходима очистка сиропов от лактозы.

Гидролиз позволяет придать сыворотке новые свойства и расширить возможности для ее переработки на напитки. Предварительная ферментация сыворотки позволяет обеспечить повышение степени ее сладости примерно в 3 раза. Дает возможность употреблять напитки людям, страдающим от непереносимости лактозы.

Перспективное направление переработки сыворотки – производство белковых продуктов.

Благодаря развитию мембранных технологий открылись широкие возможности целенаправленного извлечения белков из молочной сыворотки и получения на их основе продуктов с разнообразными функциональными свойствами. Например, с помощью мембранных технологий получают такие продукты, как молоко альбуминное, творог альбуминный, пасты десертного и закусочного назначения [10]. Молоко альбуминное – концентрат молочного белка (альбумина) – полуфабрикат для выработки альбуминного творога, колбасных изделий и др. продуктов.

Альбумин молочный пищевой получается из обезжиренной сыворотки при производстве сыров и творога. Применяется в колбасном производстве, при приготовлении паштетов и др. продуктов. Творог альбуминный вырабатывается из молочной сыворотки, сквашенной заквасками, приготовленными на чистых культурах молочнокислых стрептококков и ацидофильной палочки. Он предназначен для непосредственного употребления в пищу. Сырки альбуминные – из альбуминного творога или смеси творога аль-



Рис. 1. Структура применения молочной сыворотки и компонентов молока из сыворотки в различных продуктах питания [7]



буминного и коровьего молока с добавлением вкусовых и ароматических веществ. Напиток «Альбус» – из сквашенного альбуминного молока, выделяемого из подсырной или творожной сыворотки в смеси с различными соками.

В последние годы внимание ученых всего мира приковано к изучению свойств сывороточных белков. Связано это с тем, что в настоящее время усиливается акцент на производство продуктов, позволяющих не только удовлетворить энергетические и питательные потребности человека, но также оказывать многостороннее действие на организм. Имеющиеся исследовательские данные позволяют утверждать об огромном лечебно-профилактическом потенциале сывороточных белков в лечении и профилактике заболеваний [11]. Они стимулируют клеточно-опосредованный и гуморальный иммунитет, улучшают состояние организма при стрессах, являются антиоксидантами, увеличивая количество глутатиона в тканях, и, возможно, вследствие этого оказывают ингибирующее действие на рост некоторых видов опухолей. Так, α -лактальбумин, используемый как добавка при лечении почечных заболеваний, корректирует низкий уровень сывороточного альбумина и гемоглобина/гематокрита в крови.

Сывороточные белки в процессе обработки часто изменяют свои функциональные свойства. Данное явление применяют для модификации их функциональных свойств. К основным методам модификации сывороточных белков относятся денатурация и агрегация, гидролиз, дезаминирование, гликозилирование, добавление других полимеров. Улучшить функциональные свойства сывороточных белков можно также путем смешивания различных компонентов и фильтрации.

Современные методы модификации сывороточных белков, основанные на комбинации мембранных методов, гидролиза и высокого давления, позволяют увеличить биологическую активность, снизить аллергенность, увеличить степень адсорбции аминокислот и улучшить пищеварение, повысить функциональные свойства – термостабильность, прозрачность растворов, текстурирующие свойства сырья.

Разработана технология твердого заменителя жира для производства мясопродуктов, в основе которого являются сывороточные белки, богатые бета-лактоглобулином. Этот заменитель жира уже применяется для промышленного производства мясопродуктов с пониженным содержанием жира [6].

Использование мембранных методов, например, микро- и ультрафильтрации, позволило получать изоляты сывороточных белков, которые используются в качестве заменителей яичного белка.

Также из молочной сыворотки производят биоконсерванты (лактоферрин, лактопероксидаза) с целью их использования в пищевых продуктах, специальных кормах, косметике [12].

Имеются данные о разработке косметической продукции для детей, включая мыло и лосьон, содержащие фракции сыворотки с низкой молекулярной массой (минеральные вещества сыворотки), полученные из изолята сывороточного белка сладкой сыворотки. Эта косметическая продукция применялась для лечения детей с атрофическими дерматитами.

Например, бычий *k*-казеингликомакропептид, полученный из подсырной сыворотки, можно использовать при производстве продуктов и напитков для людей, страдающих фенилкетонурией. Это единственный известный диетический белок, который не содержит ароматических аминокислот, в том числе и фенилаланина.

Потребителями ингредиентов на основе молочной сыворотки являются производители смесей детского питания. Такие смеси приближены к составу женского молока по белковому и углеводному компонентам и особенно по биологически активным веществам.

Молочная сыворотка и сывороточные белки являются также прекрасным сырьем или компонентом в составе рецептур при разработке новых продуктов функционального питания [13].

Накоплен огромный многолетний опыт по разработке, производству, использованию и оценке эффективности обогащенных продуктов питания в нашей стране и за рубежом. В последние годы все чаще появляются продукты, сочетающие в себе полный набор витаминов и минеральных веществ, одновременно обогащенные различными ценными компонентами: пищевыми волокнами, фосфолипидами, различным биологически активными добавками природного происхождения, которые оказывают защитное, стимулирующее или иное действие на физиологические системы и функции организма.

В настоящее время рынок продуктов функционального питания на 65% состоит из молочных продуктов, в состав которых входят бифидобактерии и /или молочнокислые микроорганизмы, а также стимуляторы их роста;

биологически активные белки, пептиды; олигосахариды; витамины; минеральные вещества; пищевые волокна и другие нутриенты.

В связи с этим перед молочной промышленностью в XXI веке стоит перспективная научно-техническая проблема – на базе достигнутого уровня биотехнологии развить новые направления, отвечающие современной концепции «здорового питания».

Развитие этих направлений в молочной промышленности позволит решить социально-экономические проблемы:

- обеспечить широкие слои населения специальными продуктами питания и лекарственными препаратами;
- создать принципиально новую гамму продуктов направленного действия;
- разработать продукты для всех возрастных групп (от детских до геродиетических) не только высокой пищевой и биологической ценности, но и с высокими регуляторными функциями [14].

На основе вышеизложенного анализа современного опыта переработки вторичного молочного сырья можно сделать вывод, что молочное сырье имеет высочайшую биологическую ценность, содержит огромное количество полезных для здоровья веществ, имеет широкую область применения и фактически является уникальным сырьем для инновационных разработок в области пищевой промышленности.

Список литературы

1. Жукова Е. С., Журилкина И. В. Утилизация пищевых отходов на объектах экономики: современная ситуация в России и за рубежом // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2011. Т. 1. № 2. С. 379–381.
2. Храмцов А. Г., Васи́ли́син С. В. Рациональное использование обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки : науч.-техн. рекомендации. Ставрополь : [б. и.], 2011. 105 с.
3. Храмцов А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья : учеб. пособие. М. : ГИОРД, 2009. 424 с.

4. Гаврилов Г. Б., Кравченко Э. Ф. Пути рационального использования сыворотки // Молочная промышленность. 2012. № 7. С. 47–48.

5. Дудникова О. А., Лодыгин А. Д., Храмцов А. Г. Перспективы использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2010. № 7. С. 42–43.

6. Направления промышленной переработки сыворотки / А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов, П. Г. Нестеренко, Д. А. Дубиков // Переработка молока. 2006. № 3. С. 32–35.

7. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий / И. А. Евдокимов, М. С. Золоторева, Д. Н. Володин, В. С. Сомов // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 1. С. 37–44.

8. Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications / В. Biavati, М. Vescovo, S. Torriani, V. Bottazzi // Annals of Microbiology. 2000. № 50. P. 117–131.

9. Бурцев Д. Г., Чернобаев В. Н. Бифидогенный концентрат «Лактобел» // Молочная промышленность. 2010. № 7. С. 43.

10. Волкова Т. А., Кравченко Э. Ф. Типовые технологические инструкции по производству продуктов из сыворотки // Молочная промышленность. 2011. № 5. С. 68.

11. Храмцов А. Г. Феномен молочной сыворотки. СПб. : Профессия, 2011. С. 745–771.

12. Красноштанова А. А., Рыгченкова О. В. Выделение лактоферрина и лактопероксидазы из молочной сыворотки // Экология и промышленность России. 2011. № 11. С. 48–51.

13. Вторичное молочное сырье в производстве функциональных продуктов / И. А. Евдокимов [и др.] // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 1(34). С. 116–119.

14. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения : учеб. пособие / Т. И. Бурцева, М. Б. Ребезов, Б. К. Асенова, С. В. Стадникова. Алматы : МАП, 2015. 216 с.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: pbio@ya.ru.

Зинина Оксана Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: zinoks-vl@mail.ru.



Нурымхан Гульнур Несиптайкызы, канд. техн. наук, и.о. доцента кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима, г. Семей.

E-mail: gulnu-n@mail.ru.

Нургазезова Алмагул Нургазезовна, канд. техн. наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента) кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима, г. Семей.

E-mail: almanya1975@mail.ru.

Смольникова Фарида Харисовна, канд. техн. наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента) кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима, г. Семей.

E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

* * *

УДК 635.656: 631.5(470.55)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ БЕЗЛИСТОЧКОВЫХ
СОРТОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

А. Ю. Ваулин

Одной из серьезных проблем растениеводческой отрасли в настоящее время является очень большая доля мятликовых культур в зерновых севооборотах. Это закономерно создает массу проблем: значительное увеличение специализированных сорняков, вредителей и болезней; увеличение потребности в удобрениях, а так как хозяйства не могут купить их из-за дороговизны, то наблюдается снижение урожайности и качества продукции. Необоснованный рост площадей под пшеницей не лучшим образом действует и на процесс ценообразования, что еще больше осложняет положение сельхозпроизводителей. Очень заманчивым выходом из этой ситуации является значительное увеличение доли зернобобовых культур и, в частности гороха в зерновых севооборотах. Но для этого нужны сорта гороха, близкие по продуктивности к пшенице и значительно более технологичные в уборке, чем традиционные. Именно этому и были посвящены исследования в Институте агроэкологии в 2005–2007 годах. В статье приводятся данные опыта по определению продуктивности и технологичности безлисточковых сортов гороха в условиях лесостепной зоны Челябинской области. В результате исследований выяснено, что новые детерминантные безлисточковые сорта имеют повышенную технологичность к уборке и обеспечивают высокую продуктивность в условиях региона. В связи с этим можно их рекомендовать к выращиванию сельскохозяйственным предприятиям области.

Ключевые слова: горох; сорт; скороспелый сорт; скороспелость; дозревание; урожайный сорт; потенциальная урожайность; отбраковка.

Горох является главной зернобобовой культурой нашей страны. Его широкое распространение объясняется высокими пищевыми и кормовыми достоинствами и большой приспособляемостью к различным почвенно-климатическим условиям [1]. Семена гороха имеют высокую питательную ценность. В белке гороха содержится большое число незаменимых аминокислот [2]. Поэтому он широко используется в пищу: для приготовления супов, каш, соусов, пюре, консервов (зеленый горошек, «горох лопатка»).

Кроме того, он является ценным источником кормов: зерно используется для балан-

сировки комбикормов по белку, вегетативные органы для получения зеленого корма, сена, сенажа и силоса [3, 4]. Мякина и солома гороха также идут как ценный корм скоту.

Посевы гороха часто используют на зеленое удобрение. Горох – отличный предшественник для многих сельскохозяйственных культур [5]. Он не только обогащает почву азотом, благодаря деятельности азотфиксирующих бактерий [6, 7], но и улучшает фитосанитарную обстановку в зерновых севооборотах, так как относится к другому ботаническому семейству.

Но наряду с большими достоинствами горох имеет и ряд существенных недостатков, за-



труднящихся его выращивание. У него в большей степени выражено проявление неравномерности созревания. Механизованная уборка гороха обычно затрудняется из-за сильного полегания посевов – основного недостатка культуры. И даже применение специализированных орудий уборки не помогает избежать потерь урожая, которые могут достигать 30–40%.

Селекционеры интенсивно работают над устранением этих недостатков, и уже появилось много интересных сортов, которые обладают детерминантностью (укороченностью и утолщенностью стебля, что обеспечивает большую равномерность созревания и меньшую склонность к полеганию). Сочетание этого признака с безлисточковостью (листья у них трансформированы в мощные усики, взаимно переплетающиеся), это еще в большей степени уменьшает полегание. Такие сорта гороха отличаются высокой технологичностью к уборке и их можно убирать даже прямым комбайнированием.

Целью наших исследований на опытном поле Института агроэкологии в 2005–2007 годах явилось выявление наиболее технологичных и урожайных сортов гороха в условиях северной лесостепной зоны Челябинской области.

Материалы и методы

В качестве предшественника в опыте ежегодно была яровая пшеница. Почва под опытом – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый. Повторность в опыте трехкратная. Размер делянки 25 м². Размещение вариантов опыта систематическое. Посев производился в начале 2 декады мая сеялкой ССНП-16 рядовым способом с нормой высева 1 млн всхожих зерен на гектар. В фазу 2 листьев посевы гороха обрабатывали гербицидом пивот с расходом препарата 0,5 л/га. Наблюдения и учеты в опытах проводили по методикам Госкомиссии по сортоиспытанию [8].

За время проведения опыта погодные условия по годам отличались большим разнообразием. Май 2005 года был довольно теплым и сухим. Среднесуточная температура составила 14,5 °С, при норме 11,2 °С, и выпало 23 мм осадков при норме 37 мм. Июнь оказался умеренно теплым (среднесуточная температура за месяц составила 16,9 °С при норме 16,4 °С) и самым влажным за вегетационный период (выпало 96 мм осадков при норме 55 мм). Среднесуточная температура июля составила 18,2 °С, что немного выше нормы 16,3 °С. За месяц выпало 81 мм осадков, при норме 75, что характеризовало его как доста-

точно влажный. В августе средняя температура за месяц составила 15,9 °С при норме 16,1 °С, а осадков выпало 44 мм при норме 64 мм. Сентябрь характеризовался сравнительно теплой и сухой погодой. Средняя температура за месяц составила 11,3 °С при норме 8,2 °С, а осадков 40 мм при норме 44 мм.

Среднемесячная температура мая 2006 года была близка к среднемноголетним значениям, а осадков выпало 45,5 мм, при норме 37 мм. Июнь оказался более жарким (средняя температура этого месяца была 19,1 °С при норме 16,4 °С). Но с нормальным увлажнением (осадков выпало 57 мм, что выше нормы на 2 мм). Июль в этом году был теплым и очень влажным месяцем. Средняя температура составила 16,3 °С, что соответствует норме, а осадки составили 158,5 мм, что выше нормы в 2 раза. В августе температурный режим составил 15,1 °С при норме 16,1 °С. За этот месяц выпало 26 мм при норме 51 мм. Сентябрь характеризовался сравнительно теплой и сухой погодой. Температура составила 11,7 °С при норме 8,2 °С, а осадков выпало 27,2 мм, что в 2 раза меньше нормы.

Май 2007 года оказался более прохладным (температура составила 10,8 °С при норме 11,2 °С) и влажным (выпало 124 мм осадков при норме 41 мм). Июнь также был прохладнее (средняя температура составила 15,4 °С при норме 16,4 °С), а осадков выпало 56,6 мм, то есть на уровне среднемноголетних значений. Но июль оказался очень жарким, средняя температура июля составила 19,6 °С при норме 16,4 °С, и сухим, осадков выпало только половина от месячной нормы 35,1 мм. В августе ситуация усугубилась, так как он оказался очень жарким (температурный режим составил 18,6 °С) и еще более сухим (выпало 16,4 мм, то есть только четвертая часть от месячной нормы).

Самым благоприятным по погодным условиям получился 2006 год. В 2005 году также погодные условия были неплохие. Высокие температуры и сильные засушливые явления во второй половине вегетации в 2007 году позволили выявить реакцию изучаемых сортов на засуху.

Результаты исследований

Анализ продолжительности вегетационного периода показывает, что в 2006 году у всех сортов он был самым продолжительным, очевидно, из-за благоприятного режима увлажнения (табл. 1), а в 2007 году, наоборот, самый короткий, по-видимому, вследствие летней

засухи. При этом следует отметить, что все исследуемые сорта оказались довольно скороспелыми с небольшой разницей по сроку созревания, от 2 до 5 дней, между сортами.

Особенности формирования структуры урожая

Формирование элементов структуры урожая у разных сортов имело свою специфику (табл. 2). По числу бобов по годам не отмечалось больших отличий между сортами. По показателю числа зерен на одном растении вариabельность наблюдалась более сильная. В нормальные по увлажнению годы сорт Заводоуковский 1 обеспечивал максимальное значение этого показателя в 39 и 49 зерен. В 2006 году близкие к нему

показатели были у сортов Батрак – 45 зерен и Челябинский 71 – 42 зерна. Недостаток влаги в 2007 году не позволил сортам реализовать их генетический потенциал, и практически по всем сортам наблюдалось практически двойное снижение числа зерен на одном растении. По показателю массы тысячи зерен по сортам и по годам наблюдалось большое варьирование, оно определялось генотипом сортов и погодными условиями. Сорта Батрак, Агроинтел, Ямальский и Губернатор во все годы имели довольно высокие значения этого показателя, даже в засушливом 2007 году, в то время как сорта Челябинский 71 и Ямал в 2007 году значительно снизили этот показатель до 159 и 172 граммов соответственно.

Таблица 1 – Продолжительность фенологических периодов различных сортов гороха в опыте в 2005–2007 гг., Институт агроэкологии

Сорт	Продолжительность периода, дней			
	Посев/всходы	Цветение/ образование бобов	Образование бобов/ полная спелость	Период вегетации
Ямал	7/7/12	15/15/19	35/35/36	90/91/87
Челябинский 71	8/8/13	14/14/19	35/36/36	88/90/86
Заводоуковский 1	7/7/12	19/19/19	34/34/36	91/92/87
Агроинтел	8/8/13	14/14/20	36/36/36	89/90/87
Губернатор	7/7/12	20/20/19	35/36/36	92/94/86
Батрак	8/8/13	14/14/20	36/37/36	89/91/87
Ямальский	7/7/12	21/21/20	37/39/36	93/96/88

Таблица 2 – Особенности формирования элементов структуры урожая сортов гороха в 2005–2007 гг., Институт агроэкологии

Сорт	Количество бобов, шт. на 1 растение	Количество зерен, шт. на 1 растение	Масса 1000 шт., г
Ямал	8/10/8	29/39/19	228/223/172
Челябинский 71	8/10/7	25/42/20	215/197/159
Заводоуковский 1	6/11/10	39/49/25	160/228/188
Агроинтел	7/9/6	26/40/21	235/233/196
Губернатор	6/7/8	27/34/23	205/201/213
Батрак	7/11/8	23/45/22	220/248/210
Ямальский	8/8/7	31/38/22	230/216/215
НСР ₀₅	2,4/2,2/2,8	5,5/5,8/7,3	11,5/12,1/20,4

Таблица 3 – Урожайность сортов гороха в 2005–2007 гг., Институт агроэкологии

Сорт	Высота растения, см	Высота нижних бобов над землей, см	Урожайность, т/га	Средняя урожайность, т/га
Ямал	65/98/62	17,8/23,0/15,8	4,2/6,1/2,4	4,2
Челябинский 71	90/118/72	9,66/8,5/9,58	3,4/4,4/1,9	3,6
Заводоуковский 1	65/99/55	18,2/20,3/13,9	5,0/7,7/3,4	5,3
Агоринтел	70/91/68	19,1/23,3/14,5	3,4/6,3/2,2	3,9
Губернатор	70/102/55	17,1/19,3/14,0	5,2/4,9/2,6	4,2
Батрак	68/97/62	17,0/21,6/13,4	3,6/6,3/2,7	4,2
Ямальский	71/83/63	15,6/22,3/13,8	5,7/5,7/2,4	4,6
НСР ₀₅	23/20/22	5,1/3,3/4,9	1,5/1,1/0,8	



Технологичность и урожайность изучаемых сортов

Высота растений – важный показатель технологичности зернового сорта гороха к уборке. Все новые сорта в 2005-м и 2006 годах имели существенно меньшую высоту растений по сравнению со стандартным сортом Челябинский 71 (табл. 3). В засушливом 2007 году высота растений всех изучаемых сортов, сильно уменьшилась и различия между вариантами по этому показателю уже были не существенными, но тенденция на меньшую высоту у новых сортов сохранилась.

Еще более важным показателем технологичности сортов к уборке является – высота расположения бобов гороха над землей на момент полной спелости. Все новые изучаемые сорта имели значительное преимущество по этому показателю, по сравнению со стандартом. Ежегодно высота расположения нижнего боба над землей была у них от полутора до трех раз больше, чем у сорта Челябинский 71. Даже в засушливый 2007 год высота расположения нижнего боба у этих сортов составляла 13–15 сантиметров, а у стандарта она ни в один из годов испытания не достигла и 10 см из-за сильного полегания.

Обычно традиционные сорта гороха отличаются более высокой биологической урожайностью, чем детерминантные формы. Но исследуемые нами новые сорта гороха показали высокую биологическую продуктивность. В 2005 году особо выделились сорта Ямальский – 5,7 т/га, Губернатор – 5,2 т/га, Заводоуковский 1 – 5,0 т/га при урожайности у стандарта – 3,4 т/га. В 2006 году Заводоуковский 1 – 7,7 т/га, Батрак и Агроинтел по 6,3 т/га и Ямал – 6,1 т/га при 4,4 т/га у стандарта.

В засушливом 2007 году только два из новых сортов достоверно превзошли Челябинский 71 (1,9 т/га) – это Заводоуковский 1 и Батрак соответственно 3,4 т/га и 2,7 т/га. Эти два сорта, очевидно, следует испытать в более южных районах области для определения степени их засухоустойчивости.

Средняя урожайность за три года исследований по новым сортам также получилась значительно выше, чем у стандартного сорта Челябинский 71.

Выводы

Изучаемые в опыте новые детерминантные, безлисточковые сорта гороха формируют высокую биологическую продуктивность в условиях северной лесостепной зоны Челябинской области. При этом меньшая высота растений этих сортов и сильно разрастающиеся усики устраняют полегание их посевов в фазу полной спелости, что значительно облегчает уборку и уменьшает потери. Наличие сортов с такими свойствами создает реальную возможность значительно увеличить посевные площади под такой ценной культурой, как горох в Челябинской области.

Сельскохозяйственным предприятиям Челябинской области рекомендуется расширять посевные площади гороха на зерно за счет безлисточковых сортов, таких как Заводоуковский 1, Ямальский, Ямал, Губернатор, Батрак, Агроинтел.

Список литературы

1. Антоний А. К., Пылов А. П. Зернобобовые культуры на корм и семена. Л. : Колос ; Ленингр. отд-е, 1980. 221 с.
2. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of pork Foodbalt. 2014. P. 42–46.
3. Bonomi A., Bonomi B. M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan-jun2004].
4. Tein B., Eremeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar 'Madonna' // Research for Rural Development. 2011. № 17. P. 24–28.
5. Agafonova L., Vigovskis J., Svarta A. Yields and quality of [pea] varieties in Latvian agroclimatic conditions for organic farming // Vide. Tehnoloģija. Resursi. 2011. Vol. 8. P. 287–289.
6. Зернобобовые культуры / под ред. Д. Шпаара. Минск : ФУАинформ, 2000. 264 с.
7. Zahir Z. A. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions // Journal of Microbiology and Biotechnology. 2008 May; 18(5): 958–963.
8. Никитенко Г. Ф. Опытное дело в полеводстве. М. : Россельхозиздат, 1982. 188 с.

Ваулин Александр Юрьевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: pochta@insagro.ru.

* * *

УДК 631.51: 633.11(470.54/.56 + 470.58)

БЕСПЛУЖНЫЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ЗАУРАЛЬЯ

С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. Н. Копылов, Н. В. Мешкова

Приведены результаты многолетних стационарных исследований в многофакторном опыте по разработке современных ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы – основной продовольственной культуры Зауралья, с применением минимальных и нулевых приемов обработки почвы. Научно-исследовательская работа проводится в трехпольном зернопаровом севообороте (пар-пшеница-пшеница). В сложных погодных условиях установлено преимущество нулевых и минимальных мульчирующих приемов обработки почвы по экономии влаги по сравнению с глубокими отвальными в посевах первой и второй пшеницы после пара. Паровые поля независимо от способов их подготовки (механического, химического, комбинированного) были хорошо обеспечены нитратами (от 65 до 120 кг/га), что позволило снизить затраты на применение азотных удобрений. В процессе исследований не установлено заметного уплотнения почвы вследствие минимизации обработок. В конце второй ротации севооборота в посевах первой пшеницы после пара на варианте нулевой обработки плотность почвы находилась в диапазоне 1,16–1,25 г/см³. Применение баковой смеси гербицидов (препаратов 2,4-Д и противозлаковых) для химической прополки обеспечило контроль засоренности посевов пшеницы ниже порога вредоносности. Применяемые в опыте технологические приемы обеспечили одинаковые уровни урожайности (в пределах ошибки опыта) по паровым предшественникам (16,6–18,0 ц/га) и зерновым (16,9–14,8 ц/га). По экономическим показателям преимущество имеют технологии, базирующиеся на минимальных и нулевых приемах обработки. При этом за счет минимальных и нулевых обработок потребность в рабочих снижается на 15–20 %, затраты на ГСМ – более чем на 40 %. Актуальность работы заключается в том, что в природных условиях с недостаточным увлажнением и нестабильной финансово-экономической обстановкой товаропроизводители в зависимости от технической оснащенности хозяйств, наличия трудовых и материальных ресурсов могут применять рекомендуемые технологии для более рентабельного производства зерна пшеницы.

Ключевые слова: система обработки, минимальная, нулевая, засоренность, плотность, урожайность, рентабельность.

Центральная лесостепная зона Зауралья расположена в основном на окультуренных черноземных почвах всех разновидностей, которые занимают 60,6% пашни, из них выщелоченные 33,1% и обыкновенные солонцеватые 18,0%. Характеризуется она неустойчивым по увлажнению климатом, периодически повторяющимися засухами различной интенсивности. Ретроспективным прогнозом за период с 1929-го по 2012 гг. установлено, что каждый второй год здесь может быть засушливым или острозасушливым [1]. Тенденция усиления засушливых явлений в центральной зоне подтвердилась результатами исследований последних лет.

За шестилетний период (2010–2015 гг.) лишь 2011 год отличался благоприятными гидротермическими условиями, в то время как 2010-й и 2012 годы оказались острозасушливыми (ГТК вегетационных периодов 0,3 и 0,4); в 2013 г. засуха проявилась в июне и в двух декадах июля (ГТК соответственно 0,3 и 0,4); в мае и июне 2014 года практически не было эффективных осадков (свыше 5,0 мм); в 2015 г. атмосферные засушливые явления наблюдались в июне, в результате которых среднемесячная температура превысила норму на 3,7 °С, ГТК составил 0,3.

В этих условиях высокая и стабильная урожайность зерновых культур может достигаться



за счет реализации влагосберегающих агротехнологий, основанных, в том числе, на минимизации обработки почвы.

Цель исследований: разработка и обоснование более эффективных и менее затратных технологий возделывания яровой пшеницы на выщелоченных черноземах центральной лесостепи Зауралья.

Объекты и методы исследований

Научно-исследовательская работа проводится в многофакторном стационарном опыте на базе трехпольного севооборота (пар – пшеница – пшеница) в соответствии с планом исследований ФГБНУ «Курганский НИИСХ» по теме: «Изучить различные способы обработки почвы и разработать бесплужные ресурсосберегающие технологии возделывания яровой пшеницы в полевых короткоротационных севооборотах, позволяющие повысить рентабельность производства зерна и сохранить почвенное плодородие».

В рамках данной тематики изучаются:

- системы обработки паровых полей и зерновых предшественников;
- водный и питательный режимы, динамика плотности почвы;
- численность и вредоносность сорных растений;
- эффективность систем защиты растений и минеральных удобрений;
- проводится экономическая оценка разрабатываемых технологий.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднemocный среднесуглинистый.

Содержание гумуса в пахотном горизонте колеблется в пределах от 4,0 до 5,2%, подвижного фосфора по Чирикову 4–7 мг, калия – до 20 мг на 100 г почвы, РН водное 6,4–7,5.

Паровые поля севооборота обрабатываются четырьмя способами: химическим (двукратная обработка глифосатсодержащими гербицидами), комбинированным (две мелкие мульчирующие обработки и одна – гербицидами); отвальным, с возделыванием сидератов (вспашка осенью, весной посев гороха, летом измельчение и запашка зеленой массы сидеральной культуры, минимальные обработки). Контролем служит классический черный пар (отвальная обработка осенью и мелкие мульчирующие в течение лета).

В опыте возделывается сорт яровой пшеницы Зауралочка селекции Курганского НИИСХ, адаптированный к местным почвенно-климатическим условиям. Посев производится дисковой сеялкой и сеялками – культиваторами, оборудованными сошниками различного назначения. Система обработки почвы в полях севооборота и технология посева представлены в таблице 1.

Система защиты от сорняков, кроме контрольного, предусматривает три варианта: допосевную обработку почвы глифосатсодержащими гербицидами; химическую прополку посевов баковыми смесями сложных 2,4 Д-этилгексильных эфиров и противозлаковых препаратов (феноксапроп – П – этил + антидот); допосевную обработку + химическую прополку в период кушения.

Таблица 1 – Система обработки почвы и технология посева в полях трехпольного зернопарового севооборота

Вариант технологий	Пшеница по пару	Вторая пшеница после пара
	Вид пара, посевной агрегат	Система обработки почвы, посевной агрегат
1	Черный пар, предпосевная обработка*, дисковая сеялка СЗ-5,4	Отвальная, предпосевная обработка*, дисковая сеялка СЗ-5,4
2	Сидеральный пар, предпосевная обработка*, дисковая сеялка СЗ-5,4	Отвальная, предпосевная обработка*, дисковая сеялка СЗ-5,4
3	Химический пар, прямой посев сеялкой СКП-2,1 с анкерными сошниками	Нулевая, прямой посев сеялкой СКП-2,1 с анкерными сошниками
4	Комбинированный пар, сеялка СКП-2,1 с сошниками культиваторного типа	Минимальная мульчирующая осенью, сеялка СКП-2,1 с сошниками культиваторного типа
5	Комбинированный пар, сеялка СКП-2,1 с сошниками культиваторного типа	Без обработки, прямой посев сеялкой СКП-2,1 с сошниками культиваторного типа

* Перед посевом культиватором КПС – 4 в агрегате с боронами.

Результаты исследований и обсуждение

Анализируемый период исследований характеризовался неравномерным накоплением и расходом почвенной влаги. По черному пару отмечается значительное преимущество отвальной обработки по весенним влагозапасам метрового слоя почвы (132 мм против 117–118 мм на вариантах минимальной и нулевой систем обработки) (табл. 2).

К наступлению фазы колошения, когда растения расходуют максимальное количество влаги на формирование урожая, на отвальной обработке из-за повышенной аэрации верхнего слоя почвы ее запасы снизились на 51,7%, на нулевой – на 31,0% и на минимальной мульчирующей количество влаги уменьшилось на 44,3%. Нулевые и мульчирующие ресурсосберегающие приемы обработки почвы имели преимущество по экономии влаги по сравнению с отвальными и в посевах второй пшеницы после пара. В фазу колошения расход влаги составил соответственно 31,8 и 30,5% против 45,0%. На этих вариантах в посевах первой и второй пшеницы снижалось суммарное водопотребление и расход влаги на единицу продукции. Такие закономерности согласуются с рядом исследований на черноземных почвах Зауралья и Западной Сибири [2, 3].

Следовательно, традиционная глубокая отвальная обработка способствовала как более полному усвоению зимних и летних осадков, так и увеличению их потерь в период вегетации растений.

В условиях дефицита влаги важно было установить степень обеспеченности растений основными элементами питания. На фоне

среднего содержания подвижного фосфора в пахотном слое почвы (56–62 мг/кг по Чирикову) паровые поля, независимо от способов их подготовки, достаточно хорошо были обеспечены нитратным азотом. В слое 0–40 см черного пара весной содержалось в среднем до 120 кг/га N–NO₃, химического и комбинированного – соответственно 65,0 и 68,0 кг/га. В посевах второй пшеницы количество нитратов в слое 0–40 см снижалось до 22,0–23,6 кг/га на вариантах с механическими приемами обработки и до 15,4–15,9 кг/га – с нулевыми, что обусловило необходимость применения азотных удобрений. Для ликвидации дефицита азота в бесплужных вариантах опыта под вторую пшеницу вносили 60 кг д. в. аммиачной селитры. Эффективность азотных удобрений в условиях нестабильного увлажнения оказалась высокой. В среднем по севообороту прибавка урожая на вариантах отвальной обработки составила 1,7–2,0 ц/га, минимальной и нулевой – от 1,2 до 1,7 ц/га.

Повсеместный переход отрасли земледелия Зауралья на мелкие бесплужные приемы обработки и прямой посев вызывает справедливые опасения земледельцев, связанные с вероятностью уплотнения почвы и ухудшением ее структурного состояния.

В нашем опыте на делянках с минимальными мульчирующими и нулевыми системами обработки за период исследований заметного уплотнения почвы и его отрицательного влияния на водный, питательный режимы и урожайность пшеницы не установлено. В процессе наблюдений почва пахотного слоя уплотнялась и разуплотнялась в зависимости от степени увлажнения. По истечении шести лет плотность

Таблица 2 – Содержание продуктивной влаги весной, расход в период всходы – колошение и водопотребление пшеницы, 2010–2015 гг.

Вариант технологий	Содержание и расход влаги				Водопотребление за период вегетации		
	всходы, мм	колошение, мм	расход влаги за период всходы – кошение		суммарное, мм	урожайность, ц/га	коэффициент, мм/ц
			мм	%			
Пшеница по пару без удобрений							
1	132	63,8	68,2	51,7	211	17,7	12,0
3	118	81,4	36,6	31,0	185	16,6	11,3
4	117	65,2	51,8	44,3	201	17,5	11,5
5	118	62,8	55,2	46,8	202	18,0	11,2
Вторая пшеница после пара на фоне N ₆₀							
1	115	57,8	47,2	45,0	196	16,9	11,6
3	112	76,4	35,6	31,8	167	15,2	11,0
4	92,3	53,0	39,3	42,6	170	15,5	11,0
5	103	71,6	31,4	30,5	168	14,8	11,4



0–30 см слоя в паровых полях весной и после уборки урожая находилась в следующих пределах: черный 1,20–1,24; сидеральный 1,21–1,17; химический 1,25–1,16; комбинированный 1,20–1,23 г/см³. Показатели плотности, не превышающие оптимальные значения, отмечены и в аналогичных вариантах третьего поля севооборота (вторая пшеница).

Исследованиями В.Г. Холмова, Л.В. Юшкевича (2010) на выщелоченных Западно-Сибирских черноземах, как и в наших исследованиях, доказано отсутствие четкой сопряженности между показателем плотности и урожайности зерновых культур [4].

В системе бесплужного земледелия более серьезную опасность для культурных растений в борьбе за влагу и питательные вещества представляют сорные сообщества. В посевах первой пшеницы по пару на контрольных вариантах (без средств защиты) за период исследований засоренность не превышала средней степени, независимо от способов подготовки паровых полей (табл. 3).

В третьем поле севооборота (вторая пшеница) усиление засоренности без удобрений наблюдалось на отвальной обработке после сидерального пара и нулевой – после химического и комбинированного. Азотные удобрения способствовали увеличению засоренности посевов второй пшеницы до сильной степени, за исключением варианта с черным паром, где отвальная обработка оказывала положительное последствие на снижение засоренности.

В изучаемой схеме защиты растений от сорняков каждый срок обработки гербицидами выполнял определенную функцию. Глифосат (2,5 л/га), применяемый в ранневесенний период, уничтожал в основном зимующие виды сорняков, такие как ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), мелколестник канадский (*Erigeron canadensis*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*) и другие. Этот прием защиты позволял снижать засоренность посевов пшеницы по па-

ровым предшественникам в среднем на 7,3%, по зерновым – на 23,4–25,5%.

Баковая смесь в составе гербицидов эламет (0,5 л/га), аксиал (0,6 л/га) и антидота гумимакс (0,5 л/га), применяемая в фазу кушения, позволяет контролировать все виды сорняков ниже порога вредности: по паровым предшественникам на уровне 5,2–8,8%, в посевах второй пшеницы без удобрений 1,5–10,4%, на фоне удобрений (N₆₀) 5,6–10,7%. Аналогичные уровни эффективности средств защиты в ресурсосберегающих технологиях приводят ученые Западной Сибири [5, 6].

Наряду с высокой эффективностью и меньшими затратами данный способ защиты имеет свой недостаток. Противозлаковые препараты, применяемые в баковых смесях в период кушения – выход в трубку, зачастую оказываются малоэффективными против поздних мятликовых однолетних видов сорняков, таких как просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), просо сорное (*Panicum miliaceum*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), сизый (*glausa*) и других, что вызывает необходимость раздельного применения гербицидов, особенно в годы с засухой в первой половине вегетационного периода и осадками во второй.

Применяемые в опыте технологические приемы обеспечили примерно одинаковые уровни урожайности пшеницы (в пределах ошибки опыта) по паровым предшественникам и по зерновому как без удобрений, так и на фоне минерального питания (табл. 4).

Очень важно отметить, что технологии, базирующиеся на минимальных и нулевых приемах обработки, имеют преимущество по экономическим показателям в сравнении с классической (табл. 5, 6).

На фоне азотных удобрений рентабельность составила 82,0–88,0%, себестоимость – 527–543 руб./ц против 77,5% и 559 руб./ц; без удобрений – соответственно 71,8–78,5% и 549–576 руб./ц против 64,2% и 603 руб./ц (табл. 5, 6).

Таблица 3 – Засоренность пшеницы по предшественникам в зависимости от сроков применения гербицидов, % от общей биомассы, 2010 – 2015 гг.

Предшественник	Срок применения гербицидов			
	без гербицида	глифосат перед посевом	баковая смесь по вегетации	перед посевом + по вегетации
Пар	16,6	12,5	7,3	6,1
Пшеница после пара без удобрений	20,1	15,4	8,0	5,9
Пшеница после пара на фоне N ₆₀	23,2	17,3	7,5	7,9

Таблица 4 – Урожайность пшеницы в зависимости от технологии возделывания, 2010–2015 гг.

Вариант	Технология возделывания		Урожайность, ц/га				
	Вид пара, система обработки почвы под вторую пшеницу	Технология посева	Первая пшеница по пару	Вторая пшеница		В среднем	
				без удобрений	на фоне N ₆₀	без удобрений	на фоне N ₆₀
1	Черный, отвальная	После предпосевной обработки, дисковой сеялкой СЗ-5,4	17,7	13,5	16,9	15,6	17,3
2	Сидеральный, отвальная	После предпосевной обработки дисковой сеялкой СЗ-5,4	16,6	12,7	16,7	14,7	16,7
3	Химический, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с анкерными сошниками	16,3	12,5	15,2	14,4	15,8
4	Комбинированный, минимальная	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	17,5	12,0	15,5	14,8	16,5
5	Комбинированный, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	18,0	12,4	14,8	15,2	16,2
		НСР ₀₅	2,0	1,5	2,0	1,5	1,5

Таблица 5 – Экономика производства зерна яровой пшеницы в трехпольном зернопаровом севообороте на фоне удобрений, 2010–2015 гг.

Вариант	Вид пара, система обработки почвы под вторую пшеницу	Технология посева, посевной агрегат	Урожайность, ц/га	Выход зерна с га пашни, ц	Всего затрат, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Рентабельность, %
1	Черный, отвальная	Предпосевная обработка дисковой сеялкой СЗ-5,4	17,3	11,5	6434	559	77,5
2	Сидеральный, отвальная	Предпосевная обработка дисковой сеялкой СЗ-5,4	16,7	11,1	7091	639	55,4
3	Химический, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с анкерными сошниками	15,8	10,5	5675	540	83,8
4	Комбинированный, минимальная	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	16,5	11,0	5976	543	82,0
5	Комбинированный, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	16,2	10,8	5688	527	88,0

Таблица 6 – Экономика производства зерна яровой пшеницы в трехпольном зернопаровом севообороте без удобрений, 2010–2015 гг.

Вариант	Вид пара, система обработки почвы под вторую пшеницу	Технология посева, посевной агрегат	Урожайность, ц/га	Выход зерна с га пашни	Всего затрат, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Рентабельность, %
1	Черный, отвальная	Предпосевная обработка, дисковой сеялкой СЗ-5,4	15,6	10,4	6269	603	64,2
2	Сидеральный, отвальная	Предпосевная обработка, дисковой сеялкой СЗ-5,4	14,7	9,8	6920	706	40,2
3	Химический, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с анкерными сошниками	14,4	9,6	5531	576	71,8
4	Комбинированный, минимальная	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	14,8	9,9	5817	588	67,9
5	Комбинированный, нулевая	Прямой посев сеялкой СКП-2,1 с культиваторными сошниками	15,2	10,1	5547	549	78,5



Расчеты показывают, что за счет минимальных и нулевых обработок потребность в рабочей силе снижается на 15–20%, затраты на ГСМ – более чем на 40%.

Выводы

1. Сложные, контрастные погодные условия в период исследований позволили объективно оценить эффективность ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы в засушливой центральной зоне Зауралья.

2. Установлено, что технологии возделывания яровой пшеницы, базирующиеся на бесплужных приемах обработки почвы, по выходу зерна с гектара севооборотной площади практически не уступают классической. Их применение в Зауралье на черноземных почвах позволяет в засушливых условиях более рационально использовать почвенную влагу и летние осадки, стабилизировать урожайность яровой пшеницы, экономить материальные и трудовые ресурсы, повышать рентабельность зернового производства.

Рекомендации

С учетом технической оснащенности хозяйств, наличия трудовых и материальных ресурсов товаропроизводители могут успешно применять рекомендуемые технологии на щелоченных черноземах центральной, южной и других зон Зауралья в короткоротационных зернопаровых севооборотах.

Список литературы

1. Повышение эффективности земледелия Зауралья в засушливых условиях / авт. колл. ФГБНУ «Курганский НИИСХ» ; отв. за вып. В. А. Телегин, А. А. Лушников. Куртамыш : ГУП «Куртамышская типография», 2013. 231 с.
2. Глухих М. А. Влага черноземов и пути ее эффективного использования. Челябинск, 2003. 360 с.
3. Кравченко Н. Л., Картавых А. А., Ржевская Н. И. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям // Вестник Красноярского ГАУ. 2014. № 5. С. 58–63.
4. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Особенности обработки почвы под яровую пшеницу на черноземах лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2010. № 2. С. 26–28.
5. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Проблемы и перспективы разработки и освоение технологии No-Till на черноземах лесостепи Западной Сибири // Достижение науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 16–19.
6. Влияние систем обработки почвы и средств интенсификации на урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов, И. А. Корчагина, О. В. Скоморощенков // Вестник Алтайского ГАУ. 2013. № 1. С. 20–23.

Гилев Сергей Дмитриевич, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Цымбаленко Иван Николаевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаб. земледелия, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Копылов Артем Николаевич, канд. с.-х. наук, зав. лаб. земледелия, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Мешкова Наталья Владимировна, младший научный сотрудник лаб. земледелия, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

* * *

ДИНАМИКА КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЗАУРАЛЬЯ**М. А. Глухих, Т. С. Калганова**

В наших исследованиях на среднесуглинистом выщелоченном черноземе южной лесостепи Зауралья при внесении в течение 35 лет удобрений в рекомендованных для зоны дозах ($N_{40}P_{20}$) актуальная кислотность не изменилась: F_{ϕ} меньше F_{05} . Отмечаются лишь небольшие изменения, связанные с обработкой почвы. В слое 0–10 см как с удобрениями, так и без них более низкая она при ежегодной вспашке на 25–27 см и плоскорезной обработке на 10–12 см, в слое 10–20 см без удобрений – при плоскорезной мелкой обработке, с удобрениями – при ежегодной вспашке и мелкой плоскорезной обработке. По пахотному горизонту в целом (0–30 см) различия между вариантами опыта невелики, почва нейтральная (рН 5,6–7,4). Не оказали заметного влияния эти удобрения и на обменную кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема: F_{ϕ} меньше F_{05} . Способы обработки почвы проявились на этом показателе в верхнем (0–10 см) и нижнем (20–30 см) слоях. На прежнем уровне сохранилась обменная кислотность слоя 0–50 см за 35 лет при внесении разных доз удобрений как органических, так и минеральных, но не выше рекомендованных доз и на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе северной лесостепи: F_{ϕ} меньше F_{05} . Изменения произошли лишь в слоях 0–10 и 20–30 в связи с продолжительностью использования почвы в пашне. Однако и в верхних слоях при довольно заметных изменениях обменной кислотности почвы по периодам определения в целом она сохраняется на одном уровне, коэффициенты детерминации низки. По слою 0–10 см его уровень 0,01–0,19, слою 20–30 см – 0,00–0,28. Не претерпела значительных изменений за 35 лет и гидролитическая кислотность слоя 0–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема северной лесостепи. Под воздействием удобрений она несколько изменилась лишь в слое 40–50 см, но коэффициенты детерминации невелики, 0,015–0,231. В целом исследования показали, что при всех изучаемых уровнях удобрённости, способах использования и способах обработки почв их кислотность пока сохраняется на благоприятном для растений уровне. Причем о динамике кислотности уверенно можно судить лишь в тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе северной лесостепи, так как только там эти анализы проводились регулярно с 1973-го по 2003 гг., на остальных почвах поделочно они проводятся впервые.

Ключевые слова: почва, плодородие, кислотно-основное состояние, рН, кислотность актуальная, потенциальная, гидролитическая, кальций, магний, водород, алюминий, тяжелые металлы, щелочная реакция, почвенный образец, химический анализ, севооборот, обработка почвы, удобрения.

Негативное влияние повышенной кислотности на растения проявляется через недостаток кальция, повышенную концентрацию токсичных для растений ионов Al^{3+} , Mn^{2+} , H^+ , изменение доступности для растений элементов питания, ухудшение физических свойств почвы, снижение ее биологической активности. В кислых почвах повышается растворимость соединений Fe, Mn, Al, B, Cu, Zn, избыток которых снижает продуктивность растений. Кислая среда ухудшает азотный режим почвы, угнетая процессы аммонификации, нитрификации, азотфиксации. В кислой и щелочной среде снижается усвояемость фосфора.

Цель исследований: выявить, что в действительности происходит с кислотно-основным состоянием почв Зауралья.

Материалы и методы исследования

Основной материал – почва многолетних стационарных опытов.

Кислотность обычно делят на актуальную (активную) и потенциальную (пассивную). Первая обусловлена наличием ионов водорода и активностью водорода (протонов) в почвенном растворе, она измеряется величиной рН водной вытяжки или водной суспензии.



Потенциальная кислотность связана в основном с наличием ионов водорода и алюминия в поглощенном состоянии в почвенном поглощающем комплексе (ППК). Она подразделяется на обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность обусловлена количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном состоянии в составе ППК, которые извлекаются из почвы раствором нейтральной соли. Для этой цели обычно используется 1н. раствор KCl (около 6,0). Обменная кислотность измеряется величиной рН солевой вытяжки (pH_{KCl}).

Гидролитическая кислотность (Нг) обусловлена количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном (частично в необменном) состоянии в ППК. Извлекаются они раствором гидролитически щелочной соли сильного основания и слабой кислоты. Используется в основном 1н. раствор ацетата натрия CH_3COONa с рН 8,2 (Н.Ф. Ганжара, 2001). Гидролитическая кислотность обычно больше обменной, так как при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли вытесняется помимо подвижных ионов и менее подвижная часть поглощенных ионов водорода. Поэтому гидролитическая кислотность может рассматриваться как суммарная кислотность почвы, состоящая из актуальной и потенциальной.

Знать ее необходимо при использовании удобрений, установлении норм извести, возможности применения фосфоритной муки (Агрохимия, 1984).

Результаты исследования

1. Динамика актуальной кислотности почв

При ежегодном внесении в течение 35 лет $N_{40}P_{20}$ на среднесуглинистом выщелоченном черноземе южной лесостепи Зауралья актуальная кислотность не изменилась: F_{ϕ} меньше F_{05} (табл. 1–2). Проявились лишь способы обработки почвы. В слое 0–10 см как с удобрениями, так и без них она более низкая при ежегодной вспашке на 25–27 см и плоскорезной обработке на 10–12 см, в слое 10–20 см без удобрений – при плоскорезной мелкой обработке, с удобрениями – при ежегодной вспашке и мелкой плоскорезной обработке, в слое 20–30 см без удобрений – на варианте с чередованием вспашки с плоскорезной обработкой на 10–12 см, с применением минеральных удобрений – при плоскорезной глубокой обработке и вспашке. По пахотному горизонту в целом различия между вариантами опыта невелики, почва нейтральная (pH 5,6–7,4).

2. Динамика обменной кислотности почв

По исследованиям Челябинского НИИСХ обменная и активная кислотность в пашне области на черноземе южном карбонатном, лугово-черноземных почвах и солонцах ниже, чем на целине (Ю.Д. Кушниренко, 1999). На выщелоченных черноземах различий в обменной кислотности на пашне и целине нет (В.Н. Брагин, Х.С. Юмашев, Г.Ф. Мухаметова, 2005). О снижении pH_{KCl} при длительном использовании почвы в пашне пишут С.В. Мухина (2006), Ю.В. Суркова (2008), О.В. Албул (2008).

Таблица 1 – Актуальная кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в зависимости от способа его обработки и уровня удобрения в 2003 году (Д.Р. Ражева)

Обработка почвы	0–10 см		10–20 см		20–30 см	
	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$
Чередование вспашки с плоскорезной на 10–12 см	6,48	6,43	6,60	6,61	6,78	6,65
Плоскорезная на 10–12 см	6,67	6,69	6,72	6,77	6,57	6,55
Плоскорезная на 25–27 см	6,54	6,60	6,56	6,60	6,58	6,72
Вспашка на 25–27 см	6,71	6,75	6,60	6,80	6,61	6,74

Таблица 2 – Результаты статистической обработки актуальной кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема в зависимости от способа его обработки и уровня удобрения в 2003 году

Фактор	Слой почвы								
	0–10 см			10–20 см			20–30 см		
	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}
Удобрения	0,35	4,60	0,06	2,29	4,60	0,08	1,02	4,60	0,06
Обработка	17,48	3,34	0,09	5,99	3,34	0,011	5,67	3,34	0,09

Подкисление почвы удобрениями фиксируют Л.П. Шаталина, А.Г. Медведев (2005). Однако на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева удобрения, используемые в невысоких для этой зоны дозах, на обменную кислотность за 35 лет влияния не оказали, F_{ϕ} меньше F_{05} (табл. 3, 4). Изменения произошли лишь в слоях 0–10 и 20–30 в связи с продолжительностью использования почвы в пашне.

Однако и в верхних слоях при довольно заметных изменениях обменной кислотности почвы по периодам определения в целом она сохраняется на одном уровне, коэффициенты детерминации низки (табл. 5, 6).

Обменная кислотность слоя 0–30 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозе-

ма Шадринского опытного поля за 28 лет за счет внесения удобрений тоже не изменилась: F_{ϕ} меньше F_{05} (табл. 7). Нейтральной (5,6–7,4) почва без внесения удобрений оказалась лишь в плодосменном севообороте с однолетними травами, на фоне фосфорных удобрений здесь же и под бессменной пшеницей. Во всех остальных вариантах опыта почва слабокислая (рН 5,1–5,5).

В слое 30–50 см обменная кислотность этой почвы выше, чем слое 0–30 см. Без удобрений почва в плодосменном севообороте с горохом и под бессменной кукурузой слабокислая, во всех других вариантах – нейтральная, на фосфорном фоне и при внесении $N_{40}P_{30}$ – слабокислая лишь под бессменной кукурузой (табл. 8). На фоне $N_{80}P_{30}$ реакция почвенного

Таблица 3 – Динамика обменной кислотности слоя 0–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобрённости

Удобрённость	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.
0	6,59	6,07	6,88	6,50	6,49	6,28
$P_{31}K_{22}$	6,42	6,02	6,51	6,33	6,41	6,16
$N_{31}K_{22}$	6,40	5,89	6,53	6,28	6,52	6,17
$N_{31}P_{31}K_{22}$	6,34	6,31	6,27	6,54	6,57	6,27
$N_{71}P_{31}K_{22}$	6,38	6,01	6,37	6,52	6,29	6,46
Навоз 8 т.	6,40	5,94	6,49	6,89	6,30	6,48
$N_{31}P_{22}K_{15}$ + навоз 4 т	6,60	6,51	6,25	6,39	6,28	6,27

Таблица 4 – Результаты статистической обработки динамики обменной кислотности слоя 0–50 см почвы опытной станции при разных уровнях удобрённости

	Слой почвы, см									
	0–10		10–20		20–30		30–40		40–50	
	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}
Удобрения	1,76	2,45	0,40	2,45	0,15	2,45	0,60	2,45	0,99	2,45
Годы	4,74	3,42	1,39	3,42	6,41	3,42	2,05	3,42	0,57	3,42

Таблица 5 – Динамика обменной кислотности слоя 0–10 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобрённости

Удобрённость	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.	Коэффициент детерминации
0	6,20	5,96	6,46	6,78	5,92	6,41	0,04
$P_{31}K_{22}$	6,30	5,85	6,41	6,08	6,22	6,04	0,02
$N_{31}K_{22}$	5,84	5,90	6,53	6,38	6,12	5,85	0,01
$N_{31}P_{31}K_{22}$	5,68	6,12	5,94	6,18	6,14	5,82	0,07
$N_{71}P_{31}K_{22}$	5,70	6,20	5,71	6,20	5,55	6,18	0,03
Навоз 8 т.	6,13	5,90	6,51	6,54	6,05	6,48	0,19
$N_{31}P_{22}K_{15}$ + навоз 4 т	5,96	6,32	5,65	6,32	5,85	5,70	0,14



раствора нейтральная в зернопаровом и плодосменном с однолетними травами, на фоне $N_{120}P_{30}$ – в зернопаровом севообороте и под бес-
сменными культурами.

Вариабельность кислотности подпахотного слоя почвы меньше, чем пахотного, в связи с этим, может быть, заметнее влияние на нее удобрений: F_{ϕ} здесь больше F_{05} .

При закладке этого опыта в 1967 году по-
деляночный анализ почвы не проводился, опи-

сание осуществлялось по четырем разрезам, реакция почвенного раствора слоя 0–23 см в них была нейтральной рН_{сол} 6,4–6,9, слоя 23–30 см – рН 6,4–7,3, слоя 30–40 см – рН 6,6–7,0. Напрашивается вывод, почва, причем независимо от фона
удобренности и использования (севооборот, бес-
сменность культур), стала кислее.

Не проводился поделаночный анализ при закладке опыта и среднесуглинистого вы-
щелоченного чернозема южной лесостепи.

Таблица 6 – Динамика обменной кислотности слоя 20–30 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобрённости

Удобрённость	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.	Коэффициент детерминации
0	6,15	5,96	7,05	6,55	6,38	6,00	0,00
$P_{31}K_{22}$	6,39	6,14	6,85	6,51	6,36	6,06	0,06
$N_{31}K_{22}$	6,50	5,88	6,57	6,03	6,48	6,25	0,00
$N_{31}P_{31}K_{22}$	6,38	6,45	6,32	6,58	6,37	5,96	0,28
$N_{71}P_{31}K_{22}$	6,44	5,92	6,46	6,83	6,28	6,11	0,00
Навоз 8 т.	6,63	6,03	6,28	6,94	6,16	6,41	0,00
$N_{31}P_{22}K_{15}$ + навоз 4 т	6,90	6,32	6,02	6,67	6,30	6,14	0,27

Таблица 7 – Обменная кислотность слоя 0–30 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринского опытного поля в зависимости от ее использования и фона удобрённости (В. И. Овсянников)

Севооборот, культура	0	P_{30}	$N_{40}P_{30}$	$N_{80}P_{30}$	$N_{120}P_{30}$
Зернопаровой	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3
Зернопаротравяной	5,4	5,4	5,4	5,4	5,2
Плодосменный с горохом	5,5	5,5	5,4	5,4	5,3
Плодосменный с одн. травами	5,6	5,6	5,4	5,4	5,3
Бессменная кукуруза	5,4	5,4	5,4	5,2	5,2
Бессменная пшеница	5,5	5,6	5,5	5,4	5,4

По фактору А (севообороты) $F_{\phi} = 3,57$, $F_{05} = 2,7$, НСР₀₅ = 0,13;
по фактору В (удобрения) $F_{\phi} = 0,16$, $F_{05} = 1,89$.

Таблица 8 – Обменная кислотность слоя 30–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринского опытного поля в зависимости от ее использования в пашне и фона удобрённости (В. И. Овсянников)

Севооборот, культура	0	P_{30}	$N_{40}P_{30}$	$N_{80}P_{30}$	$N_{120}P_{30}$
Зернопаровой	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Зернопаротравяной	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5
Плодосменный с горохом	5,5	5,6	5,6	5,5	5,5
Плодосменный с одн. травами	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5
Бессменная кукуруза	5,5	5,4	5,5	5,5	5,6
Бессменная пшеница	5,6	5,7	5,6	5,5	5,6

По фактору А (севообороты) $F_{\phi} = 4,78$, $F_{05} = 2,7$, НСР₀₅ = 0,04;
по фактору В (удобрения) $F_{\phi} = 5,96$, $F_{05} = 1,89$, НСР₀₅ = 0,08.

Механический состав описан глубиной до 400 см, химический состав – до 150 см по одному почвенному разрезу, $pH_{КС1}$ слоя 0–11 см оценивался тогда 6,40, слоя 11–23 см – 6,58, слоя 23–31 см – 6,98. Через 35 лет после закладки опыта $pH_{КС1}$ оказалось ниже этого уровня, кислотность увеличилась (табл. 9, 10). Причем удобрения, внесенные за это время в рекомендованных для зоны дозах, заметного влияния на обменную кислотность не оказали: F_{ϕ} меньше F_{05} . Способы обработки почвы проявились на этом показателе в верхнем (0–10 см) и нижнем (20–30 см) слоях.

В слое 0–10 см без внесения удобрений кислотность ниже лишь на варианте с плоскорезной обработкой на 10–12 см, с удобрениями – с вспашкой и ее чередованием с плоскорезной мелкой обработкой. В слое 20–30 см

без удобрений она несколько ниже при чередовании вспашки с плоскорезной обработкой, на удобренном фоне при всех обработках практически одинаковая. По пахотному горизонту в целом реакция почвенного раствора среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи нейтральная.

3. Динамика гидролитической кислотности почв

Не претерпела значительных изменений за 35 лет и гидролитическая кислотность слоя 0–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т. С. Мальцева (табл. 11, 12).

В наибольших пределах по периодам определения она изменялась в слое 30–40 см, сохраняясь примерно на одном уровне (табл. 13).

Таблица 9 – Обменная кислотность слоя 0–30 см среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в зависимости от способа его обработки и уровня удобренности в 2003 году (Д. Р. Ражева)

Обработка почвы	0–10 см		10–20 см		20–30 см	
	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$
Чередование вспашки с плоскорезной на 10–12 см	5,74	6,27	5,88	5,65	6,14	5,99
Плоскорезная на 10–12 см	6,03	5,57	5,94	5,75	5,79	5,85
Плоскорезная на 25–27 см	5,68	5,66	5,89	5,84	5,88	5,82
Вспашка на 25–27 см	5,69	6,01	5,69	6,03	5,77	5,97

Таблица 10 – Результаты статистической обработки обменной кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в связи со способами его обработки и уровнем удобренности в 2003 году

Фактор	Слой почвы								
	0–10 см			10–20 см			20–30 см		
	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}
Удобрения	2,90	4,60	0,1	0,1	4,60	0,2	0,00	4,60	0,1
Обработка	8,90	3,34	0,1	0,3	3,34	0,3	4,20	3,34	0,2

Таблица 11 – Динамика гидролитической кислотности слоя 0–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т. С. Мальцева при разных уровнях удобренности, мг-экв/100 г

Удобренность	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.
0	2,06	2,12	2,22	1,94	1,94	2,65
$P_{31}K_{22}$	2,45	2,49	1,72	2,41	2,64	3,40
$N_{31}K_{22}$	2,37	2,78	2,06	2,42	2,32	3,04
$N_{31}P_{31}K_{22}$	2,50	2,01	2,81	1,79	1,92	2,92
$N_{71}P_{31}K_{22}$	2,60	2,33	2,36	1,99	3,00	2,61
Навоз 8 т	1,82	2,40	2,06	1,65	2,37	2,11
$N_{31}P_{22}K_{15}$ +навоз 4 т	1,77	1,92	2,97	1,94	2,41	2,01



Увеличилась гидролитическая кислотность почвы этого слоя на вариантах без удобрений и при внесении $P_{31}K_{22}$, $N_{71}P_{31}K_{22}$, снизилась при внесении $N_{31}P_{31}K_{22}$, но коэффициенты детерминации невелики.

Под воздействием удобрений больше всего гидролитическая кислотность почвы изменяется в слое 40–50 см, практически сохраняясь на одном уровне (табл. 14).

Тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем Шадринского опытного поля заметно отличается от тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции не

только более высокой обменной, но и гидролитической кислотностью (табл. 15).

Причем влияния удобрений на гидролитическую кислотность слоя почвы 0–30 см здесь тоже нет: F_{ϕ} меньше F_{05} . Устойчиво ниже всего она при всех фонах удобренности в почве под бессменной пшеницей, выше – в зернопаротравяном севообороте, а при внесении азотно-фосфорных удобрений и под бессменной кукурузой. Ниже по сравнению с другими вариантами опыта гидролитическая кислотность почвы и в плодосменном севообороте с однолетними травами на фонах $N_{40}P_{30}$, $N_{120}P_{30}$ и без удобрений,

Таблица 12 – Результаты статистической обработки динамики гидролитической кислотности слоя 0–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобренности

	Слой почвы, см									
	0–10		10–20		20–30		30–40		40–50	
	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	F_{ϕ}	F_{05}
Удобрения	2,57	2,60	0,58	2,60	0,41	2,60	2,21	2,60	3,26	2,60
Годы	3,34	3,49	1,41	3,49	2,25	3,49	3,70	3,49	0,94	3,49

Таблица 13 – Динамика гидролитической кислотности слоя 30–40 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобренности, мг-экв/100 г

Удобренность	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.	Коэффициент детерминации
0	1,18	1,43	1,53	2,00	1,27	2,57	0,49
$P_{31}K_{22}$	1,44	1,76	0,83	2,21	2,05	2,49	0,45
$N_{31}K_{22}$	1,12	2,23	1,43	1,96	1,69	2,16	0,26
$N_{31}P_{31}K_{22}$	1,98	1,88	1,84	1,23	1,57	1,55	0,50
$N_{71}P_{31}K_{22}$	1,28	1,23	1,05	1,90	1,94	1,84	0,61
Навоз 8 т.	1,40	1,96	1,01	1,36	1,96	2,31	0,29
$N_{31}P_{22}K_{15}$ + навоз 4 т	0,95	0,83	1,08	1,53	1,49	0,74	0,05

Таблица 14 – Динамика гидролитической кислотности слоя 40–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринской опытной станции им. Т.С. Мальцева при разных уровнях удобренности, мг-экв/100 г

Удобренность	1973 г.	1976 г.	1983 г.	1991 г.	2001 г.	2003 г.	Коэффициент детерминации
0	0,96	0,98	1,36	1,19	0,63	0,92	0,092
$P_{31}K_{22}$	1,47	1,74	0,64	1,78	1,67	1,84	0,108
$N_{31}K_{22}$	1,19	1,98	1,74	1,53	0,75	1,17	0,231
$N_{31}P_{31}K_{22}$	0,68	1,15	1,13	0,82	0,37	1,39	0,016
$N_{71}P_{31}K_{22}$	0,84	0,55	1,23	1,43	1,07	0,72	0,035
Навоз 8 т.	0,64	1,22	0,67	0,81	1,55	0,65	0,027
$N_{31}P_{22}K_{15}$ + навоз 4 т	0,77	0,81	0,97	1,43	0,82	0,79	0,015

в зернопаровом севообороте – при внесении $N_{40}P_{30}$ и $N_{80}P_{30}$.

В слое 30–50 см этой почвы она ниже, чем в 0–30 см (табл. 16). При возделывании пшеницы бесменно на удобренных вариантах гидролитическая кислотность почвы ниже, чем без удобрений, в зернопаротравяном севообороте при внесении $N_{120}P_{30}$ – выше.

Противоречивы сведения и по влиянию севооборотов на это свойство почвы слоя 30–50 см. Под бесменной пшеницей, например, без удобрений гидролитическая кислотность выше, чем на всех других вариантах, а на удобренных фонах за исключением $N_{80}P_{30}$ – самая низкая.

Гидролитическая кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи статистически разная в связи с фоновым уровнем в слоях 0–10 и 20–30 см, приемами обработки почвы – во всех трех слоях (табл. 17, 18). При внесении удобрений в слое 0–10 см она выше, чем без них при обеих плоскорезных обработках, в слое 20–30 см – при плоскорезной мелкой.

При вспашке заметно выше гидролитическая кислотность во всех слоях пахотного горизонта без применения минеральных удобрений, при плоскорезной мелкой обработке – на удобренном фоне. Кроме того, в слое 20–30 см она высокая при отвальной обработке и при внесении удобрений.

Что касается литературных источников, то их результаты противоречивы. Об увеличении гидролитической кислотности почвы при длительном ее использовании в пашне сообщают Б.С. Носко и др. (2008), О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Л.В. Тамбовцева (2009) и др.

Снижать гидролитическую кислотность за счет совместного внесения минеральных и органических удобрений рекомендует С.О. Кенжегулова (2008). Однако в опытах В.Т. Мальцева (2000) как при внесении одних азотных удобрений, так и в сочетании с фосфором и калием достоверных изменений гидролитической кислотности не произошло.

В целом исследования в Зауралье показали, что при всех изучаемых уровнях удобрений, способах использования и способах об-

Таблица 15 – Гидролитическая кислотность слоя 0–30 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринского опытного поля в зависимости от ее использования в пашне и фона удобрений, мг-экв/100 г (В.И. Овсянников)

Севооборот, культура	0	P_{30}	$N_{40}P_{30}$	$N_{80}P_{30}$	$N_{120}P_{30}$
Зернопаровой	3,4	3,2	3,1	3,3	4,1
Зернопаротравяной	3,6	3,5	3,4	4,0	4,4
Плодосменный с горохом	3,3	3,3	3,5	3,5	4,0
Плодосменный с однолетними травами	2,9	3,2	3,1	3,8	3,7
Бесменная кукуруза	3,4	3,1	3,8	3,9	4,3
Бесменная пшеница	2,6	2,7	3,1	3,6	3,8

По фактору А (севообороты) $F_{\phi} = 3,47$, $F_{05} = 2,7$, $HCP_{05} = 0,25$;
по фактору В (удобрения) $F_{\phi} = 1,21$, $F_{05} = 1,89$.

Таблица 16 – Гидролитическая кислотность слоя 30–50 см тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема Шадринского опытного поля в зависимости от ее использования в пашне и фона удобрений, мг-экв/100 г (В.И. Овсянников)

Севооборот, культура	0	P_{30}	$N_{40}P_{30}$	$N_{80}P_{30}$	$N_{120}P_{30}$
Зернопаровой	2,3	2,2	2,1	2,2	2,4
Зернопаротравяной	2,5	2,3	2,2	2,3	2,9
Плодосменный с горохом	2,2	2,1	2,1	2,4	2,3
Плодосм. с одн. травами	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2
Бесменная кукуруза	2,4	2,4	2,1	2,4	2,2
Бесменная пшеница	2,7	1,8	2,0	2,3	2,0

По фактору А (севообороты) $F_{\phi} = 3,64$, $F_{05} = 2,7$, $HCP_{05} = 0,18$;
по фактору В (удобрения) $F_{\phi} = 2,03$, $F_{05} = 1,89$, $HCP_{05} = 0,30$.



работки почв их кислотность пока сохраняется на благоприятном для растений уровне. Причем уверенно можно судить лишь о ее динамике в тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе Шадринской опытной станции им. Т. С. Мальцева, так как только там эти анализы проводились в течение 20–35 лет, на остальных почвах поделаноночно они осуществляются впервые.

За 35 лет обменная кислотность почвы опытной станции без применения удобрений с 6,6 повысилась до 6,3, при внесении $P_{31}K_{22}$ и $N_{31}K_{22}$ – с 6,4 до 6,2, а при внесении минеральных удобрений в комплексе (НРК) сохранилась на прежнем уровне. Примерно то же произошло и с ее гидролитической кислотностью. Без внесения удобрений в 1973 г. она равнялась 2,06, в 2003 г. – 2,65, при внесении $P_{31}K_{22}$ соответственно 2,45 и 3,40, на фоне $N_{31}K_{22}$ – 2,37 и 3,04, а при внесении НРК и внесении 8 т навоза сохранилась на прежнем уровне.

Обменная кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в среднем по полю при закладке опыта составляла 6,4, через 35 лет без применения удобрений – 5,7–5,9, на фоне $N_{40}P_{20}$ – 5,7–6,0, нейтральная. Гидролитическая кислотность этой почвы слоя 0–30 см при ежегодной вспашке 4,03, при всех остальных изучаемых способах основной обработки – 3,05–3,18. При чередовании вспашки с мелкой плоскорезной обработкой без внесения удобрений она равна 3,16, с удобрениями – 3,20. При ежегодной вспашке на фоне $N_{40}P_{20}$ гидро-

литическая кислотность составляет 3,76, при глубокой плоскорезной обработке – 3,47, мелкой – 4,60. Однако основной причины этих различий установить сейчас невозможно, они могли быть и при закладке опыта.

Сравнение почв Южного Зауралья (черноземы выщелоченные, обыкновенные, обыкновенные карбонатные и лугово-черноземные почвы) целины и пашни показало, что разница между ними есть лишь в актуальной кислотности слоя 20–40 см обыкновенного карбонатного чернозема и гидролитической кислотности – чернозема обыкновенного. На целине рН водное составляет 7,45, в пашне – 7,81 при $HCP_{05} = 0,35$, гидролитическая кислотность целинной почвы – 2,71, пашни – 2,98 при $HCP_{05} = 0,24$ (А. Н. Покатилова, 2008).

Список литературы

1. Ковшик И. Г., Наумченко Е. Т., Науменко А. В. Длительное удобрение лугово-черноземовидной почвы и урожайность сои // Земледелие. 2011. № 1. С. 19–20.
2. Кашеева Д. М. Роль длительного применения факторов интенсификации в воспроизводстве органического вещества дерново-подзолистой почвы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2012.
3. Иншакова С. Н. Эффективность использования фитомелиоративного потенциала сельскохозяйственных культур в условиях Приморского края : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Уссурийск, 2014.

Таблица 17 – Гидролитическая кислотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в зависимости от способа его обработки и уровня удобренности в 2003 году, мг-экв/100 г почвы (Д. Р. Ражева)

Виды обработок	0–10 см		10–20 см		20–30 см	
	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$	0	$N_{40}P_{20}$
Чередование вспашки с плоскорезной на 10–12 см	3,50	3,25	3,13	3,25	2,85	3,13
Плоскорезная на 10–12 см	3,00	4,71	3,33	4,54	2,83	4,71
Плоскорезная на 25–27 см	3,21	3,59	3,52	3,82	2,82	3,00
Вспашка на 25–27 см	4,01	4,01	4,17	3,29	3,90	3,99

Таблица 18 – Результаты статистической обработки гидролитической кислотности среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в зависимости от способа его обработки и уровня удобренности в 2003 году

Фактор	Слои почвы								
	0–10 см			10–20 см			20–30 см		
	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}	F_{ϕ}	F_{05}	HCP_{05}
Удобрения	8,4	4,6	0,3	0,1	4,6	0,6	21,7	4,6	0,3
Обработка	4,0	3,3	0,5	4,2	3,3	0,9	24,3	3,3	0,4

4. Ганжара Н. Ф. Почвоведение. М. : Агроконсалт, 2001. 392 с.
5. Агрохимия / под ред. П. М. Смирнова, Э. А. Муравина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1984. 304 с.
6. Кушниренко Ю. Д. К вопросу о трансформации физико-химических свойств почв Южного Урала // Производство зерна и кормов в агроландшафтном земледелии: агрохимические и экологические аспекты : сб. науч. трудов. Миасс : Геотур, 1999. С. 59–80.
7. Брагин В. Н., Юмашев Х. С., Мухаметова Г. Ф. Агроэкологическое состояние зональных почв по программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации в новых условиях производства : матер. науч.-практ. конф. (28–29 июля 2004 г.). Челябинск, 2005. С. 211–216.
8. Мухина С. В. Агрохимические и экологические аспекты применения удобрений на черноземах Юго-Востока ЦЧЗ : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Воронеж, 2006. 41 с.
9. Суркова Ю. В. Продуктивность севооборотов при разном уровне насыщения азотными удобрениями в южной лесостепи Зауралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курган, 2008. 19 с.
10. Албул О. В. Динамика почвенного плодородия и качественной оценки черноземов пахотных угодий высокого Алтайского Приобья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2008. 19 с.
11. Шаталина Л. П., Медведев А. Г. Севообороты в лесостепи Южного Зауралья // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. трудов / под ред. В. А. Липа. Челябинск, 2005. Вып. 5. С. 120–124.
12. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на фосфатный фонд чернозема типичного легкосуглинистого / Б. С. Носко, А. И. Шевченко, В. И. Бабынин, Л. Н. Бурлакова // Агрохимия. 2008. № 9. С. 23–28.
13. Минакова О. А., Александрова Л. В., Тамбовцева Л. В. Влияние 70-летнего применения удобрений на плодородие чернозема выщелоченного лесостепи ЦЧР и урожайность культур зерно-свекловичного севооборота // Агрохимия. 2009. № 4. С. 31–37.
14. Кенжегулова С. О. Изменение свойств различных типов почв Западной Сибири под влиянием длительного сельскохозяйственного использования : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2008. 17 с.
15. Мальцев В. Т. Условия азотного питания полевых культур и применение азотных удобрений на почвах Приангарья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск, 2000. 33 с.
16. Покатилова А. Н. Кислотно-основная буферность черноземных почв Южного Зауралья и ее изменение при антропогенном воздействии : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2008. 18 с.

Глухих Мин Афонасьевич, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: gluhih.min@yandex.ru.

Калганова Татьяна Сергеевна, зав. лабораторией, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: pochta@insagro.ru.

* * *

«Для засушливых районов страны
важнейшей бобовой культурой является ... ячмень»
(из выступления академика А.И. Бараева)

НУДУМ 95 – ВЫСОКОБЕЛКОВЫЙ СОРТ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ

А. А. Грязнов

Объектом исследований служил сорт голозерного ячменя Нудум 95 селекции Института агроэкологии. Ботаническая характеристика сорта: разновидность нудум (*var. nudum L.*) – колос двурядный, остистый, ости зазубрены, зерно желтое, свободное от цветковых пленок. Сорт изучали в различных почвенно-климатических зонах Челябинской области: на сортоучастках – Еманжелинском (центральная лесостепь) и Варненском (умеренно-засушливая степь) по методике Государственного сортоиспытания и в системе мелкоделючных опытов Института агроэкологии (северная лесостепь). Содержание сырого протеина определяли в ФГУ Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский». Голозерный сорт сравнивали с сортом ячменя пленчатого Челябинский 99 (стандарт). Главной особенностью голозерного сорта Нудум 95 по сравнению со стандартом является уникальное качество его зерна – повышенное содержание протеина 18,5–24,6% против 10,9–14,3%, аминокислот – 9,58 против 8,08%, макроэлементов – 7,99 против 7,05 г/кг, биогенных микроэлементов – 112,86 против 84,48 мг/кг. Установлено, что технология получения высококачественного зерна сорта Нудум 95 во многом приближена к интенсивной технологии – предшественники, основная обработка почвы, азотно-фосфорные удобрения, сроки, нормы высева и глубина заделки семян в почву. Представлены приемы получения высококачественного семенного материала путем защиты вегетирующих растений от болезней, вредителей и сорняков, а также щадящего режима обмолота колосьев и высева семян из высевальных аппаратов сеялок. Разработанная технология возделывания сорта Нудум 95 позволяет получать урожаи зерна по зонам Челябинской области на уровне 3,5–3,8 т/га.

Ключевые слова: ячмень голозерный, сырой протеин, аминокислоты, макроэлементы, микроэлементы, семена, технология возделывания.

Известно, что пленчатые ячмени заметно более продуктивны, чем голозерные. При этом мало кто обращает внимание на другую сторону вопроса – в общей массе собранного урожая пленчатого ячменя не менее 12–14% приходится на цветковые чешуи, плотно сросшиеся с зерновками. Цветковые чешуи – это та же солома. Если урожайность пленчатого сорта составляет 20,0 ц/га, то истинная урожайность зерна за минусом массы цветковых пленок всего лишь 17,6–17,2 ц/га. Эта величина ближе к урожайности голозерных ячменей. Здесь стоит учесть также, что скармливание пленчатого

ячменя птице в цельном виде затруднено без его предварительного обрушивания, а голозерный ячмень устраняет этот недостаток. Главной особенностью голозерного сорта Нудум 95 является уникальное качество его зерна – повышенное содержание протеина, аминокислот и биогенных макро- и микроэлементов. Практика возделывания голозерных сортов, в том числе сорта Нудум 95, свидетельствует о необходимости разработки мер адаптации таких сортов к местным условиям, что позволит поднять их урожайность до уровня пленчатых ячменей [1].

Материал и методы

Характеристика сорта. Ботаническая характеристика сорта: разновидность нудум (*var. nudum L.*) – колос двурядный, остистый, ости зазубрены, зерно желтое, свободное от цветковых пленок. Образ жизни – растение степного типа. Сорт зернового назначения, яровой с чертами двуручки, т. е. положительно реагирует на воздействие низкими положительными температурами на ранних стадиях развития растений. Последнее – важный признак, отличающий этот сорт от обычных сортов ярового типа.

Сорт изучали в различных почвенно-климатических зонах Челябинской области: в рамках конкурсного сортоиспытания на сортоучастках – Еманжелинском (центральная лесостепь) и Варненском (умеренно-засушливая степь) по методике Государственного сортоиспытания [2] и в системе мелкоделяночных опытов Института агроэкологии (северная лесостепь). Содержание сырого протеина в образцах зерна определяли в ФГУ Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский». Голозерный сорт сравнивали с реестровым сортом ячменя пленчатого Челябинский 99.

Результаты

Природа сортов, их генетическая составляющая – это решающий фактор получения высококачественной продукции [3, 4]. При этом немаловажная роль отводится экологическим условиям вегетации растений [5, 6].

Повышенное содержание сырого протеина, аминокислот и макро-микроэлементов в зерне сорта Нудум 95 отмечено в разных зернопроизводящих зонах Челябинской области (табл. 1–3).

Слабая сторона сорта выражена тем, что, как и все голозерные ячмени, сорт Нудум 95 при выращивании по обычной технологии, принятой для пленчатых ячменей, уступает последним по урожайности. Сорт требует ранних сроков посева (конец апреля-начало мая) и существенно снижает продуктивность при поздних. Так, на Аргаяшском ГСУ в среднем за 2012–2015 гг. при посеве в конце мая урожайность снизилась по сравнению с сортом Челябинский 99 на 12,1% (15,3 против 17,4 ц/га). Если посеять позднее, то можно получить еще более впечатляющие результаты – 13,6 против 19,1 ц/га на Троицком ГСУ. На Варненском ГСУ

Таблица 1 – Содержание сырого протеина в зерне сортов ячменя, %

Географическая точка	Год	Срок сева	Челябинский 99 (пленчатый)	Нудум 95 (голозерный)	Отклонение
Северная лесостепь, Институт агроэкологии	2005	конец апреля	12,8	18,5	5,7
		конец мая	14,3	24,6	10,3
Южная лесостепь, Еманжелинский ГСУ	2006	середина мая	12,1	16,4	4,3
Умеренно-засушливая степь, Варненский ГСУ	2006	середина мая	10,9	16,8	5,9

Таблица 2 – Суммарное содержание аминокислот в зерне сортов ячменя репродукции Варненского сортоучастка, % (2008–2009 гг.)

Показатель	Челябинский 99 (пленчатый)	Нудум 95 (голозерный)
Незаменимые	3,96	4,83
Заменимые	4,12	4,75
Всего	8,08	9,58

Таблица 3 – Суммарное содержание макро- и микроэлементов в зерне сортов ячменя репродукции Варненского сортоучастка (2007–2009 гг.)

Сорт	Макроэлементы, г/кг	Микроэлементы, мг/кг
Челябинский 99	7,05	84,48
Нудум 95	7,99	112,86

Примечание: макроэлементы – калий, натрий, магний; микроэлементы – железо, медь, цинк, марганец.



в среднем за период 2010–2014 гг. голозерный сорт Нудум 95 сформировал урожай зерна 14,6 ц/га против 13,9 ц/га у стандартного сорта Челябинский 99. Причина – выполнение рекомендуемой технологии возделывания сорта, важной составляющей которой является использование более ранних сроков сева.

Технология возделывания сорта Нудум 95 в степной и лесостепной зонах Челябинской области

Требование к почвам. Малопригодны солонцовые земли и супеси. непригодны тяжелые заплывающие переувлажненные почвы. Наибольшую урожайность обеспечивают черноземные и каштановые почвы со слабокислой реакцией почвенного раствора.

Предшественники. Более предпочтительны пропашные, зернобобовые и однолетние травы, яровые и озимые зерновые культуры, размещенные по чистому пару и свободные от сорняков. Малопригоден пласт многолетних трав. При размещении по чистому пару поздние посевы из-за избытка нитратов часто полегают и урожайность резко снижается. В то же время ранний посев по пару с внесением стартовых доз удобрений в большинстве лет положительно влияет на формирование урожая.

Предпосевная обработка почвы необходима в случае, если сроки посева по какой-либо причине приходится отодвигать от самых ранних, а засоренность поля диктует проведение такой обработки. В степной зоне все обработки почвы должны быть подчинены целям влагонакопления и влагосбережения.

Применение удобрений наиболее эффективно в условиях достаточного влагообеспечения. Такое положение дел предопределяет бережное отношение к почвенной влаге в допосевной период. Известный факт – в степных районах ощущается дефицит фосфора. В виде припосевного внесения в ранние сроки эффективны следующие дозы по действующему веществу: 10–15 кг фосфора, действие этого удобрения усиливается при внесении азотных удобрений 20–30 кг азота на 1 га. При ранних сроках посева применение азотных удобрений обязательно. В любом случае, для получения зерна с высоким содержанием сырого протеина (белка) необходимо, чтобы растения этого сорта в достаточной мере были обеспечены азотным питанием.

Проведенные исследования подтвердили известное положение о пользе подкормки

азотными удобрениями растений в фазе выхода в трубку (10–12 кг/га д.в.). В годы с благоприятным режимом увлажнения эффект от этого приема выражается прибавкой урожая до 10–15% от уровня контроля [7].

Сроки сева. Выбор срока сева в значительной степени определяет экологическую ситуацию, в которой оказываются посевы ячменя, что в решающей мере отражается на продуктивности этой культуры [8, 9, 10]. Начало раннего сева определяется датой наступления физической спелости почвы, когда становится возможным проход сеялочных агрегатов (конец апреля – начало мая). Так как у сорта очень холодостойкие всходы, то в стадии от прорастания до полного кущения для него не опасны не только кратковременные заморозки, но и пребывание под снегом в течение нескольких суток. Ранние посевы отличаются достаточно плотным стеблестоем, более высокой озерненностью колоса и лучшей выживаемостью растений. Ранний посев – это спасение от раннеосеннего сентябрьского ненастья и, как следствие, получение полноценного семенного материала голозерного сорта.

Ранние посевы следует размещать по чистым полям, что должно определять исключение промежуточных обработок почвы. Посевы конца апреля-начала мая почти не повреждаются скрытостебельными вредителями, а против хлебной полосатой блошки достаточно обработать инсектицидом лишь края полей.

При раннем посеве наблюдается достоверное повышение полевой всхожести растений – 83,3% против 60,7% при позднем сроке. Одна из причин – пониженная температура почвы (5–8 °С) стимулирует биосинтез гиббереллина – фитогормона, необходимого для прорастания семян и появления всходов. Основной причиной снижения полевой всхожести при позднем сроке сева может быть более глубокая заделка семян – на 9–10 см, обусловленная иссушением верхнего слоя почвы.

Посев в позднемаяские сроки также может способствовать получению высоких урожаев при условии достаточного влагообеспечения. Этот срок благоприятен и в том отношении, что в этом случае не требуются значительных затрат на азотные удобрения за счет повышенной нитрификационной способности почвы, а зерно накапливает больше протеина.

Можно считать, что в разные годы благоприятными сроками сева могут быть то ранние (конец апреля-начало мая), то поздние (конец мая-начало июня), то рассеянные между ними

(15–20 мая). При раннем посеве возможность получения наивысшего урожая может быть несколько снижена, зато возрастает вероятность получения семян высокого качества.

Нормы высева семян голозерного сорта Нудум 95 несколько отличаются от таковых у пленчатого ячменя. Если норма высева семян пленчатого ячменя в степной зоне обычно колеблется в диапазоне 3,5–4,0 млн всхожих семян/га, то у Нудум 95 этот показатель целесообразно держать на уровне 4,5 млн всхожих семян/га как при ранних, так и при более поздних сроках сева. Пересев также опасен, так как ведет к сильному полеганию растений. В северных районах области возможно увеличение нормы высева до 5,0 млн всхожих семян/га. С другой стороны, также неприемлемо загущение, что может привести к полеганию растений.

Перед посевом крайне важно правильно отрегулировать механизмы высевающего аппарата сеялки на заданную норму высева. На эту сторону вопроса приходится обращать особое внимание в связи с тем, что Нудум 95 имеет очень крупные семена – до 62 г/1000 зерен. Высев таких семян связан с дополнительной регулировкой высевающих аппаратов сеялок.

Причиной недосева может стать удлиненная (до 1 см) форма семян. В этой связи, как правило, выход семян из высевающих аппаратов затруднен. Травмированные семена – основная причина изреженности всходов. Необходимо добиться свободного схода семян из высевающих аппаратов.

Если пренебречь вышеуказанными операциями, то требуемой густоты всходов добиться достаточно сложно, даже при высокой лабораторной всхожести семян, что и наблюдается на сортоучастках и в хозяйствах.

Глубина заделки семян в почву – это тот прием, который в значительной степени позволяет влиять на полевую всхожесть, дружность всходов и выживаемость растений, что, в конечном счете, выливается в продуктивность растений. Несмотря на значительную массу 1000 семян, глубина их заделки в почву не должна быть ниже 5–6 см. Опыты, проведенные в северной лесостепи, показали, что полевая всхожесть семян сорта Нудум 95 при разных глубинах заделки оказалась: 3 см – 70,7%; 6 см – 60,1%; 9 см – 42,4%. Показатель выживаемости растений по глубинам составил 64,1–54,3 и 45,5%. Количество продуктивных стеблей по глубинам – 432–337 и 278 шт./м², а урожайность – 3,86–3,08 и 2,27 т/га [7].

Борьба с сорняками. Возделывание ячменя на засоренных участках может приводить к необходимости применения гербицидов, это особенно важно, если поле засорено сорной растительностью. При этом следует заметить, что сорт Нудум 95 достаточно устойчив к случайным передозировкам гербицидов типа 2,4-Д и модификационных изменений морфологии растений не наблюдается.

Борьба с вредителями. В связи с тем, что посев Нудум 95 можно проводить в ранние сроки, то повреждение растений скрыто стебельными вредителями, этими спутниками поздних посевов, почти неощутимо. Но при ранних посевах весьма опасна хлебная полосатая блошка. Однако, как правило, ощутимый вред от блошки наблюдается лишь по краям полей. В такой ситуации необходимо обрабатывать края полей инсектицидами по рекомендации службы защиты растений. По остальным вредителям опасных ситуаций в практике возделывания сорта Нудум 95 не возникало.

Поздние посевы, особенно размещенные по интенсивным предшественникам, можно рассматривать как провокационный фон для проявления скрытостеблевых вредителей, зато они почти свободны от хлебной полосатой блошки.

Борьба с болезнями. Как и все голозерные ячмени, сорт Нудум 95 восприимчив к возбудителям пыльной и твердой головни. Поэтому протравливание семян перед посевом – прием обязательный. Необходимо использовать системные препараты по рекомендации службы защиты растений. Системные препараты могут защитить растения голозерного ячменя от листовых пятнистостей (сетчатая и полосатая пятнистости, корневые гнили, септориоз) хотя бы до стадии выхода стебля в трубку. Проявление этих болезней при ранних сроках посева незначительно или достигает средней степени поражения. Перечисленные болезни опасны при поздних сроках посева, которые использовать не рекомендуется.

Карликовая и стеблевая ржавчины при ранних посевах не опасны. Исследования показали, что Нудум 95, как и другие сорта голозерного ячменя, не устойчив к основным болезням – головневому, пятнистостям листьев, корневым гнилям. В качестве основного прессинга выступают сетчатая и полосатая пятнистости, септориоз и другие. Проявление этих болезней при ранних сроках посева незначительно, более опасны они при поздних сроках. Установлено, что наиболее эффективным приемом подавле-



ния всего комплекса болезней является обработка семян перед посевом препаратами типа Дивиденд стар и обработка вегетирующих растений в фазе начала выхода в трубку фунгицидом типа Альто. Результат – прибавка урожая в пределах 7,7–11,1%.

Уборочные работы и заготовка семян. Уборочные работы на полях раннего срока сева сорта Нудум 95 в большинстве случаев можно начинать уже в середине августа. Именно в этом временном отрезке зерно достигает состояния восковой-полной спелости. Уборку можно осуществлять как прямым комбайнированием, так и раздельно. Перестоявшие растения могут полегать под тяжестью налитого зерна.

Уборка посевов позднего срока обычно совпадает с раннеосенними дождями, что может нивелировать все преимущества позднего срока сева.

Характерной особенностью уборки является необходимость использования щадящего режима обмолота колосьев – около 1250 оборотов барабана в минуту. Увеличение оборотов приводит к дроблению крупных семян, что отрицательно сказывается на их всхожести. Этот режим специфичен для каждой конкретной ситуации – метеоусловия года, влажность зерна, регулировка частоты вращения вала барабана и зазора между бичами барабана и поперечными планками подбарабанья на входе и выходе обмолачиваемой массы. В каждом конкретном случае режим обмолота устанавливается опытным путем непосредственно в поле. Щадящий обмолот – это гарантия получения здоровых, нетравмированных семян. Снижения травмированности крупных семян можно достичь сокращением числа машин на пути семян от уборки до посева. Ранняя уборка посевов сорта Нудум 95 способствует снятию общего напряжения уборочных работ в хозяйстве.

Значительный размер семян сорта Нудум 95 диктует необходимость использования решет семяочистительных машин с шириной отверстий не менее 2,2–2,5 мм. Часто эта величина должна быть увеличена до 3,0 мм. Выход семян из подработанного вороха зерна достигает 80–85%. Это достаточно высокие показатели, особенно если иметь в виду, что у обычных сортов они находятся в пределах 60–75% и менее.

Семена, полученные от ранних посевов, отличаются более высокой выравненностью против семян с поздних посевов – 90,1% против 81,7%. Также у семян с ранних посевов выше показатели энергии прорастания и лабо-

раторной всхожести – 89–93% против 67–74% у семян с поздних сроков посева [11].

Выводы

Обобщая результаты научных исследований и опыт работы специалистов сортоучастков и хозяйств, отметим, что технология возделывания Нудум 95 во многом приближена к так называемой интенсивной. Лучшие предшественники – пропашные культуры, однолетние травы, зернобобовые. Основная обработка почвы может быть представлена как вспашкой, так и плоскорезной обработкой. Использование азотно-фосфорных удобрений и посев в разные сроки гарантируют получение высококачественного зерна и семян. Норма высева и глубина заделки семян в почву также являются важными факторами влияния на продуктивность растений голозерного сорта. Сохранение семенного материала и вегетирующих растений в чистоте от болезней, вредителей и сорняков – важные составляющие получения качественной продукции с посевов голозерного сорта ячменя. Этому же способствует внимательное отношение к режиму заготовки семян в виде щадящего обмолота и оптимальных настроек высевающих аппаратов сеялок.

Возвращаясь к эпиграфу начала статьи, заметим, что бобовые культуры и голозерный ячмень, посеянные в одинаковых условиях, показали следующие результаты (табл. 4).

Данные этой статьи в известной мере расширяют наше представление о возможностях голозерного ячменя как дополнительного источника сырого протеина растительного происхождения. Естественно, что ячмень, будучи злаковой культурой, не может быть поставлен в один ряд с высокобелковыми бобовыми культурами, особенно с соей, тем не менее, ячмень

Таблица 4 – Содержание сырого протеина в зерне бобовых культур и голозерного ячменя сорта Нудум 95, % (Институт агроэкологии)

Культура	Сорт	Год		Среднее
		2006	2007	
Соя	СибНИИК 315	34,4	28,4	31,4
Бобы	Мария	28,6	27,5	28,1
Люпин узколистный	Кристалл	28,2	25,4	26,8
Горох	Ямал	22,4	23,6	23,0
Фасоль	Светлана	15,0	21,6	18,3
Ячмень	Нудум 95	19,1	18,1	18,6

голозерный сорта Нудум 95 представляет исключительный интерес как поставщик протеина растительного происхождения для животноводства.

В условиях, когда экономика все более проявляет стремление к переходу в сторону энергосберегающих технологий и когда важен не только объем получаемой продукции, но и затраты на ее производство, становится ясным, что перевод части производства пленчатого ячменя на голозерный мог бы оказаться весьма целесообразным.

Список литературы

1. Грязнов А. А. Ячмень голозерный в условиях неустойчивого увлажнения : монография. Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2014. 300 с.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 195 с.
3. Atanassov P., Borries Ch., Zaharieva M., Monneveux Ph. Hordein polymorphism and variation of agromorphological traits in a collection of naked barley // *Genetic Res. and Crop Evol.* 2001. V. 48. P. 353–360.
4. Maralejo M., Romagosa I., Salcedo G. et al. On the origin of Spanish two-rowed barleys // *Theor. Appl. Genet.* 1994. V. 87. P. 829–836.
5. Грязнов А. А. Качество зерна – побудительный мотив в селекции ячменя // *Вестник ЧГАУ.* 2007. Т. 49. С. 58–64.
6. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна ярового ячменя в степной зоне Приморского края / А. Г. Клыков [и др.] // *Вестник Российской академии с.-х. наук.* 2014. № 3. С. 43–45.
7. Бидянов В. А. Приемы сортовой агротехники голозерного ячменя в северной лесостепи Зауралья : дис. ... канд. с.-х. наук. Уфа, 2013. 118 с.
8. Грязнов А. А., Бидянов В. А. Реакция сортов ячменя на сроки сева и удобрения в Зауралье // *Вестник ЧГАА.* 2012. Т. 62. С. 89–91.
9. Грязнов А. А., Лойкова А. В. Сроки сева голозерных сортов ячменя в условиях южной лесостепи // *АПК России.* Челябинск. 2015. Т. 73. С. 111–115.
10. Максимов В. А., Замятин С. А., Апаева Н. Н. Роль климатических условий в формировании урожайности ярового ячменя // *Аграрная наука.* 2014. № 6. С. 16–18.
11. Грязнов А. А., Лойкова А. В., Бидянов В. А. К вопросу о повышении качества семян голозерного ячменя // *Вестник ЧГАА.* 2013. Т. 65. С. 118–123.

Грязнов Анатолий Александрович, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: granal@yandex.ru.

* * *

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ В ЗАУРАЛЬЕ

В. В. Немченко, А. Ю. Кекало, Н. Ю. Заргарян, М. Ю. Цыпышева

Фунгицидная обработка посевов есть метод оперативного реагирования на негативное изменение фитосанитарной обстановки в агроценозе. Чтобы избежать возникновения резистентности у патогенов, планомерно чередовали действующие вещества фунгицидов, избегая применения аналогов в одном сезоне. Изучили влияние фунгицидов на урожайность зерновых культур на примере яровой мягкой пшеницы. Полевые опыты проводили в 2010–2015 гг. в Курганской области. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный. Предшественник – чистый пар. Наблюдения и учеты проводились по общепринятым методикам. Площадь делянки – 17 кв. м. Выбор фунгицида для защиты посевов от болезней осуществляли, опираясь на результаты мониторинговых наблюдений за временем появления болезней, их видовым составом. Также учитывали планируемую урожайность и погодные условия вегетации. Установили, что высокой хозяйственной (27–29%) и биологической (80%) эффективностью в годы массового проявления листовых болезней характеризовались поликомпонентные фунгициды. Биофунгициды слабо контролировали фитосанитарную ситуацию. В условиях единичного поражения листьев болезнями использование химических препаратов фунгицидного действия экономически не оправдано. В годы эпифитотии болезней листьев при урожайности пшеницы более 20 ц/га экономически оправданный уровень сохраненного урожая за счет применения фунгицидов составлял 4–5 ц/га, биопрепаратов – 2,5–3 ц/га. В годы умеренного поражения листьев болезнями оправданные прибавки урожая за счет биологических фунгицидов составили 2,0–2,5, за счет системных фунгицидов – 3,5–4,0 ц/га. При депрессивном развитии листостеблевых болезней применение химических фунгицидов на пшенице экономически не оправдано.

Ключевые слова: фунгициды, яровая пшеница, листостеблевые инфекции, урожайность, биологическая и хозяйственная эффективность.

Вопрос защиты пшеницы от болезней является актуальным, поскольку недоборы урожая с пораженных посевов составляют от 10–25 до 40 и более процентов в годы эпифитотий листовых болезней. Современный российский рынок предлагает широкий ассортимент препаратов фунгицидного действия. В этом разнообразии предложений производителю бывает трудно сделать правильный выбор. В связи с этим **целью наших исследований** являлось сравнительное изучение этих препаратов на яровой мягкой пшенице для подбора наиболее эффективных из них, улучшающих фитосанитарное состо-

яние посевов, повышающих продуктивность культуры и качество получаемого зерна в условиях Зауралья.

Материалы и методы

Опыты проводились в 2010–2015 годах на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ (с. Садовое). Объектом исследований выступала яровая пшеница сорта Омская 36. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный. Предшественник – чистый пар. Площадь делянки – 17 м². Повторность 4-кратная, размещение делянок систематическое. Наблюдения и учеты проводились

по общепринятым методикам (ВИЗР, Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971); корневые гнили – по методике В. А. Чулкиной)[1, 2, 3].

Состав системных фунгицидов, изучаемых в опытах: Фалькон (спироксамин 250 + тебуконазол 167 + триадименол 43 г/л), Альто супер (пропиконазол 250 г/л + ципроконазол 80 г/л), Колосаль ПРО (пропиконазол 250 + тебуконазол 200 г/л), Абакус Ультра (пираклострубин 62,5 + эпоксиконазол 62,5г/л), Рекс Дуо (тиофанат-метил 310 + эпоксиконазол 187г/л). Регулятор роста растений и биопрепараты: Гумимакс (гуматы калия, фульвокислоты, более 15 аминокислот, 18 микроэлементов, почвенные ферменты, растительные гормоны), Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis*, штамм 26Д, микроэлементы), Бактофит (*Bacillus subtilis*, штамм ИПМ-215).

Результаты исследований

Из всего комплекса возбудителей болезней в Уральском регионе наиболее распространенными и вредоносными на зерновых культурах являются: пыльная и твердая головня пшеницы (возбудители – *Usilago tritici*, *Tilletiacaries*); гельминтоспориозная и фузариозная корневые

гнили (*Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium spp*); бурая ржавчина пшеницы (*Puccinia recondite*); мучнистая роса (*Blumeriagraminis*); септориоз листьев и колоса (*Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum*); спорынья злаков (*Claviceps purpurea*).

На яровой пшенице в Курганской области значительный урон урожаю периодически наносят аэрогенные инфекции, особенно бурая листовая ржавчина и мучнистая роса, в отдельные годы на зерновых фонах отмечаются вспышки септориозов [4]. Поражение растений болезнями в значительной мере зависит от того, как складываются погодные условия по фазам развития культуры и от наличия патогенных начал в поле.

Оперативный и весьма эффективный метод защиты посевов от болезней – применение фунгицидов. Особо сложным вопросом при их использовании является срок опрыскиваний. В значительной степени решение вопроса определяется видом болезни, сроком ее первичного проявления на пшенице, прогнозируемой урожайностью и погодными условиями в период патогенеза, а также толерантностью сорта. Для оценки опасности проявления болезни используются прогностические шкалы (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Шкала для определения риска развития эпифитотийных ситуаций листостеблевых болезней на пшенице (лаб. БЗК, ВНИИФ) (Санин и др., 2002)

Интенсивность развития болезни по фазам вегетации, %			Степень благоприятности погодных условий	Прогноз развития фитосанитарной ситуации	Возможные потери урожая, %
кущение	выход в трубку – флаг – лист	колошение-цветение			
Ржавчинные заболевания					
более 1	более 5	более 20	БУ*	Эпифитотия	более 20
			НБУ	Умеренное**	6–20
0,1–1	1–5	10–20	БУ	Умеренное	6–20
			НБУ	Умеренное на восприимчивых сортах	6–20
менее 0,1	менее 1	менее 10	БУ	Депрессия	менее 6
			НБУ	Депрессия	менее 6
Септориоз листьев					
более 5	более 10	более 20	БУ*	Эпифитотия	более 20
			НБУ	Умеренное**	6–20
1–5	6–0	11–20	БУ	Умеренное	6–20
			НБУ	Умеренное на восприимчивых сортах	6–20
менее 1	менее 5	менее 10	БУ	Депрессия***	менее 6
			НБУ	Депрессия	менее 6
Мучнистая роса					
более 1	более 10	более 20	–	Эпифитотия	более 20
0,5–1	1,1–10	11–20	–	Умеренное развитие	6–20
менее 0,5	менее 1	менее 10	–	Депрессия	менее 6

Примечание: * БУ – благоприятные условия; НБУ – неблагоприятные; ** – на восприимчивых сортах развитие, близкое к эпифитотийному; *** – при отсутствии факторов, усиливающих развитие септориоза.



Чаще всего сигнальным уровнем заражения в фазу выхода флагового листа пшеницы, когда нужно оперативно принимать решение о применении фунгицидов, является 1–5% пораженности листьев [5, 6].

Изучение эффективности защиты пшеницы от болезней посредством химических и биологических фунгицидных препаратов проводилось в Курганском НИИСХ в 2010–2015 гг. в зернопаровом севообороте при сроке посева в третьей декаде мая. В фазу выхода флагового листа производилось опрыскивание системными препаратами, в фазу выхода в трубку – биологическими. Определения фитосанитарного состояния агроценозов фиксировалось через 10 дней после химобработки (фаза колошения).

Проведенные исследования показали, что на контрольных вариантах, где не применялись средства защиты, в 2013 и 2014 годах отмечалось эпифитотийное (массовое) развитие мучнистой росы. В 2015 году зафиксировано сильное развитие бурой ржавчины, в 2013-м состояние посевов по этому патогену характеризовалось как депрессия (рис. 1). В 2011 благоприятном по погодным условиям году развитие листовых патогенов было на депрессивном уровне, в экстремально засушливые 2010-й и 2012 годы поражения листьев пшеницы не было.

По результатам многолетних полевых опытов в годы эпифитотии болезней листьев при урожайности пшеницы 18–20 ц/га экономически оправданный уровень сохраненного урожая за счет применения фунгицидов составлял 4–5 ц/га, биопрепаратов – 2,5–3,0 ц/га; в годы умеренного поражения листьев пшеницы от биопрепаратов – 3,5–4,0 ц/га и 2,0–2,5 ц/га соответственно; в годы депрессивного развития листостеблевых болезней применение химических фунгицидов на пшенице экономически не оправдано.

Проведенные исследования показали, что варианты с применением фунгицидов имели преимущества по уровню продуктивности по сравнению с контрольными за счет лучшего и более длительного функционирования листьев: 90–96% зелени на вариантах химзащиты и 53–78% – на контроле.

Число продуктивных стеблей и озерненность колоса – самые чутко реагирующие на защитные мероприятия элементы структуры урожайности. На вариантах с защитой от листовых патогенов продуктивных стеблей было больше на 6–19% к контролю и при использовании химических фунгицидов, и на вариантах биозащиты. Интенсивное кущение начиналось в 2013–2015 гг. после прошедших в начале июля

Таблица 2 – Основные климатические параметры, определяющие развитие бурой ржавчины и септориоза на яровой пшенице (Койшибаев, 2002)

Показатели погоды	Слабое	Умеренное	Сильное
Сумма осадков от многолетней нормы, мм в июне и июле (%)	ниже на 25–50	±5–10	больше на 25–50
Относительная влажность воздуха в июле (%)	< 50–55	56–60	65–70
Число дней с осадками > 1 мм в июне и июле	5–7	8–12	13–20
Гидротермический коэффициент	0,3–0,5	0,6–0,8	0,9–1,5
Среднесуточная температура воздуха, °С	22–25	22–24	18–21

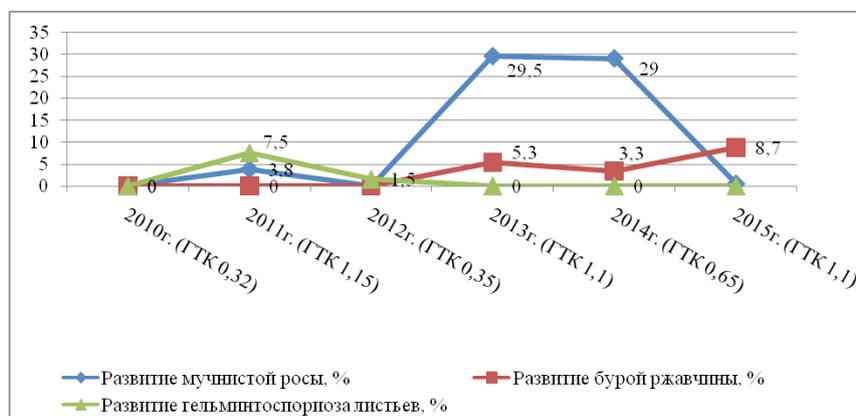


Рис. 1. Динамика развития болезней на яровой пшенице при отсутствии оперативных мероприятий по защите растений (контрольный вариант опыта), 2009–2015 гг.

дождей и понижении температуры воздуха до 18 °С, когда основной стебель находился в фазе выхода в трубку, и было произведено опрыскивание посевов биологическими препаратами, а через неделю и химическими фунгицидами при появлении флагового листа. Поэтому средства защиты оказывали непосредственное положительное влияние на густоту продуктивного стеблестоя.

Озерненность колоса на вариантах с химической защитой растений от патогенов была выше контроля на 13–18%, а при использовании биологических средств – на уровне контрольного варианта. За счет лучших условий налива увеличение полновесности зерновок пшеницы зафиксировано на вариантах химзащиты (+ 5,0–7,6% к контролю).

Так, в среднем за три года с массовым поражением листьев системные поликомпонентные препараты обеспечили снижение поражения мучнистой росой на 63–83%, бурой ржавчиной – на 81–100%, сохранив тем самым 24–29% урожая (табл. 3).

Это экономически оправданный уровень прироста от защитных мероприятий. Биофунгициды недостаточно эффективно защищали листья от инфекций (40–56%), и прибавки урожая от их применения составили 9–12% к контролю.

Таким образом, для получения устойчивого эффекта от применения фунгицидов против листовых фитопатогенов следует:

1. *Фунгицидные обработки посевов – метод оперативного реагирования на негативное изменение фитосанитарной обстановки в агроценозе.* Его применение должно быть и экономически, и экологически оправдано. Правильная диагностика болезней, знание причин их возникновения и особенностей развития являются основой успешного проведения профилактических и защитных мероприятий. Постоянное наблюдение за состоянием посевов с адекватной оценкой фитосанитарной обстановки является основным звеном эффективной защиты растений от болезней. Использование прогностических шкал и уровней экономических порогов вредности по фазам развития помогают в принятии решения о мероприятиях по защите посевов. В наших условиях появление листовых патогенов в большинстве лет фиксируется в фазу колошения и период совпадает с максимумом осадков, что способствует быстрому нарастанию поражения растений. Применение фунгицидных препаратов в фазу выхода флагового листа при этом является оптимальным по эффективности защиты.

Таблица 3 – Эффективность фунгицидов на яровой пшенице по пару в годы массового развития листовых патогенов (Курганский НИИСХ, 2013–2015 гг.)

Вариант (название препарата и действующее вещество)	Урожайность, ц/га	Хозяйственная эффективность, %	Развитие мучнистой росы, %	Биологическая эффективность, %	Развитие бурой ржавчины, %	Биологическая эффективность, %	Рентабельность, %**
Контроль (без обработки)	18,7	–	19,7	–	4,9	–	54
Фитоспорин 1,5 л/га (Basillus subtilis 26Д)*	20,9	12	11,0	44	2,2	56	67
Бактофит 2 л/га (Basillus subtilis ИПМ-215)*	20,5	9	11,7	40	2,7	44	65
Фалькон 0,6 л/га (спираксомин 250 + тебуконазол 167 + триадименол 43 г/л)	23,2	24	3,3	83	0,02	100	70
Альто супер 0,4 л/га (пропиконазол 250 + ципроконазол 80)	23,2	24	7,3	63	0,9	81	72
Колосаль ПРО 0,4 л/га (пропиконазол 300 + тебуконазол 200)	23,5	25	6,6	66	0,03	99	71
Абакус Ультра 1,5 л/га (пираклостробин 62,5 + эпоксиконазол 62,5)	24,2	29	4,4	78	0,04	99	70
Рекс Дуо 0,5 л/га (тиофанат-метил 310 + эпоксиконазол 187)	23,5	25	6,8	65	0,05	99	75

Примечание: * обработка биопрепаратами в фазу выхода в трубку (ф. 30); системными фунгицидами – в фазу выхода флаг-листа (ф.37); ** – расчеты в ценах 2015 г., учтено применение гербицидов и десиканта.



2. Если уровень развития листостеблевых патогенов выше сигнального (1–5% по листовым пятнистостям в фазу выхода флагового листа), то высокой хозяйственной, биологической и экономической эффективностью характеризуются поликомпонентные фунгициды Рекс Дуо, Колосаль ПРО, Фалькон. Защитные меры сохраняли 24–29% урожая. В условиях единичного поражения листьев болезнями использование химических фунгицидов экономически не оправдано и экологически рискованно. В такой ситуации рационально использовать биопрепараты. Однако при этом требуется соблюдение ряда обязательных правил (учет температурных и световых факторов, сроков приготовления и внесения биопрепаратов, условий хранения и т.д.) и квалифицированная работа специалистов.

3. Следует соблюдать фунгицидооборот, то есть планомерно чередовать по годам препараты с разным действующим веществом. Важно избегать аналогов действующих веществ даже в одном сезоне при обработке семян и растений в поле.

Для эффективности системы защиты растений от болезней важно качественное проведение защитных мероприятий и постоянное повышение уровня знаний и квалификации специалистов. Защита растений при современных технологиях возделывания должна быть гибкой, необходимо эффективно использовать но-

вые знания и механизмы для детального и постоянного наблюдения за вредными объектами (специализированные ГИС, Агрокарты и т.п.).

Список литературы

1. Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: методические рекомендации / под ред. В. И. Танского. СПб. : ВИЗР, 2002. 76 с.

2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1989. 239 с.

3. Чулкина В. А. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцированно по органам. Новосибирск, 1972. 21 с.

4. Обзоры фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2004–2015 гг. М., 2015. С. 208–217.

5. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (Болезни растений) : рекомендации / С. С. Санин [и др.]. М. : ФГНУ «Росинформгротех», 2002. 140 с.

6. Койшибаев М. Болезни зерновых культур: симптомы, распространение и вредоносность, специализация, биологические особенности, структура популяций возбудителей и интегрированная защита посевов. Алматы : Бастау, 2002. 368 с.

Немченко Владимир Васильевич, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, лаборатория регуляторов роста и защиты растений, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Кекало Алена Юрьевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория регуляторов роста и защиты растений, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: alena.kekalo@mail.ru.

Заргарян Наталья Юрьевна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, лаборатория регуляторов роста и защиты растений, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Цыпышева Марина Юрьевна, научный сотрудник, лаборатория регуляторов роста и защиты растений, ФГБНУ «Курганский НИИСХ».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

* * *

СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

И. В. Синявский

По результатам многолетних исследований солевого режима (СР) серых лесных, черноземных почв и солонцов лугово-степных разработали классификацию СР почв, которая позволяет проводить их точную диагностику и принимать корректные технологические решения по оптимизации СР Зауралья. Методом водной вытяжки определили, что анионы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- присутствуют во всех почвах региона. Катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ в солевом составе формируют почвенный раствор различной концентрации и различных кислотно-щелочных свойств. Концентрация SO_4^{2-} зависит от почвообразующей породы, развития солончакового процесса. Установлена аккумуляция сульфатов в иллювиальных горизонтах солонцеватых черноземов и солонцов, уменьшение их концентрации при распашке почв. Хлориды в водной вытяжке серых лесных почв присутствуют в минимальном количестве, тогда как в черноземах и солонцах в значительно большем. Выделили пять типов СР водной вытяжки: гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, сульфатно-натриевый, хлоридно-магниевый и хлоридно-кальциевый. В гидрокарбонатно-кальциевом типе по соотношению $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4$ выделено два подтипа. В типе гидрокарбонатно-натриевого засоления выделено также два состава солей: нормальные карбонаты CO_3^{2-} присутствует и нормальные карбонаты CO_3^{2-} отсутствует. При сульфатно-натриевом составе обозначены подтипы, которые выделяются по соотношению кальция и гидрокарбонатов: $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$ и $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$. Подтипы хлоридно-магневого типового состава солевой вытяжки выделяются также по соотношению кальция и гидрокарбонатов, но в обратной пропорции: $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$ и $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$. Хлоридно-кальциевый и гидрокарбонатно-кальциевый типы СР водной вытяжки на подтипы не делятся.

Ключевые слова: солевой режим, водная вытяжка, классификация солевого режима, серые лесные почвы, черноземы выщелоченные, черноземы обыкновенные, солонцы лугово-степные, Зауралье.

Роль солевого режима как фактора генезиса, экологии и плодородия почвы зависит от концентрации и состава солей. Известны уровни концентрации солей, при которых растения успешно произрастают, угнетаются в слабой, средней и сильной степени и, наконец, погибают. Солевой режим почвы оказывает влияние на развитие процессов почвообразования и экологию почв [5].

Методы прямого изучения почвенного раствора трудоемки и непроизводительны, поэтому при обследовании солевого режима почв широкое распространение получили водные вытяжки при соотношении воды к почве 5:1

[1, 2, 7–9]. Нами изучена водная вытяжка почв в профиле четырех разрезов серой лесной почвы, шести – чернозема выщелоченного, семи – чернозема обыкновенного и трех – солонца луговостепного.

Общую оценку солевого режима почв по водной вытяжке оценивали по сумме солей (плотному остатку). Известно, что при концентрации почвенного раствора больше 15 г/л или при содержании солей более 0,15% от веса почвы растения испытывают угнетение вследствие уже того, что раствор имеет повышенное осмотическое давление (4 и более атмосфер). Оптимальный вариант – не более 0,15 атмосфер,



или 0,15 % от веса почвы [2, 7, 9]. Проведенные в процессе мониторинга анализы показали разный уровень содержания солей в почвах Челябинской области (табл. 1).

Плотный остаток водной вытяжки серых лесных почв и черноземов не превышает критический уровень даже в нижних горизонтах. Чернозем обыкновенный рода солонцеватый в корнеобитаемых горизонтах имеет плотный остаток близкий, к критическому уровню. Необходимо отметить, что при распашке черноземов солонцеватых содержание плотного остатка в водной вытяжке возрастает.

Солонцы характеризуются постоянной засоленностью, причем от слабой до сильной степени, от 0,23 до 1,12 % содержания суммы солей. Распашка солонцов способствовала засолению этих почв.

Величина плотного остатка (суммы солей) – это обобщенный показатель солевого режима почвы. Важное значение имеет солевой состав водной вытяжки, который формируется за счет анионов Cl^- , HCO_3^- , HCO_3^- и SO_4^- и катионов Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ и H^+ . Группы (типы) засоления определяются по преобладанию одного или нескольких ионов в вытяжке. И хотя учитывается только четыре аниона и четыре катиона выделяется большое количество типов засоления, поэтому очевидны трудности классификации и производственной группировки засоленных почв.

При оценке засоленных почв используется показатель токсичности солей, который имеет существенное различие. Хлориды, например,

токсичны при концентрации 0,01 %, а карбонат натрия – при 0,001 %. Поэтому в случае одинаковой величины суммы солей (сухого остатка), но при разном характере засоления почвы растения могут угнетаться или успешно расти и развиваться. Если принять токсичность присутствующих в почвенном растворе сульфатов за единицу (1), хлориды оцениваются в 10, а карбонаты – 100 единиц. Поэтому необходимо учитывать не только сумму растворимых в воде солей, но и степень их токсичности.

Анионный состав водной вытяжки

Анион HCO_3^{2-} присутствует во всех почвах (табл. 2). Максимальное количество HCO_3^{2-} наблюдалось в гумусоаккумулятивных горизонтах черноземов выщелоченных и обыкновенных, солонцеватых и солонцах. В серых лесных почвах этого иона заметно меньше, при этом при распашке этих почв количество HCO_3^{2-} возрастает, и связано это в основном с активизацией биохимических гумусоаккумулятивных процессов почвообразования.

Анион CO_3^{2-} обнаружен в иллювиальных горизонтах чернозема обыкновенного и солонца. Его количество увеличивается в ряду: чернозем обыкновенный типичный > чернозем обыкновенный солонцеватый > солонец. Распашка солонцеватой почвы и солонца приводит к накоплению CO_3^{2-} .

SO_4^{2-} – наиболее распространенный ион в солевом режиме почв Челябинской области. Его содержание в водной вытяжке почв показано в таблице 3.

Таблица 1 – Содержание солей в почвах Челябинской области, %

Угодье	Горизонт	Серая лесная		Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный		Солонец
		равнинная	горная		типичный	солонцеватый	
Пашня	A _n	0,068	0,215	0,057	0,074	0,117	0,231
	AB	–	0,146	0,059	0,071	0,118	–
	B ₁	0,084	0,056	0,053	0,081	0,114	0,366
	B ₂	–	–	0,057	0,083	0,123	0,364
	BC	0,101	0,056	0,061	0,182	0,203	0,489
	C	0,078	0,050	0,066	0,211	0,232	0,389
Целина	A ₁	0,062	0,215	0,048	0,096	0,098	0,466
	AB	0,053	0,096	0,053	0,094	0,095	–
	B ₁	0,064	0,070	0,053	0,093	0,101	0,665
	B ₂	–	–	0,055	0,127	0,140	1,059
	BC	0,059	0,077	0,065	0,217	0,203	1,123
	C	0,069	0,068	0,067	0,332	0,327	0,435

Таблица 2 – Режим HCO_3^- и CO_3^{2-} почв Челябинской области: в числителе HCO_3^- , в знаменателе CO_3^{2-} , мг экв./100 г почвы

Угодье	Горизонт	Серая лесная		Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный		Солонец
		равнинная	горная		типичный	солонцеватый	
Пашня	A _n	$\frac{0,352}{0}$	$\frac{0,487}{0}$	$\frac{0,287}{0}$	$\frac{0,644}{0}$	$\frac{0,761}{0}$	$\frac{0,620}{0}$
	AB	$\frac{0,279}{0}$	$\frac{0,533}{0}$	$\frac{0,323}{0}$	$\frac{0,579}{0}$	–	–
	B ₁	$\frac{0,312}{0}$	$\frac{0,130}{0}$	$\frac{0,236}{0}$	$\frac{0,710}{0}$	$\frac{0,662}{0}$	$\frac{1,147}{0,02}$
	B ₂	–	–	$\frac{0,397}{0}$	$\frac{0,750}{0,084}$	$\frac{0,644}{0,067}$	$\frac{0,965}{0,10}$
	BC	$\frac{0,418}{0}$	$\frac{0,150}{0}$	$\frac{0,485}{0}$	$\frac{0,825}{0,022}$	$\frac{0,878}{0,020}$	$\frac{1,410}{0,10}$
	C	$\frac{0,477}{0}$	$\frac{0,160}{0}$	$\frac{0,440}{0}$	$\frac{0,680}{0}$	$\frac{0,835}{0,020}$	$\frac{0,920}{0,06}$
Целина	A ₁	$\frac{0,246}{0}$	$\frac{0,213}{0}$	$\frac{0,265}{0}$	$\frac{0,537}{0}$	$\frac{0,455}{0}$	$\frac{0,405}{0}$
	AB	$\frac{0,205}{0}$	$\frac{0,213}{0}$	$\frac{0,211}{0}$	$\frac{0,590}{0}$	$\frac{0,642}{0}$	–
	B ₁	$\frac{0,378}{0}$	$\frac{0,127}{0}$	$\frac{0,262}{0}$	$\frac{0,584}{0}$	$\frac{0,790}{0}$	$\frac{0,500}{0,02}$
	B ₂	–	–	$\frac{0,283}{0}$	$\frac{0,734}{0,133}$	$\frac{0,814}{0,042}$	$\frac{0,72}{0,02}$
	BC	$\frac{0,410}{0}$	$\frac{0,220}{0}$	$\frac{0,429}{0}$	$\frac{0,848}{0,500}$	$\frac{0,914}{0}$	$\frac{0,88}{0,02}$
	C	$\frac{0,410}{0}$	$\frac{0,400}{0}$	$\frac{0,601}{0}$	$\frac{0,680}{0}$	$\frac{0,696}{0,020}$	$\frac{0,72}{0,02}$

Таблица 3 – Содержание сульфатов (SO_4^{2-}) и хлоридов (Cl⁻) в почвах Челябинской области, мг экв./100 г почвы

Угодье	Горизонт	Серая лесная		Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный		Солонец
		равнинная	горная		типичный	солонцеватый	
SO_4^{2-}							
Пашня	A _n	0,645	2,090	0,437	0,452	2,304	1,847
	AB	0,686	1,370	0,416	0,430	2,387	–
	B ₁	0,718	0,495	0,499	0,483	1,641	2,400
	B ₂	–	–	0,412	0,598	1,214	2,860
	BC	1,040	0,495	0,412	0,895	0,982	7,230
	C	0,696	0,465	0,482	1,778	1,705	2,595
Целина	A ₁	0,624	2,740	0,386	0,655	1,283	3,480
	AB	0,541	1,650	0,406	0,818	1,102	–
	B ₁	0,520	0,750	0,503	0,634	0,857	4,608
	B ₂	–	–	0,437	0,624	1,358	5,192
	BC	0,478	0,660	0,587	1,088	1,285	12,685
	C	0,624	0,420	0,388	2,964	2,482	2,970
Cl ⁻							
Пашня	A _n	0,045	0,305	0,141	0,155	0,236	1,210
	AB	0,070	0,220	0,113	0,197	0,207	–
	B ₁	0,059	0,225	–	0,120	0,178	3,380
	B ₂	–	–	0,113	0,085	0,182	2,180
	BC	0,045	0,230	0,085	0,226	0,177	1,970
	C	0,045	0,175	0,169	0,247	0,204	2,452
Целина	A ₁	0,073	0,245	0,113	0,155	0,261	3,735
	AB	0,058	0,315	0,141	0,135	0,240	–
	B ₁	0,050	0,285	–	0,092	0,238	2,217
	B ₂	–	–	0,085	0,148	0,345	3,330
	BC	0,045	0,295	0,113	0,216	0,614	4,265
	C	0,045	0,205	0,085	0,270	0,839	4,502



Концентрация SO_4^{2-} зависит от почвообразующей породы (серые лесные почвы), развития солонцового процесса почвообразования (черноземы обыкновенные и солонцы). В водной вытяжке серых лесных почв на покровном суглинке в горизонтах A_{II} и АВ содержится 0,645 и 0,686 мг экв./100 г, на элювии горной породы, соответственно, 2,090 и 1,370 мг экв. на 100 г навески.

В серой лесной почве на равнине и выщелоченном черноземе, как на пашне, так и на целине, распределение SO_4^{2-} по генетическим горизонтам сравнительно равномерное. Концентрация водорастворимых сульфат-ионов в гумусовом горизонте горной серой лесной почве до 2,09–2,74 мг экв./100 г почвы. В вытяжке чернозема обыкновенного типичного в гумусовых горизонтах концентрация SO_4^{2-} была в пределах 0,452–0,430 мг экв./100 г, а в черноземах того же подтипа рода солонцеватого – 2,304 и 2,387 мг экв./100 г почвы. Установлено увеличение содержания сульфат-ионов в гумусовых горизонтах за счет биохимического выветривания элювия почвообразующей породы, гумусоаккумулятивного процесса почвообразования, в иллювиальных B_1 и B_2 солонцеватых черноземов и солонцов в результате иллювиирования. Распашка почв приводила к уменьшению концентрации SO_4^{2-} .

Данные таблицы 3 подтверждают, что сульфатный режим зависит от распашки почвы и развития солонцового процесса почвообразования. Количество SO_4^{2-} в водной вытяжке чернозема обыкновенного типичного пахотного с глубиной колеблется от 0,452 до 1,778 мг экв., у целинного аналога – с 0,386 до 2,994 мг экв. на 100 г почвы. Род солонцеватый этого подтипа характеризуется более высокой концентрацией растворимых сульфатов. Их содержание в гумусовых горизонтах на пашне достигает 2,304–2,387 мг экв./100 г, на целине 1,283–1,102 мг экв./100 г. Максимальное количество иона SO_4^{2-} накапливается у солонцов. В нашем случае это солонцы среднестолбчатые, которые подвергались распашке. В пахотном слое они содержали SO_4^{2-} 1,847 мг экв./100 г почвы, в горизонте A_1 на целине – 3,480 мг экв./100 г почвы, максимальное содержание установлено в горизонте ВС – 7,23 и 12,685 мг экв./100 г. Следовательно, у солонцов наблюдается аккумуляция сульфатов в переходном горизонте.

Ионы хлора присутствуют во всех почвах. В серых лесных почвах равнинной территории их минимальное количество 0,045–0,070 мг

экв./100 г как на целине, так и на пахотных угодьях. Гумусовые горизонты горных лесных почв $C1$ содержат значительно больше – на пашне 0,220–0,305, целине 0,245–0,315 мг экв./100 г почвы (табл. 4). Обогащение хлоридами горных почв происходит за счет коренных пород.

Содержание иона хлора возрастает в ряду черноземы выщелоченные – черноземы обыкновенные типичные – черноземы обыкновенные солонцеватые – солонцы. Это видно на примере пахотного слоя на пашне и горизонта A_1 на целине, а также в их иллювиальных горизонтах B_1 . Так, в пахотном слое среднее содержание Cl^- в расчете на 100 г навески составило: чернозема выщелоченного 0,141 мг экв., чернозема обыкновенного типичного 0,155 мг экв., чернозема обыкновенного солонцеватого 0,236 мг экв. и солонца 1,210 мг экв.

Аналогичная картина наблюдается и в гумусоаккумулятивных горизонтах целинных аналогов. Следует отметить то, что в горизонте A_1 на целине хлоридов было в три раза больше, чем на пашне, а максимальное их количество зафиксировано в переходном горизонте ВС и материнской породе 4,265 и 4,502 мг экв./100 г.

Таким образом, развитие солонцового процесса сопровождается накоплением хлоридов даже в пахотном слое и гумусоаккумулятивном горизонте. Распашка солонцов способствовала удалению Cl^- .

Катионный состав водной вытяжки

Наиболее активная роль в процессе развития почв и формирования их свойств принадлежит двухвалентным катионам Ca^{2+} и Mg^{2+} , одновалентным катионам Na^+ и H^+ .

Анализ показал, что максимальное количество кальция в растворе водной вытяжке из горизонтов A_{II} и АВ чернозема солонцеватого, соответственно – 0,956 и 0,945 мг экв./100 г почвы (табл. 4) В черноземе обыкновенном, типичном в этих горизонтах, концентрация катиона была в два раза меньше (0,510 и 0,451 мг экв. /100 г почвы). На целине в A_1 и АВ содержание Ca^{2+} в водной вытяжке было меньше, чем в соответствующих горизонтах на пашне и с меньшей разницей между родом типичным и солонцеватым. Максимальное количество водорастворимого кальция обнаружено в солонцах. В горизонте A_1 его концентрация превышала 1 мг экв./100 г, а в иллювиальных горизонтах достигла 5,788 мг экв./100 г. Распашка солонцов приводила к уменьшению подвижности кальция.

Таблица 4 – Кальций, магний и натрий в водной вытяжке почв Челябинской области, мг экв./100 г почвы

Угодье	Горизонт	Серая лесная		Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный		Солонец
		равнинная	горная		типичный	солонцеватый	
Ca²⁺							
Пашня	A _n	0,378	0,520	0,228	0,510	0,956	0,475
	AB	0,205	0,225	0,218	0,451	0,945	–
	B ₁	0,322	0,150	0,139	0,474	0,579	0,500
	B ₂	–	–	0,261	0,385	0,384	0,562
	BC	0,299	0,150	0,335	0,344	0,334	3,412
	C	0,312	0,125	0,261	0,674	0,366	0,375
Целина	A ₁	0,164	0,550	0,184	0,368	0,498	1,012
	AB	0,145	0,400	0,151	0,452	0,501	–
	B ₁	–	0,275	0,173	0,368	0,440	1,877
	B ₂	0,289	–	0,118	0,434	0,340	5,788
	BC	0,302	0,325	0,320	0,316	0,320	5,125
	C	0,260	0,475	0,408	1,067	0,555	0,428
Mg²⁺							
Пашня	A _n	0,207	0,075	0,172	0,305	0,245	0,275
	AB	0,104	0,075	0,162	0,301	0,225	–
	B ₁	0,072	0,00	0,160	0,270	0,275	0,350
	B ₂	–	–	0,247	0,402	0,216	0,437
	BC	0,114	0,030	0,203	0,393	0,252	1,500
	C	0,166	0,050	0,220	0,714	0,178	0,662
Целина	A ₁	0,235	0,145	0,160	0,140	0,295	0,862
	AB	0,146	0,100	0,124	0,127	0,138	–
	B ₁	0,082	0,075	0,107	0,251	0,238	2,600
	B ₂	–	–	0,145	0,283	0,280	4,625
	BC	0,187	0,075	0,196	0,356	0,388	3,925
	C	0,156	0,156	0,229	0,749	0,258	0,500
Na⁺							
Пашня	A _n	0,480	2,075	0,435	0,433	2,101	2,927
	AB	0,779	1,455	0,424	0,694	1,199	–
	B ₁	0,896	0,840	0,527	0,580	1,684	5,097
	B ₂	–	–	0,412	0,688	1,470	4,700
	BC	1,153	0,400	0,392	1,231	1,485	3,347
	C	0,792	0,625	0,592	1,334	2,220	5,188
Целина	A ₁	0,611	2,490	0,423	0,810	2,207	5,195
	AB	0,553	1,750	0,448	0,850	1,390	–
	B ₁	0,681	0,890	0,607	0,707	1,734	6,687
	B ₂	–	–	0,522	0,822	2,111	7,955
	BC	0,512	0,920	0,591	1,547	2,106	8,612
	C	0,717	0,530	0,481	2,240	3,364	6,940



Магний, как показывают данные таблицы 5, в водной вытяжке гумусоаккумулятивных горизонтов колеблется в пределах (а – на пашне; б – на целине):

- серых лесных почв
 - а) 0,207–0,104 мг экв./100 г
 - б) 0,235–0,146 мг экв./100 г;
- черноземов выщелоченных
 - а) 0,172–0,162 мг экв./100 г
 - б) 0,160–0,124 мг экв./100 г;
- обыкновенных типичных
 - а) 0,305–0,301 мг экв./100 г
 - б) 0,140–0,127 мг экв./100 г;
- обыкновенный солонцеватый
 - а) 0,245–0,225 мг экв./100 г
 - б) 0,295–0,138 мг экв./100 г

Минимальную концентрацию Mg^{2+} в водном экстрагенте имеет серая горно-лесная почва (на пашне 0,075, на целине 0,145–100 мг экв./100 г). Его количество возрастает в вытяжке чернозема обыкновенного солонцеватого. Наиболее высокое содержание установлено в целинном солонце – 0,862 мг экв./100 г. Распашка солонцов приводит к снижению обеспеченности водной вытяжки из этой почвы.

Натрий – одновалентный катион, который в составе почвенного поглощающего комплекса (ППК) среди катионов наиболее подвижен. Его присутствие в ППК резко повышает гидрофильность и пептизацию коллоидной системы почвы. Естественно в водной вытяжке максимальное количество Na^+ в черноземе обыкновенном солонцеватом и солонце. Даже в пахотном слое чернозема солонцеватого его концентрация составила 2,101 мг экв./100 г почвы, а в A_{II} солонца – 2,927 мг экв./100 г. Количество натрия в водной вытяжке гумусоаккумулятивных горизонтов целинных аналогов чернозема обыкновенного достигало 2,207 мг экв./100 г, а в целинных солонцах и того более – 5,195 мг экв./100 г. То есть распашка солонцов способствовала освобождению пахотного слоя от воднорастворимого натрия, что подтверждают результаты работ, проводимых в Волгоградской области на постирригационных почвах [6].

В иллювиальных горизонтах концентрация Na^+ в водной вытяжке возрастает только в профиле солонцов – на пашне до 5,097 мг экв./100 г, на целине – до 7,955 мг экв./100 г. Эти показатели свидетельствуют о том, что распашка солонцов приводит к освобождению от натрия всего почвенного профиля этих почв, к снижению интенсивности солонцового процесса почвообразования.

Следует также отметить, что воднорастворимый натрий присутствует и в серых лесных почвах горно-лесной зоны Челябинской области. Связано это с минералогическим составом почвообразующих пород.

Наконец H^+ – катион водорода, который принимает активное участие в почвообразовательных процессах, присутствует в водной вытяжке всех почв, формирует их кислотность, которая определяется как отрицательный логарифм концентрации H^+ , то есть рН. Степень кислотности обусловлена превышением концентрации катиона H^+ по сравнению с ионом OH^- .

Активность ионов водорода зависит от отношения концентраций катиона H^+ и иона OH^- . При равной их концентрации активность водорода минимальная и оценивается показателем рН 7. В этом случае реакция водной вытяжки и почвенной среды нейтральная.

В водной вытяжке гумусоаккумулятивных горизонтов серых лесных почв и черноземов, выщелоченных содержание H^+ создает слабокислую или близкую к нейтральной почвенную среду (табл. 5).

Различия между пахотными и целинными аналогами несут незначительные. В водной вытяжке черноземов обыкновенных и солонца на пашне соотношение концентраций H^+ и OH^- формирует слабую щелочную реакцию уже в АП (рН > 7,52). Целинные аналоги черноземов обыкновенных в горизонте А1 имеют показатель рН 7,38–8,12, то есть более высокий, чем на пашне. Распашка чернозема обыкновенного типичного и солонцеватого приводила к повышению концентрации H^+ , снижению щелочности водной вытяжки, что с позиции плодородия этих почв следует оценивать положительно. Распашка солонцов, наоборот, приводила к уменьшению концентрации водорода, уменьшению соотношения H^+/OH^- и формированию щелочной реакции почвенной среды.

В иллювиальных горизонтах концентрация катиона H^+ , поэтому реакция водной вытяжки имела щелочную реакцию, рН более 8 единиц.

Солевой состав

В водной вытяжке определяется четыре аниона и четыре катиона. Возможные их солевые комбинации велики. Поэтому было предложено отказаться от определения компонентов катионной составляющей водной вытяжки [3, 9]. Разработанную на этой основе группировку авторы использовали для оценки засоленных почв. Нами предлагается классификация

солевого состава водного раствора всех почв Челябинской области, в том числе серых лесных оподзоленных и черноземов, которая основывается на анализе водной вытяжки (табл. 6).

Выделены пять типов солевого состава водной вытяжки: гидрокарбонатно-кальциевый, гидрокарбонатно-натриевый, сульфатно-натриевый, хлоридно-магниевый и хлоридно-кальциевый. В гидрокарбонатно-кальциевом типе по соотношению $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} / \text{SO}_4$ выделено два подтипа. В типе гидрокарбонатно-натриевого засоления выделено также два состава солей: нормальные карбонаты CO_3^{2-} присутствует и нормальные карбонаты CO_3^{2-} отсутствует. При сульфатно-натриевом составе обозначены подтипы, которые выделяются по соотношению кальция и гидрокарбонатов: $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$ и $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$.

Подтипы хлоридно-магниевое типового состава солевой вытяжки выделяются также по соотношению кальция и гидрокарбонатов, но в обратной пропорции: $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$ и $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$.

Хлоридно-кальциевый и гидрокарбонатно-кальциевый типы солевого состава водной вытяжки на подтипы не делятся.

При оценке уровня токсичности концентрации и состава солей водных вытяжек принят 1 мг экв. иона хлора [3]. Для определения суммарной токсичности разработаны коэффициенты. Принята оценочная единица – ион Cl, которая используется в формулах определения суммарной токсичности (табл. 6) и оценивается в соответствии с классификацией, приведенной в таблице 7.

Таблица 5 – Оценка концентрации катиона Н⁺ в водной вытяжке по показателям рН

Угодье	Горизонт	Серая лесная		Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный		Солонец
		равнинная	горная		типичный	солонцеватый	
Пашня	A _n	6,50	6,14	6,55	7,52	7,93	7,59
	AB	6,60	5,55	6,66	7,80	8,47	–
	B ₁	6,08	5,52	6,96	8,27	8,24	8,03
	B ₂	–	–	7,27	8,58	8,57	8,10
	BC	7,10	5,88	7,85	8,57	8,89	8,52
	C	7,95	6,20	8,17	8,55	8,72	8,38
Целина	A ₁	6,24	5,62	6,38	7,38	8,12	6,58
	AB	6,10	5,68	6,72	7,83	8,12	–
	B ₁	6,15	5,52	6,84	7,84	8,42	7,50
	B ₂	–	–	7,09	8,15	8,62	7,98
	BC	7,12	5,52	7,52	8,59	8,58	7,85
	C	7,67	6,02	8,47	8,42	8,50	8,14

Таблица 6 – Классификация характера и степени солевого состава водной вытяжки почв Челябинской области

Типы солевого состава	Подтипы солевого состава	Формула определения суммарной токсичности (S _T), мг экв. хлора (Cl)
I. Гидрокарбонатно-кальциевый (HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺)/SO ₄ < 1	Ca ²⁺ < HCO ₃ ⁻	S _T = 0,38(HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺) + 0,20SO ₄ ²⁻
	Ca ²⁺ > HCO ₃ ⁻	S _T = 0,20SO ₄ ²⁻
II. Гидрокарбонатно-натриевый (Na – Cl)/SO ₄ > 1	CO ₃ ²⁻ присутствует	S _T = 10CO ₃ ²⁻ + 0,38(HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺) + 0,20SO ₄ ²⁻
	CO ₃ ²⁻ отсутствует	S _T = 0,38(HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺) + 0,20SO ₄ ²⁻ + Cl
III. Сульфатно-натриевый (Na – Cl)/SO ₄ < 1	Ca ²⁺ < HCO ₃ ⁻	S _T = 0,38(HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺) + 0,20SO ₄ ²⁻ + Cl
	Ca ²⁺ > HCO ₃ ⁻	S _T = 20[SO ₄ ²⁻ – (Ca ²⁺ – HCO ₃ ⁻)] + Cl
IV. Хлоридно-магниевый (Cl – Na)/Mg < 1	Ca ²⁺ > HCO ₃ ⁻	S _T = 20[SO ₄ ²⁻ – (Ca ²⁺ – HCO ₃ ⁻)] + Cl
	Ca ²⁺ < HCO ₃ ⁻	S _T = 0,38(HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺) + 0,20SO ₄ ²⁻ + Cl
V. Хлоридно-кальциевый (Cl – Na)/Mg > 1	Подтипы не выделяются	S _T = Cl



Выводы

1. Анионный и катионный состав водной вытяжки диагностирует солевой режим почвенного раствора серых лесных почв, черноземов и солонцов Челябинской области. Анионы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- присутствуют во всех почвах области. Максимальное количество HCO_3^- на целине накапливается в гумусоаккумулятивных горизонтах (A_1). В пахотных аналогах в A_{II} количество иона возрастает, и связано это в основном с биохимическими процессами почвообразования.

2. Концентрация SO_4^{2-} зависит от почвообразующей породы (серые лесные почвы), развития солончакового процесса (черноземы обыкновенные и солонцы). В серых лесных почвах в горизонтах A_{II} и AB на покровном суглинке сульфат-иона содержится 0,645 и 0,686 мг экв./100 г, на элювии горной породы, соответственно, – 2,090 и 2,387 мг экв./100 г почвы. В водной вытяжке чернозема обыкновенного типичного в гумусовых горизонтах концентрация SO_4^{2-} в пределах 0,452–0,420 мг экв./100 г, а в черноземе того же подтипа рода солонцеватого – 2,304–2,387 мг экв./100 г почвы. Установлена аккумуляция сульфатов в иллювиальных горизонтах солонцеватых черноземов и солонцов, уменьшение их концентрации при распашке почв.

3. Хлориды (Cl^-) в водной вытяжке серых лесных почв присутствуют в минимальном количестве – 0,045–0,070 мг экв./100 г почвы, тогда как в черноземах – 0,141–0,236, а в солонцах – 1,210 и более мг экв./100 г почвы. Распашка черноземов и солонцов, а также промывной водный режим способствовали удалению хлоридов из верхних генетических горизонтов.

4. Катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ в солевом составе формируют почвенный раствор различной концентрации и различных кислотно-щелочных свойств. Соли кальция и магния, имея высокую растворимость в форме хлоридов, при хлоридном засолении преобладают в составе

солей почвенного раствора, поэтому при хлоридно-кальциевом и хлоридно-магниевом типе засоления водная вытяжка почвенного раствора имеет большой плотный остаток – 1,0% и более, но при этом рН, как правило, дает нейтральную реакцию. В составе $\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3$ катион Ca^{2+} (Mg) и анион CO_3^{2-} химически неактивны. Присутствие Na^+ в ППК и почвенном растворе даже при малой диссоциации CO_3 приводит к образованию соды Na_2CO_3 и формированию щелочной реакции почвенного раствора.

5. Во всех почвах присутствует анион HCO_3^{2-} . Его максимальное количество наблюдается в гумусоаккумулятивных горизонтах всех почв, и связано это в основном с биохимическими гумусоаккумулятивными процессами почвообразования. Гидрокарбонаты кальция в почвенном растворе при условии, когда $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$, свидетельствует об активном гумусоаккумулятивном процессе почвообразования, а свободный кальций является его природным стражем, обеспечивающим соотношение катиона H^+ и гидроксид-иона OH^- в пределах слабокислой и нейтральной почвенной среды.

6. В случае, когда $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$, и при отсутствии катиона Na^+ концентрация $\text{H}^+ > \text{OH}^-$ он обеспечивает кислую реакцию почвенной среды и приводит к развитию подзолистого процесса почвообразования.

Различия катионно-анионного состава почв Челябинской области и физико-химических процессов, связанных с ними, позволило разработать классификацию солевого режима и выделить по данным признакам пять типов и восемь подтипов.

Список литературы

1. Андреев Б. В. Теоретические основы повышения плодородия солонцов и солонцеватых почв : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 1963. 16 с.
2. Синявский И. В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов

Таблица 7 – Классификация степени засоления по сухому остатку и степени токсичности солей водной вытяжки (В. А. Синявский, 1996)

Показатели засоления почвы	Группы почв по степени засоления и токсичности солей			
	незасоленные, соли нетоксичные	слабо засоленные, слабо токсичные	средне засоленные, средне токсичные	сильно засоленные, сильно токсичные
Сумма солей, %	< 0,1	0,1–0,4	0,4–0,7	0,7–1,0
Токсичность солей, мг экв. Cl	< 0,7	0,7–3,5	3,5–7,5	0,7–1,0

лесостепного Зауралья : монография. Челябинск : ЧГАУ, 2001. 274 с.

3. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. № 11. С. 98–109.

4. Козаченко А. П. Обоснование приемов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области : монография. Челябинск, 1999. 145 с.

5. Королюк Т. В. Особенности солевой динамики в длительно-сезонно-мерзлых засоленных почвах Южного Забайкалья // Почвоведение. 2014. № 5. С. 515.

6. Мотузов В. Я., Любимова И. Н., Бондарев А. Г. Солевой режим постирригационных почв кисловской оросительной системы (Волгоградская область) // Почвоведение. 2009. № 5. С. 567–574.

7. Панов Г. А. Солевой режим ирригационно-гидроморфных почв и его прогноз в условиях лесостепной зоны Челябинской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1984. 19 с.

8. Кауричев И. С., Александрова Л. Н. Почвоведение : учебник. М. : Колос, 1982. 496 с.

9. Ковриго В. П. Почвоведение с основами геологии : учебник. М. : Колос, 2000. 416 с.

10. Система ведения агропромышленного производства Челябинской области на 1991–1995 гг. : рекомендации. Челябинск, 1991. С. 231–235.

11. Синявский В. А. Удобрение и другие пути повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий в связи с агрохимическими свойствами, солонцеватостью и солончаковатостью почв лесостепи Зауралья : дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск, 1976. 371 с.

Синявский Игорь Васильевич, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: kev@cnsnb.ru.

* * *

УДК 631.16: 658.148 + 005.511(083.92)

**МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ****Е. А. Карпова**

В условиях новой экономики России оценка и прогнозирование финансовой устойчивости (стабильности) организации является важной стратегической задачей управления в экономической политике агрохолдингов. В российской нормативно-правовой базе, а также в работах отечественных и зарубежных экономистов имеются различные методики проведения анализа финансовой устойчивости предприятий и организаций. Каждая из них находит свое применение, но в то же время обладает и определенными недостатками, требует дальнейшего развития с учетом требований современного состояния экономики, а также специфики вида экономической деятельности и институциональных особенностей. Анализ методик определения финансовой устойчивости и оценка возможности их применения для агрохолдингов в условиях их перехода на МСФО показали, что существующие подходы не обеспечивают релевантной оценки их финансовой устойчивости, не позволяют сделать правильные однозначные выводы. Проведение самого анализа и формирование адекватной оценки финансовой устойчивости агробизнеса требуют высокой квалификации финансового аналитика и большого практического опыта его работы в сфере сельскохозяйственного производства. Наиболее простыми с позиции технической реализации являются методики, основанные на рейтинговой оценке. Они позволяют достаточно легко определить класс (группу, тип) финансовой устойчивости, к которому относится организация. Совокупность методов, прошедших неоднократную апробацию на предприятиях АПК, адаптированная в целях настоящего исследования к требованиям МСФО, позволяет не только определить финансовое состояние организации, но и дать оценку потенциальной вероятности банкротства предприятия.

Ключевые слова: обязательства перед инвесторами, финансовая устойчивость, факторы (причины) неплатежеспособности, сельское хозяйство, агробизнес, новая экономика России.

В условиях новой экономики России оценка и прогнозирование финансовой устойчивости (стабильности) организации является важной стратегической задачей управления в экономической политике агрохолдингов.

Сельское хозяйство – специфический вид деятельности, что требует организации учета биологических активов в соответствии со стандартом МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство», а также сельскохозяйственной продукции в соответствии с МСФО (IAS) 2 «Запасы». В условиях отсутствия аналогичного российского стандарта их применение в учетной практике сельскохозяйственных организаций оказывает

существенное влияние на релевантность оценки финансовой устойчивости.

Цель исследования

Разработка методологии определения финансового состояния организации, адаптированной к требованиям МСФО в условиях новой экономики России.

Материалы и методы

Настоящая статья подготовлена на основе российской нормативно-правовой базы СПС «Гарант», новых стандартов, а также новых форм бухгалтерской финансовой отчетности.

Использованы общенаучные методы (анализ, синтез, сравнение, обобщение, аналогия, экономико-математические методы). Исследование базируется на основных положениях теории системного анализа и теории устойчивости экономических систем.

Результаты исследований

Основным критерием проявления кризисной ситуации в организации (на предприятии) является его неплатежеспособность – невозможность предприятия погасить свои обязательства перед инвесторами. Она проявляется в нарушении финансовых потоков, обеспечивающих производство и реализацию продукции. Причинами неплатежеспособности являются факторы, влияющие на снижение или недостаточный рост выручки от реализации и опережающий рост обязательств.

Неплатежеспособность как нарушение финансового оборота отражается в дефиците оборотных активов, которые могут быть направлены на погашение обязательств и выступают как результат проявления ряда факторов в финансово-экономической деятельности предприятия. Для выяснения ее причин и выработки конкретных рекомендаций необходимо определить сущность проявления кризисных тенденций. На рисунке 1 представлена система причинно-следственных связей, влияющих на финансовое состояние организации [1].

Финансовое состояние организации (предприятия) считается устойчивым, если оно покрывает собственными средствами не менее половины финансовых ресурсов, необходимых

для осуществления нормальной хозяйственной деятельности, эффективно использует финансовые ресурсы, соблюдая финансовую, кредитную и расчетную дисциплину. Сущность финансовой устойчивости (стабильности) определяется эффективным формированием, распределением и использованием финансовых ресурсов, а платежеспособность выступает ее внешним проявлением.

Задачей анализа финансовой устойчивости является оценка величины и структуры активов и пассивов. Это необходимо, чтобы ответить на вопросы: насколько предприятие независимо с финансовой точки зрения, растет или снижается уровень этой независимости и отвечает ли состояние его активов и пассивов задачам финансово-хозяйственной деятельности организации.

Показатели, которые характеризуют независимость по каждому элементу активов и по имуществу в целом, дают возможность измерить, достаточно ли устойчива анализируемая организация в финансовом отношении.

Оценка финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций представляет собой процесс изучения их статического финансового состояния, динамики изменений во времени, выявления причин, обусловивших эти изменения, и определения перспективного уровня финансовой устойчивости в условиях возможных изменений факторов внешней и внутренней среды.

Достоверная оценка финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций на основе бухгалтерской отчетности, составленной



Рис. 1. Система причинно-следственных связей, влияющих на финансовое состояние организации



по требованиям МСФО, является актуальной и востребованной задачей, имеющей государственную значимость.

Существуют два основных метода подготовки отчетности по МСФО: трансформация данных российского учета в соответствии с МСФО и параллельное ведение бухгалтерского учета по российским и международным стандартам.

Трансформация представляет собой «перевод» российской финансовой отчетности в международную путем корректировки отдельных показателей, способы получения которых по российским стандартам отличаются от МСФО. Обычно при применении этого метода компании несут меньшие материальные и временные затраты. Часто он также рассматривается в качестве временной меры при переходе на параллельный учет по МСФО.

Параллельное ведение учета по международным стандартам заключается в отражении в учете по МСФО каждой хозяйственной операции. Для крупного агробизнеса это технически невозможно без наличия автоматизированных информационных систем. Сложные интегрированные системы учета предъявляют существенные требования к формализации и унификации бизнес-процессов, что также приводит к перестройке самой системы бухгалтерского учета [2].

Совершенствование нормативной базы по бухгалтерскому учету в России является важнейшим шагом на пути реформирования российского бухгалтерского учета и отчетности, превращения их в эффективный инструмент создания качественной, полезной и востребованной учетной информации.

Новые стандарты, а также новые формы бухгалтерской финансовой отчетности с 2011 г. направлены на дальнейшее сближение российской отчетности с МСФО, но до сих пор сохраняются определенные различия в формате, содержании и оценке показателей (табл. 1).

Сравнительный анализ составления финансовой отчетности по МСФО и российским стандартам бухгалтерского учета дает право говорить о различиях в оценке показателей финансовой устойчивости.

При трансформации российской бухгалтерской отчетности в соответствии с МСФО возникают проблемы, связанные с тем, что записи на счетах в российском учете заводятся на основе юридических документов, по МСФО – на основе экономически обоснованного профессионального суждения.

Бухгалтерский учет и формирование бухгалтерской финансовой отчетности в России ведутся преимущественно в интересах государственных контрольных органов и потому ориентированы на уменьшение налогов, т.е. занижение финансовых результатов и стоимости активов. Основное же назначение финансовой отчетности по МСФО – служить интересам инвесторов и кредиторов, поэтому она ориентирована на увеличение прибыли и стоимости активов [4].

Необходимость проводить трансформацию бухгалтерской отчетности в соответствии с МСФО или вести параллельный учет способствовала разработке подходов или методик, включающих уточнение данных бухгалтерского учета и устранение различий в стандартах и расчете показателей.

При расчете показателей финансовой устойчивости на основе трансформированной отчетности должны учитываться корректировки: временных расхождений в признании и принятии к учету, а также различий в подходах к оценке отдельных видов активов, обязательств, доходов и расходов в целях бухгалтерского учета и налогообложения. Кроме того, требуется уточнение стоимости активов, собственного капитала, обязательств, доходов и расходов, что вызвано необходимостью учета влияния на них инфляции. Для этого применяются специальные аналитические методы, например пересчет с использованием индексов цен.

Проводимые корректировки, безусловно, влияют на статьи баланса (на отчет о финансовом положении), на основании которых рассчитываются показатели финансовой устойчивости: увеличение или уменьшение стоимости соответствующих активов и пассивов, в конечном счете изменяет значения показателей финансовой устойчивости.

Кроме того, в российской практике до сих пор не выработано единого подхода к проведению анализа и оценке финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций с учетом их специфики. Использование же зарубежных методик без соответствующей адаптации невозможно из-за существующих различий в методологии сбора первичных показателей в зависимости от уровня предприятий и организаций, формирования расчетных показателей, различий в структуре активов и обязательств, доходов и расходов, уровне инфляции и ее оценке в показателях деятельности предприятий и организаций, различий в налоговом законодательстве и его влиянии на экономические показатели.

Таблица 1 – Сравнительный анализ соответствия правил составления финансовой отчетности по МСФО и российским стандартам бухгалтерского учета [3]

Направления сравнения (оценки)	Российские стандарты	МСФО
Объективное (справедливое) представление	Если при составлении бухгалтерской отчетности применение установленных правил бухгалтерского учета не позволяет сформировать достоверное и полное представление о финансовом положении организации, финансовых результатах ее деятельности и изменениях в ее финансовом положении, то организация в исключительных случаях может допустить отступление от этих правил (Положение по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99)). Существенные отступления должны быть раскрыты в пояснениях к бухгалтерскому балансу и отчету о прибылях и убытках вместе с указанием причин, вызвавших эти отступления, и результата, который данные отступления оказали на понимание финансового положения организации и результатов ее деятельности (Федеральный закон от 21.11.1996 N 129-ФЗ «О бухгалтерском учете», ПБУ 4/99)	В соответствии с МСФО (IAS) 1 отступление от какого-либо требования возможно, если: 1) это необходимо для достижения достоверного представления финансового положения, финансовых результатов деятельности и движения денежных средств организации; 2) если финансовая отчетность соответствует МСФО во всех существенных аспектах, за исключением отступления от какого-либо стандарта в целях достижения достоверного представления, а также в части характеристик, относящихся к уточняющим (в соответствии с изменениями в Концептуальных основах МСФО, утвержденных в сентябре 2010 г.); 3) отступление от МСФО касается уточнения чистой прибыли или убытка компании, ее активов, обязательств, капитала и движения денежных средств в каждом из представленных периодов
Последовательность представления финансовой отчетности	В соответствии с ПБУ 4/99 изменение принятого содержания и формы бухгалтерского баланса, отчета о прибылях и убытках и пояснений к ним допускается в исключительных случаях, например, при изменении вида деятельности	В МСФО (IAS) 1 определено отступление от последовательного представления финансовой отчетности в случаях: – значительного изменения в характере операций компании или когда анализ представления ею финансовой отчетности демонстрирует, что изменение приведет к более надлежащему представлению событий или операций с учетом критериев выбора и применения учетной политики согласно МСФО (IAS) 8 «Учетная политика, изменения в бухгалтерских оценках и ошибки»; – если изменение в представлении требуется каким-либо МСФО или интерпретацией Постоянного комитета по интерпретациям
Существенность и агрегирование	В соответствии с ПБУ 4/99 показатели могут приводиться в бухгалтерском балансе или отчете о прибылях и убытках общей суммой с раскрытием в пояснениях к бухгалтерскому балансу и отчету о прибылях и убытках, если каждый из этих показателей в отдельности несуществен для оценки заинтересованными пользователями финансового положения организации или финансовых результатов ее деятельности	Если статья не является существенной в обобщенном виде, она объединяется с другими статьями в самой финансовой отчетности или в примечаниях (МСФО (IAS) 1)
Зачет статей отчетности	В бухгалтерской отчетности не допускается зачет между статьями активов и пассивов, статьями прибылей и убытков, кроме случаев, когда такой зачет предусмотрен соответствующими положениями по бухгалтерскому учету (ПБУ 4/99)	Активы и обязательства, а также доходы и расходы не должны взаимозачитываться, за исключением случаев, когда это требуется или разрешается МСФО или их интерпретацией (МСФО (IAS) 1)



Практика применения зарубежных методик анализа финансовой устойчивости в российских сельскохозяйственных организациях показала некорректность их прямого использования. С одной стороны, согласно зарубежным методикам, к банкротам можно отнести две трети хозяйствующих субъектов сельского хозяйства, в то время как их большая часть достаточно успешно функционирует, имеет экономическую прибыль, обеспечивает трудовую занятость населения и бюджетное пополнение за счет налогов, сборов и взносов. С другой стороны, можно упустить из вида по-настоящему проблемные организации, что связано с ограниченностью показателей, рекомендуемых для оценки финансовой устойчивости агрохолдингов. Качество проведенного анализа во многом зависит от выбора наиболее подходящей методики, учитывающей специфику сельскохозяйственного производства, а также от уровня квалификации и профессионального опыта специалиста, проводящего оценку.

В российской нормативно-правовой базе, а также в работах отечественных и зарубежных экономистов имеются различные методики проведения анализа финансовой устойчивости предприятий и организаций. Каждая из них находит свое применение, но в то же время обладает и определенными недостатками, требует дальнейшего развития с учетом требований современного состояния экономики, а также специфики вида экономической деятельности и институциональных особенностей.

Рассмотрим результаты анализа нескольких методик с целью установления возможности их применения для оценки финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций:

1) методики, утвержденной Правительством Российской Федерации и прилагаемой к Федеральному закону от 09.07.2002 № 83-ФЗ «О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных товаропроизводителей»;

2) методики, разработанной для оценки состояния сельскохозяйственных предприятий коллективом под руководством профессора В. Я. Узуна;

3) методики, предложенной учеными-экономистами Л. В. Донцовой и Н. А. Никифоровой;

4) методики Сбербанка России для оценки кредитоспособности организаций-заемщиков;

5) методики кредитного скорринга Д. Дюрана.

Первая методика используется при оценке финансового состояния сельскохозяйственных предприятий, находящихся в предбанкротном состоянии. Ее используют при рассмотрении условий проведения санации предприятий путем реструктуризации кредиторской задолженности. Финансовое состояние определяется на основании коэффициентов ликвидности, обеспеченности собственными средствами, общей финансовой независимости и в части формирования запасов и затрат.

Во второй методике для оценки финансового состояния используются два показателя: балансовая прибыль и коэффициент задолженности. В зависимости от значений показателей предприятие может быть отнесено к одной из пяти групп. Недостатком данной методики является то, что классифицировать предприятия по показателям балансовой прибыли и коэффициенту задолженности осложнено, т.к. в соответствии с действующим законодательством о реструктуризации задолженности сельскохозяйственных предприятий, по данной методике оно из группы неплатежеспособных сразу перейдет в группу благополучных хозяйств.

Третья методика заключается в классификации предприятий по степени риска, исходя из фактического уровня показателей финансовой устойчивости и рейтинга каждого показателя, выраженного в баллах. Данная методика не ориентирована на специфику сельскохозяйственного производства, так как критерии оценки показателей сильно завышены для сельскохозяйственных предприятий.

Четвертая методика основана на определении класса кредитоспособности заемщика с помощью трех коэффициентов ликвидности, соотношения собственных и заемных средств и рентабельности основной деятельности, что также недостаточно для объективной оценки финансового состояния организации.

Пятая методика использует интегральную оценку финансовой устойчивости на основе скоррингового анализа. Методика впервые была предложена американским экономистом Д. Дюраном и состоит в оценке уровня финансового риска на основе практически тех же показателей – коэффициентов ликвидности и финансовой независимости [16].

В таблице 2 обобщены основные показатели, используемые в указанных методиках для определения финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций.

Таблица 2 – Основные показатели, используемые для оценки финансовой устойчивости сельскохозяйственной организации на основе бухгалтерской отчетности

№ п/п	Коэффициент	Формула расчета	Описание показателя и нормативные значения
1	Наличие собственных оборотных средств E_c	$E_c = K + P_d - A_b$, где K – капитал организации; P_d – долгосрочные пассивы; A_b – внеоборотные активы	Относительный показатель, характеризующий обеспеченность предприятия собственными оборотными средствами. Нормативное значение – 0,1 (10%)
2	Коэффициент автономии K_a	$K_a = K/B$, где K – капитал организации; B – валюта баланса	Для финансово устойчивого предприятия коэффициент автономии должен быть больше 1. С экономической точки зрения это означает, что в случае, если кредиторы потребуют свои средства одновременно, предприятие, реализовав активы, сможет расплатиться по обязательствам и сохранить за собой права владения предприятием. Чем ниже значение коэффициента, тем финансовое состояние менее устойчиво
3	Коэффициент маневренности K_m	$K_m = E_c/K$, где E_c – наличие собственных оборотных средств; K – капитал организации	Показывает, какая часть собственного капитала вложена в наиболее маневренную (мобильную) часть активов. Рекомендуемое значение – не менее 0,5
4	Коэффициент соотношения заемных и собственных средств K_{zc}	$K_{zc} = (P_d + M)/K$, где P_d – долгосрочные пассивы; M – краткосрочные кредиты и займы; K – капитал организации	Нормативное значение для данного показателя – не более 1
5	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами K_o	$K_o = E_c/З$, где E_c – наличие собственных оборотных средств; $З$ – запасы	Нормативное значение для данного показателя должно быть положительным
6	Коэффициент финансирования K_f	$K_f = K/(P_d + M)$, где K – капитал организации; P_d – долгосрочные пассивы; M – краткосрочные кредиты и займы	Показывает, какая часть деятельности финансируется за счет собственных средств, а какая – за счет заемных. Определяется данный показатель как отношение собственного капитала к заемному. Рекомендуемое значение показателя – не менее 1
7	Коэффициент абсолютной ликвидности $K_{ал}$	$K_{ал} = В/(Н + М)$, где $В$ – денежные средства и финансовые вложения; $Н$ – кредиторская задолженность; $М$ – краткосрочные кредиты и займы	Отражает способность предприятия выполнять краткосрочные обязательства за счет свободных денежных средств и краткосрочных финансовых вложений. Нормативное значение – не менее 0,2
8	Коэффициент текущей ликвидности $K_{тл}$	$K_{тл} = A_o/(Н + М)$, где A_o – оборотные активы; $Н$ – кредиторская задолженность; $М$ – краткосрочные кредиты и займы	Нормативное значение – от 1 до 3
9	Коэффициент наличия имущества производственного назначения $K_{и.п}$	$K_{и.п} = (ОС + МПЗ)/B$, где $ОС$ – основные средства; $МПЗ$ – сырье, материалы и другие аналогичные ценности, готовая продукция и товары для перепродажи; B – валюта баланса	Показывает целесообразность или нецелесообразность привлечения долгосрочных заемных средств для увеличения имущества производственного назначения. Нормальным считается уровень 0,5
10	Коэффициент автономии источников формирования запасов и затрат $K_{а.ф.з}$	$K_{а.ф.з} = (K - A_b)/(K - A_b + P_d + M)$, где K – капитал организации; A_b – внеоборотные активы; P_d – долгосрочные пассивы; M – краткосрочные кредиты и займы	Показывает долю собственных оборотных средств в общей сумме основных источников средств для формирования запасов и затрат



Выводы

Анализ методик определения финансовой устойчивости и оценка возможности их применения для агрохолдингов в условиях их перехода на МСФО показали, что существующие подходы не обеспечивают релевантной оценки их финансовой устойчивости, не позволяют сделать правильные однозначные выводы. Кроме того, проведение самого анализа и формирование адекватной оценки финансовой устойчивости агробизнеса требуют высокой квалификации финансового аналитика и большого практического опыта его работы в сфере сельскохозяйственного производства.

Совокупность методов, прошедших неоднократную апробацию на предприятиях АПК [5–17], адаптированных в целях настоящего исследования к требованиям МСФО, дает возможность не только определить финансовое состояние организации, но и дать оценку потенциальной вероятности его банкротства.

С позиции технической реализации наиболее приемлемыми в условиях новой экономики России представляются методики, основанные на рейтинговой оценке [1, 5, 6, 11, 13, 14]. Они позволяют достаточно легко определить класс (группу, тип) финансовой устойчивости,

к которому относится организация. Многие методики основаны на расчете показателей финансовой устойчивости и платежеспособности и сопоставлении их с нормативными значениями. Однако использование критериев финансовых коэффициентов затруднено из-за недостаточной репрезентативности публичных статистических данных по организациям сельского хозяйства с учетом их специфики, многопрофильного характера деятельности, а также отсутствием до сих пор электронного сбора информации по большинству сельскохозяйственных организаций.

Рекомендации

В качестве инструментария для анализа финансово-экономического состояния предприятия (организации) предлагается использовать оптимальный перечень показателей, объективно отражающих тенденции изменения финансово-экономического состояния предприятия:

- показатели ликвидности;
- показатели финансовой устойчивости;
- показатели рентабельности (прибыльности);
- показатели деловой активности (оборачиваемости активов).

Таблица 3 – Агрегированный баланс предприятия АПК

В тысячах рублей

Группы баланса (агрегаты)	Условное обозначение	Строки баланса (новый стандарт)	Строки баланса (старый стандарт)	2013	2014	Среднее значение
Активы						
Наиболее ликвидные	A ₁	1241 + 1250 + 1242	250 + 260	2940	2440	2690
Быстро реализуемые	A ₂	1232	240	11 860	14 250	13 055
Медленно реализуемые:	A ₃	1210 + 1220 + + 1231 + 1260 + 1175	210 + 220 + 230 + + 270 + 140	17 930	21 291	19 610
в том числе, оборотные	A ₃ *	1210 + 1220 + + 1231 + 1260	210 + 220 + + 230 + 270	17 520	20 801	19 160
Трудно реализуемые	A ₄	1110	190 + 140	14 680	15 687	15 184
Баланс (A₁ + A₂ + A₃ + A₄)	B_A	–	–	47 410	53 668	50 539
Пассивы						
Наиболее срочные обязательства	П ₁	1520	620	14 060	13 710	13 885
Краткосрочные обязательства	П ₂	1510 + 1550	610 + 660	8920	11 313	10 116
Долгосрочные обязательства	П ₃	1400	590	2610	3305	2958
Постоянные пассивы	П ₄	1300 + 1530 + 1540	490 + 630 + + 640 + 650	21 820	25 340	23 580
Баланс (П₁ + П₂ + П₃ + П₄)	B_П	–	–	47 410	53 668	50 539

Информационную базу для их формирования дают: форма № 1 – Бухгалтерский баланс и приложения к балансу и форма № 2 – Отчет о финансовых результатах. Для удобства расчета показателей отдельные строки Бухгалтерского баланса объединяются в соответствующие агрегаты: активы группируются по степени их ликвидности и располагаются в порядке убывания ликвидности, пассивы группируются по срокам погашения задолженности и располагаются в порядке возрастания сроков уплаты. Группы (агрегаты) бухгалтерского баланса

должны быть составлены в соответствии с положением по бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность» ПБУ 4/99, утвержденным Приказом Министерства финансов РФ от 06.07.99 г. № 43Н и Приказом Министерства финансов РФ от 22.07.2003 г. № 67Н «О формах бухгалтерской отчетности организации».

Алгоритм расчета показателей финансово-экономического состояния предприятия (организации), их экономический смысл, а также рекомендуемые нормативные значения представлены в таблице 4 [1, 5].

Таблица 4 – Показатели оценки финансово-экономического состояния предприятия (организации) АПК

Наименование показателя	Экономический смысл	Алгоритм расчета	Нормативное значение
Показатели ликвидности			
Общий коэффициент покрытия (коэффициент текущей ликвидности), $K_{\text{тл}}$	Возможность погашения краткосрочных обязательств за счет оборотных средств	$\frac{A_1 + A_2 + A_3}{\Pi_1 + \Pi_2}$	1,0...2,0
Коэффициент срочной ликвидности, $K_{\text{сл}}$	Платежные возможности предприятия с учетом своевременного проведения расчетов с дебиторами	$\frac{A_1 + A_2}{\Pi_1 + \Pi_2}$	0,5...1,0
Коэффициент абсолютной ликвидности, $K_{\text{ал}}$	Возможность погашения краткосрочных обязательств за счет денежных средств и краткосрочных вложений	$\frac{A_1}{\Pi_1 + \Pi_2}$	0,1...0,3
Показатели финансовой устойчивости			
Коэффициент соотношения заемных и собственных средств, $K_{\text{эсс}}$	Величина заемных средств на рубль собственных средств	$\frac{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}{\Pi_4}$	$\leq(0,7...1,0)$
Коэффициент маневренности собственных оборотных средств, $K_{\text{мос}}$	Уровень собственных средств, вложенных в наиболее мобильные активы	$\frac{(A_1 + A_2 + A_3) - (\Pi_1 + \Pi_2)}{\Pi_4}$	0,2...0,5
Коэффициент автономии, $K_{\text{а}}$	Доля собственных средств в совокупных активах	$\frac{\Pi_4}{B_{\text{а}}}$	$\geq(0,5...0,7)$
Показатели рентабельности			
Рентабельность собственного капитала по чистой прибыли, $R_{\text{к}}$	Эффективность использования собственного капитала	$\frac{\Pi_{\text{ч}}}{\Pi_4}$	Отсутствует
Рентабельность совокупных активов по чистой прибыли, $R_{\text{а}}$	Эффективность использования имущества (совокупных активов)	$\frac{\Pi_{\text{ч}}}{B_{\text{а}}}$	Отсутствует
Показатели деловой активности (оборачиваемости)			
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов, $K_{\text{ооа}}$	Скорость оборота оборотных активов	$\frac{B}{A_1 + A_2 + A_3}$	Отсутствует
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала, $K_{\text{оск}}$	Скорость оборота собственного капитала	$\frac{B}{\Pi_4}$	Отсутствует



Расчет фактических и нормативных коэффициентов представлен в таблице 5.

В то же время сам факт расчета всей совокупности коэффициентов не может дать исчерпывающую оценку состояния предприятия: неудовлетворительную, удовлетворительную, хорошую, отличную. Следовательно, возникает объективная необходимость проведения рейтинговой (интегральной) оценки.

В отличие от варианта равноценной значимости всех групп показателей, предпочтительным представляется вариант дифференцированной значимости отдельных групп, что подтверждается отечественной и зарубежной практикой.

Так, в широко известной пятифакторной модели Э. Альтмана по определению вероятности потенциального банкротства два фактора из пяти представлены показателями рентабельности. Ориентировочный вариант значимости отдельных групп показателей представлен в табл. 6. Итоговая рейтинговая оценка финансово-экономического состояния предприятия (2,34 балла), рассчитанная по предложенной выше методике, представлена в таблице 7.

В таблице 8 приведены основные показатели формы № 2 – Отчет о прибылях и убытках», необходимые для оценки финансово-экономического состояния предприятия.

В дополнение к рейтинговой оценке необходимо своевременное выявление признаков банкротства предприятия.

Среди ряда методов прогнозирования банкротства наиболее достоверным представляется модель Э. Альтмана [1, 5, 11, 13, 14]. Модель построена на использовании пяти показателей, от которых в наибольшей степени зависит вероятность банкротства в соответствии со следующим уравнением регрессии:

$$Z = 1,2X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 1,0X_5, \quad (1)$$

$$\text{где } X_1 = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{B_A}; \quad (2)$$

$$X_2 = \frac{\Pi_n}{B_A}; \quad (3)$$

$$X_3 = \frac{\Pi_n}{B_A}; \quad (4)$$

$$X_4 = \frac{РСА}{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}; \quad (5)$$

$$X_5 = \frac{B}{B_A}; \quad (6)$$

РСА – рыночная стоимость акций.

Таблица 5 – Фактические и нормативные значения финансово-экономических показателей

Показатель	Нормативные значения	Фактические значения		
		на 31.12 2013 г.	на 31.12 2014 г.	Среднее значение
Коэффициенты ликвидности				
$K_{\text{тл}}$	1,0...2,0	1,4	1,5	1,5
$K_{\text{сл}}$	0,5...1,0	0,6	0,7	0,7
$K_{\text{ал}}$	0,1...0,3	0,1	0,1	0,1
Коэффициенты финансовой устойчивости				
$K_{\text{эсс}}$	$\leq(0,7...1,0)$	1,2	1,1	1,2
$K_{\text{мос}}$	0,2...0,5	0,5	0,5	0,5
K_a	$\geq(0,5...0,7)$	0,5	0,5	0,5

Таблица 6 – Значимость отдельных групп показателей

Показатель	Значимость, %
Ликвидности	30
Финансовой устойчивости	15
Рентабельности	40
Деловой активности	15
Итого:	100

При значении $Z \leq 1,8$ вероятность банкротства очень высока, при Z от 1,81 до 2,7 – вероятность банкротства средняя, при Z от 2,71 до 2,9 – вероятность банкротства невелика, при $Z \geq 2,9$ вероятность банкротства очень низкая.

Зарубежный опыт показал, что по пятифакторной модели банкротство за один год можно спрогнозировать с точностью до 90%, за два

года – с точностью до 70%, за три года – с точностью до 50%.

Требуется уточнение линейной модели Э. Альтмана применительно к условиям российской экономики.

Наиболее объективным вариантом для российской экономики будет замена рыночной стоимости акций стоимостью чистых активов или собственного капитала. Тогда

Таблица 7 – Рейтинговая оценка финансово-экономического состояния предприятия (организации) АПК

Показатель	Нормативные или рекомендуемые значения				Среднее значение по факту	Оценка в баллах	Значимость показателя	Оценка группы с учетом значимости
	(5)	(4)	(3)	(2)				
Показатели ликвидности								
$K_{пл}$	1,8...2,0	1,4...1,8	1,0...1,4	1,0	1,5	4		
$K_{сл}$	>1,0	0,7...1,0	0,5...0,7	0,5	0,7	4		
$K_{ал}$	>0,3	0,2...0,3	0,1...0,2	0,1	0,1	2		
Среднее значение по группе						3	0,30	0,9
Показатели финансовой устойчивости								
$K_{эзес}$	<0,7	0,7...0,9	0,9...1,0	1,0	1,2	2		
$K_{мос}$	>0,5	0,3...0,5	0,2...0,3	0,2	0,5	4		
K_a	>0,7	0,6...0,7	0,5...0,6	<0,5	0,5	3		
Среднее значение по группе						3	0,15	0,5
Показатели рентабельности								
P_k	>0,08	0,04...0,08	0,00...0,04	0,0	0,2	5		
P_a	>0,09	0,05...0,09	0,00...0,05	0,0	0,1	5		
Среднее значение по группе						5	0,40	2
Показатели деловой активности								
$K_{ооа}$	>5,5	4,7...5,5	4,0...4,7	4,0	2,3	2		
$K_{оск}$	>0,4	0,3...0,4	0,2...0,3	0,2	3,5	5		
Среднее значение по группе						3,5	0,15	0,53
Рейтинг								3,93

Таблица 8 – Основные показатели формы № 2 – Отчета о финансовых результатах

Показатель	Условное обозначение	Номер строки (новый стандарт)	Номер строки (старый стандарт)	Среднее числовое значение за отчетный период
Выручка (нетто) от продажи товаров, продукции...	В	2110	010	81 468
Себестоимость проданных товаров, продукции	С	2120	020	69 702
Валовая прибыль	P_v	2100	029	11 766
Коммерческие расходы	КР	2210	030	73 222
Управленческие расходы	УР	2220	040	73 222
Прибыль от продаж	P_n	2200	050	6247
Прибыль до налогообложения	P_n	2300	140	6814
Налог на прибыль и иные обязательные платежи	H_n	2410	150	1774
Чистая прибыль	$P_ч$	2400	190	5040



$$X_4 = \frac{\Pi_4}{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}. \quad (7)$$

Принимая вышепредставленную методику и приведенные данные, можно рассчитать вероятность банкротства предприятия по модифицированной модели Э. Альтмана [1, 5, 11, 13, 14]:

$$Z = 1,2 \cdot 0,7 + 1,4 \cdot 0,1 + 3,3 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,09 + 1 \cdot 1,6 = 3,45.$$

Если оценка банкротства предприятия близка или уже находится в интервале низких показателей, при условии продолжающегося ухудшения финансово-экономического состояния предприятие может обанкротиться. Если же менеджеры предприятия, осознав финансово-экономические трудности, предпримут необходимые шаги, чтобы предотвратить усугубление ситуации, банкротства может не произойти.

Для разработки конкретных мер на разных этапах оздоровления организации (предприятия) можно воспользоваться различными вариантами управленческих воздействий.

В системе финансового оздоровления предприятия (организации) в первую очередь необходимо широко использовать внутренние резервы финансовой стабилизации. Это связано с тем, что успешное их применение позволяет не только снять финансовую угрозу банкротства, но и в значительной мере избавить организацию от зависимости использования заемного капитала, ускорить ее восстановление с меньшими издержками.

В условиях кризисной финансовой ситуации восстановление следует осуществлять поэтапно.

I этап. Устранение неплатежеспособности. В какой бы степени ни оценивался по результатам диагностики банкротства масштаб кризисного состояния организации (предприятия), самой неотложной задачей в системе мер его финансовой стабилизации является восстановление способности к осуществлению платежей по своим неотложным финансовым обязательствам с тем, чтобы предупредить возникновение процедуры банкротства, наладить поставку материально-технических ресурсов для нормализации процесса производства.

II этап. Восстановление финансовой устойчивости организации в среднесрочном периоде. Неплатежеспособность организации может быть устранена в течение короткого периода за счет осуществления ряда аварийных

финансовых операций, но если сами причины, генерирующие неплатежеспособность, будут оставаться неизменными, то вскоре организация снова может оказаться неплатежеспособной. Поэтому важно одновременно устранить негативные причины или резко ограничить их влияние на финансовую устойчивость организации. Это позволит устранить угрозу банкротства не только в коротком, но и в относительно более продолжительном промежутке времени.

III этап. Обеспечение финансового равновесия в длительном периоде. Полная финансовая стабилизация достигается только тогда, когда организация обеспечила длительное финансовое равновесие в процессе своего функционирования, создала условия для своего самофинансирования, развития производства и устранения старых и возникающих новых угроз улучшению финансовых результатов своей деятельности.

Список литературы

1. Карпова Е. А., Топузов Н. К. Теория антикризисного управления предприятием : учеб. пособие. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2006. 98 с.
2. Михайлов И. А. Оценка финансового состояния компаний с применением международных стандартов финансовой отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2013. № 6.
3. СПС «Гарант». Режим доступа : <http://www.garant.ru>.
4. Соловьева О. В. Концептуальные основы финансовой отчетности в соответствии с МСФО: последние изменения // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 40, 41.
5. Старцев А. В., Карпова Е. А., Пермякова Ю. В. Организация информационно-консультационной службы в АПК : учеб.-метод. разработка. Челябинск : ЧГАА, 2014. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/ekonsh/33.pdf>.
6. Баканов М. И., Шеремет А. Д. Экономический анализ. М. : Финансы и статистика, 2014. 656 с.
7. Бернстайн Л. А. Анализ финансовой отчетности. М. : Финансы и статистика, 2014. 235 с.
8. Вакуленко Т. Г., Фомина Л. Ф. Анализ бухгалтерской (финансовой) отчетности для предприятия управленческих решений. СПб. : Изд. дом «Герда», 2012. 288 с.
9. Донцова Л. В., Никифорова Н. А. Комплексный анализ бухгалтерской отчетности. М. : Дело и сервис, 2011. 358 с.

10. Ковалев В. В. Финансовая отчетность. Анализ финансовой отчетности (основы балансоведения) : учеб. пособие. М. : Проспект, 2014. 432 с.
11. Карпова Е. А. Рейтинг эмитента – решающий фактор формирования инвестиционной привлекательности отечественных акционерных предприятий в условиях мирового финансово-экономического кризиса // Вестник ЮУрГУ. Сер. : Экономика и менеджмент. 2010. Вып. 15. № 26(202). С.10–13.
12. Карпова Е. А. Анализ теоретических основ совершенствования ФИМ холдингов с учетом современных особенностей антициклической политики государства // Макроэкономика : IV Всерос. симпозиум по экон. теории (г. Екатеринбург, 29 июня – 2 июля 2010 г.) Екатеринбург.
13. Карпова Е. А. Исследование проблем адаптации бизнес-проектов к посткризисному экономическому пространству. *Materiály X mezinárodní vědecko – praktická konference «Aplikované vědecké novinky – 2014»*. – Díl 2. Ekonomické vědy.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – 112 stran (p. 28–32).
14. Карпова Е. А. Исследование закономерностей формирования инвестиционной среды и проблем адаптации бизнес-проектов к посткризисному экономическому пространству // Материалы LIV междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. докт. техн. наук П. Г. Свечникова. Челябинск : ЧГАА, 2015. Ч. I. С. 133–139.
15. Михайлов И. А. Оценка финансового состояния компаний с применением международных стандартов финансовой отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2013. № 6.
16. Сухарев И. Р. Значение введения МСФО в России // Бухгалтерский учет. 2015. № 3.
17. Соловьева О. В. Концептуальные основы финансовой отчетности в соответствии с МСФО: последние изменения // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 40, 41.

Карпова Елена Александровна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и организации сельскохозяйственного производства, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: khelen7@mail.ru.

* * *

Birth season influence on the growth of replacement heifers

D. S. Vilver

The paper is concerned with the birth season influence on the growth of replacement heifers at three farms, with the animals of black-motley breed being the researched material. The heifers born during the autumn-winter period are found to be characterized with higher body weight, regardless of the farm level, with the preweaning period arising the greatest interest as it determines the further development of heifers. The young animals of the IV group at the age of six months are found to have higher body weight (157.41 kg). In the conditions of the breeding farm the heifers at the age of 6 months born in the summer (the III group) and at the age of 12 months the ones born in the autumn (the IV group) are found to have higher body weight. The heifers of the II Group are found to have higher relative gain during the entire period of growth, with animals raised at the breeding farm having higher value of this trait (174.59%). This is due to the lower birth body weight of replacement young animals. The analysis of the live weight dynamics of heifers considering growth periods shows that by the age of eighteen, all of them regardless of their birth season have the body weight equaling to 70.0-75.5% of the live weight of mature cows. This is due to the high level of breeding work in farms of different statuses and the increased attention to breeding replacement young animals, regardless of their birth season.

Keywords: growth of replacement heifers, live weight, absolute gain, average daily gain, relative gain.

References

1. Gritsenko S.A. Vzaimosvyaz' mezhdru pokazatelyami rosta i razvitiya bychkov razlichnogo proishozhdeniya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Vol. 5, 37-1 (2012): 109-111.
2. Vil'ver D.S. Vzaimosvyaz' hozyaystvenno-poleznykh priznakov korov razlichnykh genotipov. Achievements of Science and Technology of AIC Vol. 29, 4 (2015): 41-43.
3. Vil'ver M.S. Osobennosti rosta i razvitiya telok cherno-pestroy porody ot korov-materey raznogo vozrast. Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike (2015): 6-9.
4. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows. Presented at the July 18-21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI (2011): 85-89.
5. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows. Dairy Updates Reproduction and Genetics 612 (2009): 1-8.
6. Kosilov V.I., Zhukov S.A., Yusupov R.S. Produktivnye kachestva molodnyaka bestuzhevskoy porody i ee pomesey s simmentalami: monograph. Orenburg, 2004. Pp. 88-96.
7. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Dinamika zhivoy massy telok raznykh genotipov. Problemy i perspektivy razvitiya nauki v Rossii i mire, Ufa (2015): 69-71.
8. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. Web 28 Feb. 2016 <http://www.funjackals.com/publications/6wccalp_25035.pdf. 2013>.
9. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Myasnye kachestva sverhremontnykh telok krasnoy stepnoy porody i ee pomesey. Molochnoe i myasnnoe skotovodstvo 2 (2012): 19-20.
10. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Dinamika prirostov zhivoy massy telok raznykh genotipov. Rezul'taty nauchnykh issledovaniy, Ufa (2015): 71-73.
11. Salihov A.A., Kosilov V.I., Lyndina E.N. Vliyanie razlichnykh faktorov na kachestvo govyadiny v raznykh ekologo-tehnologicheskikh usloviyakh. Orenburg (2008): 15-25.
12. Stavetska R.V., Babenko E.I. Forming the reproductive ability of high-productive dairy cattle. Coll. of Sci. Works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences Vol. 2, 1 (2014): 199-205.
13. Seltsov V.I., Sermiyagin A.A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2014. T. 36. № 12. C. 3-8.

14. Pelekhaty M., Pidubna L., Kucher D. Tribal selection in the open diary cattle population. *Technology of livestock production and processing* 7 (2012): 94-98.
15. Muratov A.M., Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Lineynyy rost podsvinkov raznyh genotipov. *The Agrarian Bulletin of the Ural* 1 (2010): 51-52.
16. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University* 2 (2011): 162-164.
17. Pechenkin E.V., Sagirov A.A., Gorelik O.V. Rost i razvitie krolikov raznyh porod. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 6 (2013): 88-90.
18. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 86 (2010): 2984-2989.
19. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University* 1 (2009): 104-106.
20. Litovchenko V.G., Kadyshcheva M.D., Tyulebayev S.D., Gerasimov N.P. Ekster'erno-konstitutsional'nye pokazateli simmental'skikh telok v dinamike. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 6 (2013): 104-106.
21. Litovchenko V.G., Tyulebayev S.D., Gerasimov N.P., Kadyshcheva M.D. Potentsial vesovogo i lineynogo rosta telok gerefordskoy porody raznykh geneticheskikh grupp. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo* 2 (2015): 18-20.
22. Rost i razvitie simmental'skikh telok raznykh genotipov i ih gerefordskikh sverstnits / Tyulebaev S. D., Kadyshcheva M. D., Karsakbaev A. B., Litovchenko V. G. // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. № 6 (38). S. 110–113.

Vilver Dmitry Sergeevich, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Genetics and Breeding of Farm Animals, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

Sapropel effect on the productivity of cows and chemical composition of milk

E. M. Ermolova

The paper is concerned with the scientific and economic experiment of the three groups of dairy cows (10 animals in each). They had the same feed ration to correspond to the due detailed system, with the sapropel feed additive from Uvelsky District of Chelyabinsk Region at the amount of 100 g and 200 g per head a day being studied. During the full lactation period the average milk yield of cows in the control group was 17,5 kg, with a 100 g dose of sapropel per head by 2.8% per day, and with the 200 g dose of sapropel 6,6% higher. In this case, milk fat content given by cows of the experiment group increased by 0,03 and 0,07%, reaching the value of 3,69 and 3,74%, and the protein content – 2,70 and 2,71%. As a result, in the group of cows with the 100 g dose of sapropel gave milk with the basic fat content 144 kg more and with the 200 g dose of sapropel – 343 kg more as compared with the control group which total milk production was 5591 kg. Sapropel feed additive had no adverse effect on the mineral composition of milk. Low doses of sapropel increased the iron content in it by 0,46 mg/l and copper 2,5 times, in the group with the 200 g dose of sapropel the iron content in the milk increased by 0,26 mg/l ($R \leq 0,001$). There weren't established significant differences of the manganese, zinc, cobalt, cadmium and lead contents. The most effective dose in the dairy cows' diet is the 200 g of sapropel per head a day thus reducing feed costs per production unit by 4,6%.

Keywords: dairy cows, sapropel, salt minerals, physico-chemical characteristics of milk, feed additive, fat, gross milk yield.

References

1. Kal'nitskiy B.D., Kuznecov S.G., Haritonova O.B. Rekomendatsii po mineral'nomu pitaniyu telok, neteley i korov. *Zootekhnika* 9 (1991): 29-33.

2. Buryakov N.P. Kontrol' polnotsennosti ratsionov krupnogo rogatogo skota. *Bio* 7 (2008): 11-13; *Bio* 8 (2008): 12-17.
3. Doroschuk S.V., Shapiev I.Sh. Vliyanie biologicheskii aktivnykh veschestv na vosproizvoditel'nyu funktsiyu korov. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo GAU* 36 (2014): 76-79.
4. Zenova N., Nazarova A., Poluschuk S. Vliyanie ul'tradispersnogo zheleza na rost i razvitie krupnogo rogatogo skota. *Dairy and Beef Cattle Farming* 1 (2010): 30-32.
5. Ivanova A.S. Vliyanie biopleksa na morfobiohimicheskie pokazateli krovi i molochnuyu produktivnost'. *Mat. mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Altayskogo GAU: "Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyaystvu"*, Barnaul (2013): 168-171.
6. Kalashnikov A.P. [et al.] *Normy i ratsiony kormleniya sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh*. Moscow, 2003.
7. Karlikova G. Kachestvo moloka – reshayushchiy factor. *Dairy and Beef Cattle Farming* 7 (2005): 2+.
8. Kornienko A.A. *Effektivnost' ispol'zovaniya molochnoy kisloty i glaukonita v ratsionah bychkov molochnogo perioda vyrashchivaniya: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation*. Troitsk, 2005.
9. Krylov V.M., Zinchenko L.I., Tolstov A.I. *Polnotsennoe kormlenie korov*. Leningrad, 1987.
10. Lebedev N.I. *Ispol'zovanie mikrodozavok dlya povysheniya produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh*. Leningrad, 1990.
11. Mihaylov V., Gruzdev N. Vliyanie kormleniya na bioenergeticheskiy status krovi korov. *Dairy and Beef Cattle Farming* 8 (2005): 26+.
12. Myuller Z., Ruzhechka B., Bauyer B. *Himicheskie i biologicheskie preparaty v kormlenii zhivotnykh*. Moscow, 1965.
13. Ovchinnikov A.A., Remezov G.F. Vliyanie fitopreparata VitaFit na mineral'ny obmen telyat molochnogo perioda vyrashchivaniya. *Feeding of Agricultural animals and Feed Production* 8 (2014): 49-56.
14. Ovchinnikov A.A., Mazgarov I.R., Lobanova D.S. Vliyanie biologicheskii aktivnykh dozavok ratsiona na obmen veschestv v organizme svinomatok. *Izvestiya Orenburgskogo GAU* (2014): 119-122.
15. Ponitkin D.M., Laushkina N.N. Puti polucheniya vysokokachestvennogo moloka. *Zootekhnika* 10 (2006): 15+.
16. Serdyuk A.I., Parhaeva A.I. *Metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam po vetsanekspertize moloka i molochnykh produktov dlya studentov veterinarnogo i zooinzhenernogo fakul'tetov*. TVI. 1992.
17. Smirnova A.V., Kovalev S.P., Kondrat'ev V.S. Vliyanie mineral'noy dozavki na produktivnost' i biologicheskie pokazateli krovi korov. *Sb. nauch. tr. LVI* (1987): 83+.
18. Strekozov N.I., Chinarov V.I. *Proizvodstvo moloka v regionah RF do 2020 goda dolzhno byt' prognoziruemo*. *Dairy and Beef Cattle Farming* 4 (2014): 2-4.
19. Chernogradskaya N.M., Stepanova S.I. *Nauchnoe obosnovanie ispol'zovaniya sapropelya (ozernogo ilya) i tseolita v skotovodstve kraynego severa*. *Advances in Current Natural Sciences* 9 (2010): 196-197.
20. Dressler D. *Mineralische Elemente in der Tierernahrung*. Vel. Ulmar. Stuttgart, 1971.
21. Henman D. J. *Practical experience with bioplexes in intensive pig production // 16 th annual symposium.-Notinghamuk* (2000): 293-300.
22. Green L.W., Baker Y.F., Hardt P.F. Use of animal breeds and breeding to overcome the incidence of grasstetany: a review. *J. Anim. Sci.* Vol. 67, 12 (1989): 3463-3469.
23. Mahan G.C. Mineral nutrition of the sow: a review. *J. Anim. Sci.* Vol. 68 (1990): 573-582.
24. Satkeeva A.B. Influence organic form of selenium on digestibility and mineral metabolism in the body sows. *Proceedings of the 4 International Sciences Congress "Science and Education in the Modern World"* (New Zealand, Auckland, 5-7 January 2015), Auckland (2015): 620-623.
25. Widdowson E.M., Dickerson J.W.T., Mecance R.A., Comar C.L., Bronner F. *Mineral Metabolism*. N-York-London, V. 2, 1962.
26. Litovchenko V. G., Kadysheva M. D., Tyulebaev S. D. *Rezultaty otsenki telok po biokonversii proteina i energii korma v myasnuyu produktsiyu // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii*. 2012. № 6. S. 59–60.

Ermolova Evgenia Mikhailovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Chair "Production and Processing Technology of Crop Products", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: zhe1748@mail.ru.

Economic efficiency of using the glaukarin feed additive in sows' diets

E. M. Ermolova

The paper deals with the scientific and economic experiment for 4 groups of sows with 10 animals in each that had along with the main feed diet for pregnant and nursing sows and suckling pigs glaukarin doses of 0.125, 0.250 and 0.375 % of the diet dry matter. During the period of pregnancy the sows' weight gain was 57,4-60,8 kg with the daily weight gain 512-543. The highest loss in body weight during the suckling period happened with the animals getting the highest dose of glaukarin in the diet (18.4 kg), while in the control group it was 20.7 kg. The highest observed plural pregnancy was in the experimental group with the glaukarin dose 0.375 % of the dry matter: 9.5 pigs overweighed the control group in 1.5 animals, whereas it was lower in the other experimental groups, i.e. 8.9 and 9, 4 pigs, respectively. At the same time the animal safety in the experimental groups increased: for sows having with low glaukarin doses it became 94.4 %, with the average dose – 96.8 %, with the high dose – 97.9 % and in the control group – 92.8 %. Due to glaukarin feed additive the feed-use efficiency payment in product increased by 4.5-5.5 %, 12.7-13.0 % and 12.7-15.2 %, respectively while the value of additionally got pigs amounted to 0.66 thousand RUB, 1.43 and 1.98 thousand RUB.

Keywords: glaukarin feed additive, sows, nursing pig, feed costs, feed-use efficiency payment in product, additional profits.

References

1. Gubanova N.V., Solozobova T.B. Alyumosilikatnaya mineral'naya dobavka v kormlenii porosyat. Mat. mezhdunar. nauch.-praktich. konf. Ulyanovskoy GSHA "Molodezh' i nauka XXI veka", Part II, Ulyanovsk (2006): 55-58.
2. Barannikov A.I. Effektivnost' ispol'zovaniya probiotikov Prolam, Bacell i Monosporina v racionah sviney. The Agrarian Bulletin of the Urals 8 (2013): 12-14.
3. Buteykis G., Blazhinskas D. Vilzim snizit zatraty kormov na 10 %. Pigbreeding 2 (2013): 20-21.
4. Grechuhin A.N. Ispol'zovanie stimulyatora rosta v svinovodstve. Veterinariya 1 (2013): 9-11.
5. Danilevskaya N.V., Subbotin V.V. Opyt primeneniya probiotika Laktobifadol v razlichnykh oblastyakh zhitovnovodstva i pticevodstva. Effektivnoe zhitovnovodstvo 4 (2012): 23-25.
6. Ermolova E.M., Latypov V.R. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya razlichnykh kormovykh dobavok v racionah svinomatok. Mat. mezhdunar. nauchno-praktich. konf. Penzenskoy GSHA "Obrazovanie, nauka, praktika: innovatsionny aspekt". Penza, 2015.
7. Zamyslov I.N. Ekonomicheskaya otsenka otrasley zhitovnovodstva. Moscow, 1973.
8. Kovalenko V.F., Bindyug A.A., Zinov'ev S.G., Ban'kovskaya I.B. Novye fermentirovannye kormovye dobavki v svinovodstve. Zootehniya 1 (2010): 18-19.
9. Komova Z.P., Kuripko A.N., Narizhny A.G. Povyshenie vosproizvoditel'noy funktsii sviney putem skarmlivaniya biologicheskii aktivnykh preparatov. Mat. mezhdunar. konf. "Aktual'nye problemy biologii v zhitovnovodstve", Borovsk (2000): 301-303.
10. Kravchenko N.A. Razvedenie sel'skokozyaystvennykh zhitovnykh. Moscow (1973): 84-218.
11. Mysik A.T. Sostoyanie zhitovnovodstva v mire, na kontinentah, v otdel'nykh stranah i napravleniya razvitiya. Zootehniya 1 (2014): 2-6.
12. Kalashnikov A.P. [et al.]. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokozyaystvennykh zhitovnykh. Moscow, 2003.
13. Ovchinnikov A.A., Mazgarov I.R., Lobanova D.S. Vliyanie biologicheskii aktivnykh dobavok raciona na obmen veshchestv v organizme svinomatok. Izvestiya Orenburgskogo GAU 45 (2014): 119-122.
14. Panin A.N., Malik N.I. Probiotiki dlya ekologicheskoy rehabilitatsii sviney. Veterinariya sel'skokozyaystvennykh zhitovnykh 8 (2009): 56-59.
15. Plohinsky N.P. Rukovodstvo po biometrii dlya zooteknikov. Moscow, 1969.
16. Stegny B.T., Guzhvinskaya S.A. Perspektivy ispol'zovaniya probiotikov v zhitovnovodstve. Veterinariya 11 (2005): 10-11.
17. Tremasov M.Ya., Matrosova L.E., Tarasova E.Yu. Opyt primeneniya probiotika pri mikotoksikozah. Vestnik veterinarii 50 (2009): 38-41.

18. Chabaev M.G., Silin M.A., Nekrasov R.V., Anisova N.I. Povyschenie energeticheskoy pitatel'nosti korma dlya molodnyaka sviney za schet vvoda fermentnogo preparata Glyukolyuks-F. *Zootehniya* 3 (2013): 15-17.
19. Sheveleva S.A. Probiotiki, prebiotiki i probioticheskie produkty. *Voprosy pitaniya* 2 (1999): 32-39.
20. Bollarin G. Somministrazione di lactobacilli quale mezzo di prevenzione della patologia neonatale del suinetto. *Riv. Suincolt*, Vol. 222, 9 (1982): 43-49.
21. GamalRawia F., El-Sawy M., Ramadan E.M. Effect of substrate pretreatment on microbial protein production. *Egypt J. Microbiol*, Spec. issue (1985): 81-89.
22. Hours R. A., Massucco A. E., Ertola R. I. Microbial biomass product from apple pomace in batch and fed batch cultures. *Appl. Microbiol. And Biotechnol*, Vol. 23, 1 (1985): 33-37.
23. Rlise T. Probiotics promotes production performance. *Poultry Intern.*, Vol. 21, 5 (1982): 44-48.
24. Weiss A. S. Reseachers cultivate new uses for bacilli. *Biol. Technology.*, Vol. 3, 11 (1985): 967.

Ermolova Evgenia Mikhailovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Chair "Production and Processing Technology of Crop Products", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: zhe1748@mail.ru.

The age effect on hens' lipid metabolism and egg-laying in a poultry farm ecosystem

Ch. S. Zakrzhevskaya, M. A. Derkho, T. I. Sereda

The paper is devoted to the relationship between some zoohygienic parameters and lipid metabolism intensity in hens. The zoohygienic microclimate parameters of a poultry farm ecosystem are established to vary according to the hens' age and to depend on seasons. In winter (26, 80-week-old hens) the relative humidity in the production section reduces up to 37.33-37.44% and increases the air speed up to 0.9 m/sec. In summer (56-week-old hens) the air temperature increases up to 26.22±0.48°C along with the rate of air exchange up to 4.43±0.03 m³/kg of the hens' live weight. The concentration of total cholesterol in the hens' blood is established not to depend significantly on their age and the egg production; it ranges within 2.58-3.74 mmol/l. The level of total lipids is dependent on the age of laying hens, their egg production and achieves its maximum at the age of 56 weeks (7.39±0.13 g/l) at the 95% egg production. The content of triacylglycerides decreases along with the hens' age increase and is correlated with the value of the air temperature in the poultry farm ($r=-0,53-0,84$).

Keywords: microclimate, lipids, blood, laying hens.

References

1. Arhipov A.V. Lipidnoe pitanie, produktivnost' ptitsy i kachestvo produktov pitsevodstva. Moscow: Agrobiznescentr, 2007. 440 p.
2. Bashlykova L.A., Ermakova O.V., Zainullin V.G. Embrional'naya smertnost' plevki-ekonomki kak pokazatel' vliyaniya malyh doz estestvennoi radioaktivnosti na geneticheskie protsessy v populyatsiyah. *Radiobiologiya* 26 №1 (1987): 45-49.
3. Vasil'eva S.V. Biohimicheskie aspekty vozrastnoi dinamiki mikroelementov u kur-nesushek v ekosisteme pitsefabriki: extended abstract of Cand. Sci. (Veterinary) Dissertation. Saint Petersburg: SPb-GAVM, 2007. 25 p.
4. Derho M.A., Sotskii P.A. Harakteristika vliyaniya faktorov prirodnoi sredy na aktivnost' organov leukopoeza v organizme bychkov. *Agrarian Bulletin of the Urals* 4(70) (2010): 86-88.
5. Derho M.A., Sereda T.I., Zakrzhevskaya K.S. Vozrastnaya izmenchivost' glyukoza-6-fosfatdehidrogenazy v eritrotsitah kur. *Fundamental'nye problemy nauki: sb. statei mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Ufa (2015): 17-19.
6. Derho M.A., Sereda T.I., Zakrzhevskaya K.S. Dinamika fermentov uglevodnogo obmena v krovi nesushek v zavisimosti ot vozrasta i yaitsenoskosti. *Zakonomernosti i tendentsii razvitiya nauki: sb. statei mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Ufa (2015): 9-11.
7. Derho M.A., Sereda T.I., Zakrzhevskaya K.S. Sopryazhennost' zoogigienicheskikh parametrov mikroklimata s aktivnost'yu fermentov uglevodnogo obmena v organizme kur. *Nauchnye i innovacionnye podhody v veterinarnoi meditsine: sb. materialov.* Troitsk: UGAVM, Part 1 (2015): 7-9.

8. Kartush K.M. Lipidnyi obmen v organizme kur v vozrastnom aspekte i pri raznyh usloviyah sodержaniya. *Veterinarnoe i zootehnicheskoe obsluzhivanie zhivotnovodstva v novykh usloviyah hozyaistvovaniya: mezhvuz. sb. nauch. trudov.* Kazan' (2001): 136-138.
9. Kuznecov A.F. Gigena sodержaniya zhivotnyh. Saint Perersburg: Lan', 2004. 640 p.
10. Makarova Yu.V. Ekologo-biohimicheskie issledovaniya v agrofytotsenozah Samarskoi oblasti. *Vestnik SamGU* (Estestvennonauchnaya seriya) 7(47) (2006): 108-117.
11. Matyushkin V.G., Matyaev V.I., Fedaev A.V. Izmenenie zhirno-kislotnogo spektra lipidov organizma kur-nesushek i kachestvennyh pokazatelei yaits pod vliyaniem zhirovoi nagruzki. *Aktual'nye vo-prosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyaistva: mater. reg. nauch.-prakt. konf.* Yoshkar-Ola 4 (2002): 254-256.
12. Nikulin V.N., Sinyukova T.V. Sostoyanie nekotorykh pokazatelei uglevodno-lipidnogo obmena u kur-nesushek pri kompleksnom ispol'zovanii iodida kaliya i laktoamilovorina. *Izvestiya OGAU* 1(13) (2007): 66-68.
13. Rahimov I.H., Derho M.A. Vliyanie tekhnologii sodержaniya na formirovanie ti-reodinogo i met-abolicheskogo statusa u bychkov simmental'skoi i cherno-pestroi porody. *Uchenye zapiski KGAVM im. N.E.Baumana* 214 (2013): 372-376.
14. Sergeeva I.V., Anikina M.A., Haritonova I.A. Adaptatsii k srede obitaniya na morfologicheskom i kariotipicheskom urovnyah u Tanypodinae (Diptera, Chironomidae). *Aktual'nye problemy ekologicheskoi fiziologii, biohimii i genetiki zhivotnyh: mater. II me-zhdunar. nauch. konf.* Saransk (2009): 127-129.
15. Silenok A.V. Vliyanie faktorov okruzhayuschei sredy na ekologo-fiziologicheskie osobennosti organizma ptits v usloviyah kletchnogo sodержaniya (na primere cyplyat-broilerov krossa "Smena-7") v rannem postnatal'nom ontogeneze: extended abstract of Cand. Sci. (Biology) Dissertation. Bryansk, 2012. 24 p.
16. Teziev U.I. Vzaimosvyaz' mezhdru zagryaznennost'yu pochvy i molochnykh produktov razlichny-mi toksikantami. *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki: mater. I mezhdunar. foruma molodykh uchenykh i studentov.* Samara (2005): 45+.
17. Terteryan E.E. Lipidnyi obmen u kur v postnatal'nom ontogeneze i pri ispol'zovanii biologicheskii aktivnykh dobavok: extended abstract of Dr. Sci. (Biology) Dissertation. Moscow: MSHA im. K.A.Timiryazeva, 1988. 32 p.
18. Hizhneva O.A., Derho M.A., Sereda T.I. Fermenty krovi zhivotnyh, podvergnutykh kombinirovan-nomu vozdeistviyu sul'fata kadmiya i vibratsii. *Aktual'nye problemy nauchnoi mysli: sb. nauch. trudov.* Ufa (2014): 54-57.
19. Goldstein J., Brown M. Regulation of low densitylipoprotein receptors: implications for patho-genesis and therapy of hyper cholesterolemia and atherosclerosis. *Lipid Res.* 25 (1984): 1450+.

Zakrzhevskaya Christina Sergeyevna, undergraduate, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Derkho Marina Arkadyevna, Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Chair of Organic, Biologi-cal and Physical-Colloidal Chemistry, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Sereda Tatiana Ivanovna, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Chair of Organic, Bio-logical and Physical-Colloidal Chemistry, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Using of soya milk and a-tocopherol to reduce the alloxan diabetes rate in rats

Z. T. Lessova, S. N. Abdreshov, A. T. Mamataeva, M. B. Rebezov

The paper presents the results of the studied biochemical indicators of lymph and blood plasma in rats suffering from experimental alloxan diabetes. Rats were artificially prepared to have alloxan diabetes of the first type with absolute insulin deficiency. There were marked disorders of carbohydrate and protein

metabolism in the lymph and lymph accumulation in the end products of nitrogen metabolism. Alloxan diabetes caused violations of the structure and function of the lymph nodes, the biochemical composition of lymph and blood plasma. Indicators of these violations decreased significantly after the application soy milk and α -tocopherol in the rats' diet to weaken the development of alloxan diabetes.

Keywords: lymph, alloxan diabetes, α -tocopherol, soy milk, glucose.

References

1. Dedov I.I., Balabolkin M.I. *Vrach* 11 (2006): 3+.
2. Lankin V.Z. [et al.] Rol' antioksidantnyh fermentov i antioksidanta probukola v antiradikal'nyy zashchite β -kletok podzheludochnoy zhelezy pri alloksanovom diabete. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny* Vol. 137 № 1 (2004): 27-30.
3. Immunoradiometric assay for the in vitro determination of insulin in human serum and plasma. Immunotech. A Beckman Coulter Company. Prague, 2006. Pp. 2-5.
4. Kamyshnikov V.S. *Spravochnik po kliniko-biohimicheskim issledovaniyam i laboratornoy diagnostike*. M. : Medpress-inform, 2004.
5. Pak I.V. Vliyanie lokal'nogo dmv-oblucheniya na uroven' glikemii i sostoyanie immuniteta zhi-votnyh s alloksanindutsirovannym sahnym diabetom. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo slavyanskogo universiteta*. 2013. T. 13. № 11. Pp. 120-123.
6. Mozheyko L.A. Eksperimental'nye modeli dlya izucheniya sahnogo diabeta. Alloksanovyy dia-bet. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2013. № 3(43). Pp. 26–29.
7. Mihaylichenko V.Yu., Stolyarov S.S., Staryh A.A. Patofiziologicheskie aspekty razvitiya alloksanovogo sahnogo diabeta u krysov v eksperimente. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. № 5. Pp. 23.
8. Polupanov A.S., Yakusheva E.N. Vliyanie statinov na pronitsaemost' lizosomal'nyh membran pri alloksanovom diabete. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik im. akademika I. P. Pavlova*. 2010. № 1. Pp. 60-65.
9. Gati M. A. Osobennosti funktsionirovaniya antiokislitel'nyh fermentov u krysov, bol'nyh alloksanovym diabedom, v protsesse eksperimenta. *Perspektivy nauki*. 2012. № 5(32). Pp. 361–363.
10. M. Gati [i dr.] 10. Fiziologo-biohimicheskie aspekty adaptatsii krysov k usloviyam alloksanovogo diabeta. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013. № 11-3. Pp. 465-469.
11. Eprintsev A.T., H. Al' Dayni Saba, Syromyatnikov M.Yu., Gati M.A. Osobennosti funktsionirovaniya akonitatgidrataznoy fermentnoy sistemy v organah krysov v usloviyah alloksanovogo diabeta. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy himii*. 2012. V. 10. № 3. Pp. 38-44.
12. Isliker H., Weiser H., Moser U. Stabilization of rat heart mitochondria by α -tocopherol in rats. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1997. V. 67. № 2. P. 91-94.
13. Lukačínová A., Mojžiš J., Beňačka R., Keller J., Maguth T., Kurila P., Rác O., Ništiar F., Vaško L. Preventive effects of flavonoids on alloxan-induced diabetes mellitus in rats. *Acta Veterinaria Brno*. 2008. T. 77. № 2. P. 175-182.
14. Golfman L., Dixon Ia. M. C., Takeda N., Chapman D., Dhalla N. S. Differential changes in cardiac myofibrillar and sarcoplasmic reticular gene expression in alloxan-induced diabetes. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 1999. T. 200. № 1–2. P. 15-25.
15. Tenner T. E., Zhang X. J., Lombardini J. B. Hypoglycemic effects of taurine in the alloxan-treated rabbit, a model for type 1 diabetes. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2003. T. 526. P. 97-104.
16. Morugova T. V., Davletov E. G. The effect of some antihypertensive agents on carbohydrate metabolism in intact rats and those with alloxan diabetes. *Geographical Review*. 1998. T. 88. № 3. P. 49.
17. Hsu Y.-W., Yeh S.-M., Chen Y.-Y., Tseng J.-K., Chen Y.-C., Lin S.-L. Protective effects of taurine against alloxan-induced diabetic cataracts and refraction changes in new zealand white rabbits // *Experimental Eye Research*. 2012. T. 103. P. 71-77.

Lesova Zhaniha Tureevna, Cand. Sci. (Biology), acting Professor, Almaty Technological University.

E-mail: zh.lesova@atu.kz.

Abdreshov Serik Nauryzbaevich, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Almaty Technological University.

E-mail: snabdreshov@mail.ru.

Mamataeva Aygul Tumaevna, Cand. Sci. (Biology), acting Associate Professor, Almaty Technological University.

E-mail: mamataevaabbm1976@mail.ru.

Rebezov Maksim Borisovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: rebezov@ya.ru.

Broiler chickens' productivity when using a pharmacological composition SM-complex

V. I. Fisinin, A. S. Mitrokhin, A. A. Terman, A. V. Miftahutdinov

At the department of physiology and pharmacology of South-Ural State Agrarian University a SM-complex pharmacological composition (SM-stimulant metabolism) has been developed including as a main active ingredient butafosfan and a number of components, providing a potentiation of the overall metabolic and growth promoting action of the complex, as well as the components that influence its solubility. In contrast to existing liquid butafosfan-containing pharmacological forms the SM-complex does not include cyanocobalamin and is a white powder, soluble in water at the temperature of 25-30°C. The total number in the control group consisted of 338 977 337 439 goals and goals in the test. Slaughtering chickens experimental and control groups was carried out in a single day in the 38-40-day age. As a result, it found that the SM-complex has a pronounced growth stimulating effect exerted on the final stage of fattening broiler chickens. Yield meat chickens treated SM-complex was higher than 93 g, or 5.4%, compared with intact chickens. Use of SM-complex in the first 7 days of life chickens increases their overall resistance that expressed higher safety value in the test group average of 1.43% compared to controls. As a result of the experimental work the economic effect of SM-complex was 3 129 743.65 rubles, the cost-effectiveness of 1 ruble of expenses 40.64 RUB, the economic effect on 1 conditional head 9.27 RUB. The authors recommend to increase the productivity and safety of fattening broiler use of pharmacological CM-complex with water the first day of life the chicks for 7 days at a dose of 150 mg per 1 kg of body weight of chickens. Obtained by mixing the components the SM pharmacological composition may be stored in a sealed plastic package for 1 year at room temperature in normal veterinary pharmacy.

Keywords: broiler chickens, SM-complex, butafosfan, productivity stimulators.

References

1. Fisinin V. I. Mirovye zhivotnovodstvo: vyzovy budushchego. Materialy XVII mezhdunar. konf. VNAP. Sergiev Posad (2012): 3-7.
2. Kochish I.I., Lachugin E.P., Kochish O.I., Makarov S.V. Primenenie immunokorrektiruyushchey kormovoy dobavki v racionah myasnyh kur v ZAO "Belgorodskiy broyler. Rossijskij veterinarnyj zhurnal". Sel'skohozyaystvennyye zhivotnye (2012): 13-15.
3. Kavtarashvili A.Sh., Golubev I. I. Metodika otsenki sroka ekspluatatsii kur-nesushek yaichnyh krossov. Ptitsevodstvo 1 (2013): 17-20.
4. Fisinin V.I., Tardat'yan A.G. Sovremennyye strategii bezopasnogo kormleniya ptitsy. Ptitsa i pitseprodukty 5 (2003): 21-26.
5. Nozdrin G.A., Shevchenko A.I. Prirost zhivoy massy myasnyh gusey, broylernyh indeek i tsyplyat pri skarmlivanii probiotika vetom 1.1. Dostizheniya nauki i tekhniki APK 4 (2009): 44-45.
6. Lenkova T.N., Egorova T.A., Men'shenin I.A. Novyy probiotik A2. Ptitsevodstvo 4 (2013): 23-26.
7. Ovchinnikov A.A., Plastinina Yu.V., Ishimov V.A. Sravnitel'noe primeneniye probiotikov v pitsevodstve. Zootekhnika 5 (2008): 8-10.

8. Fisinin V.I., Yudin S.M., Egorov I.A., Panin A.I. Primenenie preparata yoddar v kombikormah dlya tsyplyat-broylerov. Dostizheniya nauki i tekhniki APK 2 (2013): 38-41.
9. Ovchinnikov A.A., Karbolin P.V. Glaukonit i tseolit v ratsione tsyplyat-broylerov. Kormlenie sel'skohozyaystvennykh zhyvotnykh i kormoproizvodstvo 5 (2012): 62-68.
10. Lenkova T.N., Kurmanaeva V.V. Ispol'zovanie TselloLyuksa-F ekonomicheskii vygodno. Ptitsevodstvo 1 (2013): 28-29.
11. Okolelova T.M. [et al.] Povyshenie produktivnosti i sohrannosti broylerov pri ispol'zovanii preparatov Strolitin i Butofan OR. Ptitsevodstvo 2 (2015): 21-24
12. Balyshev A.V. [et al.] Effektivnost' primeneniya novoy kormovoy dobavki Butofan OR broyleram. Veterinariya 1 (2014): 19-20.
13. Abramov S. [et al.] Effektivnost' primeneniya novoy kormovoy dobavki Butofan OR kuramnesushkam. Ptitsevodstvo 11 (2013): 21-22.
14. Miftahutdinov A.V., Terman A.A., Mitrohina A.S., Anosov D.E. Effektivnost' stimulyatora metabolizma Sm-Complex pri otkorme tsyplyat-broylerov. Dostizheniya nauki i tekhniki APK 12 (2014): 54-56.
15. Nikitin I.N. Organizatsiya veterinarnogo dela. St. Petersburg, 2012.
16. Sevast'yanova N.A. Osobennosti opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti meropriyatiy po sohraneniю zhyvotnovodcheskoy produktsii ot zagryazneniya. Farmakologicheskie i ekotoksikologicheskie aspekty veterinarnoy meditsiny: mater. nauch.-prakt. konf. farmakologov Rossiyskoy Federatsii, Troitsk (2007): 282-284.

Fisinin Vladimir Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: vnitip@vnitip.ru.

Mitrohina Anna Stepanovna, post graduate student, the Chair of Physiology and Pharmacology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Terman Anatoly Anatolyevich, Cand. Sci. (Veterinary), South-Ural State Agrarian University.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

Miftakhutdinov Alevtin Victorovich, Dr. Sci. (Biology), Professor of the Chair of Physiology and Pharmacology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: vnitip@vnitip.ru.

Evaluation of chickens' adaptive capacity according to their blood enzyme activity and the heart supernatant

S. Yu. Kharlap, M. A. Derkho

The article evaluates the informativeness of enzymes (alaninaminotransferase (AlAT), aspartataminotransferase (ASAT), alkaline phosphatase (ALP)) of the supernatant of the heart in the characteristics of adaptive capacity of chickens of the Lohmann-white in the development of stress reactions. It is established that the adaptive ability of the heart cells of domestic and foreign chickens assessed by the activity of transamination enzymes and alkaline phosphatase were significantly different. In the body of domestic chickens cardiomyocytes have a higher adaptive capacity, which is reflected in their metabolic and functional activity. Therefore, the duration of the first phase (phase a critical minimum) in the stress-response was minimal (within 1 hour); decreased activity of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and alkaline phosphatase in supernatant of the heart and blood plasma, and 4 hours after exposure to the stress factor was moving into a phase of rehabilitation and mobilization, ensuring recovery and increased activity of enzymes in the body of birds. The heart maintained its functional activity by limiting the permeability of cell membranes, which served as a manifestation of the high adaptive abilities of the body. In the group of imported chickens dynamics of changes of aminotransferases and alkaline phosphatase in

supernatant of the heart and blood testified to the violation of normal formation of the adaptive reactions of the organism, which reflects the low adaptive capacity of the body.

Keywords: stress response, chickens, enzymes, blood, heart supernatant.

References

1. Tkachenko E.A. [et al.] Adaptatsionnye izmeneniya aktivnosti fermentov v organizme myshey pri oksidativnom stresse. Vestnik veterinarii 2 (2013): 65-68.
2. Ben'kovskaya G.V. Stress-reaktsiya kak mekhanizm realizatsii adaptivnogo potentsiala osoby i populyatsii nasekomykh: extended abstract of Dr. Sci. (Biology) Dissertation. Novosibirsk, 2009.
3. Buslovskaya L.K., Kovaleva O.L. Transportnyy stress kur i korrektsiya ih narusheniy. Ekologo-fiziologicheskie problemy adaptatsii: mater. XII mezhdunar. Simpoziuma, Moscow (2007): 82-84.
4. Derkho M.A. [et al.] Vliyanie vibratsionnogo stressa na aktivnost' uglevodnogo obmena v organizme zhivotnyh. Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum 76 (2015): 6.
5. Deeva A.V., Deeva A.V., Zaytseva M.L. Novoe v profilaktike transportnogo stressa s ispol'zovaniem immunotropnykh preparatov u tsyplyat pervogo dnya zhizni. Web 28 Feb. 2016 <<http://www.webpti-cprom.ru>>.
6. Derho M.A., Sereda T.I., Hizhneva O.A. Osobennosti stress-reaktsii organizma myshey pri kombinirovannom vozdeystvii sul'fata kadmiya i vibratsii. Sovremennye kontseptsii nauchnykh issledovaniy Part 4, 6 (2014): 101-103.
7. Evdokimova O.V., Gorodetskaya I.V. Vliyanie eksperimental'nogo gipotireoza i L-tiroksina na aktivnost' aminotferaz i gamma-glutamyltransferazy v krovi pri deystvii stressorov razlichnogo proiskhozhdeniya. Vestnik VGMU Vol. 12, 4 (2013): 34-42.
8. Kovalev N.N. Holinesterazy – biohimicheskie mekhanizmy adaptatsii gidrobiontov: extended abstract of Dr. Sci. (Biology) Dissertation. Vladivostok, 2003.
9. Kovtunenکو A.Yu. Adaptatsionnye reaktcii u kur pri transoprtirovke i shumovom vozdeystvii: extended abstract of Cand. Sci. (Biology) Dissertation. Belgorod, 2009.
10. Kolesnik E.A., Derho M.A. Kompleksnaya otsenka roli gormonal'nykh i metabolicheskikh faktorov v protsessah rosta i razvitiya u tsyplyat-broylerov. Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh 4 (2015): 72-81.
11. Mamylyna N.V., Belousova N.A. Fermentemiya kak pokazatel' povrezhdeniya organizma pri dlitel'nom emotsional'nom stresse i gipokinezii. Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, Ser. 4: Estestvennye nauki 5 (2003): 120-123.
12. Proshina L.G. [et al.] Opredelenie vklada znachimykh pokazateley v formirovanie adaptivnykh reaktcii miokarda pri eksperimental'nykh vozdeystviyakh. Vestnik novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta 71, Vol. 1 (2013): 106-109.
13. Poryadina G.V. Stress i patologiya: metod. razrabotka. Moscow, 2009.
14. Rapiev R.A., Manapova R.T. Biohimicheskiy status organizma zhivotnykh kak kompensatorno-regulyatornaya reaktcii na fone deystviya stressa. Fundamental'nye issledovaniya 10 (2013): 2263-2669.
15. Sereda T.I., Derho M.A. Otsenka roli aminotferaz v formirovanii produktivnosti u kur-nesushek. Sel'skohozyaystvennaya biologiya 2 (2014): 72-77.
16. Sereda T.I., Gorelik L.Sh., Derho M.A. Produktivnost' kur-nesushek i aktivnost' fermentov krovi. Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana 214 (2013): 372-376.
17. Sereda T.I., Derho M.A., Razumovskaya L.M. Vzaimosvyaz' aktivnosti shchelochnoy fosfaty s urovnem sodержaniya metallov v krovi kur krossa "Loman-belyy". Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skohozyaystvennykh nauk 5 (2012): 70-72.
18. Harlap S.Yu., Derho M.A. Charakteristika adaptatsionnogo potentsiala tsyplyat krossa "Loman-belyy". Agropodovol'stvennaya politika Rossii 6 (2015): 62-67.
19. Hizhneva O.A., Derho M.A., Sereda T.I. Fermenty krovi zhivotnykh podvergnutykh kombinirovannomu vozdeystviyu sul'fata kadmiya i vibratsii. Aktual'nye problemy nauchnoy mysli: sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii, Ufa (2014): 54-57.
20. Cherkesova D.U. Fiziologicheskie aspekty kletочно-molekulyarnykh zakonomernostey adaptatsii zhivotnykh organizmov k ekstremal'nym faktoram: extended abstract of Dr. Sci. (Biology) Dissertation. Astrahan, 2013.

21. Yarovan N.I. Izmenenie aktivnosti fermentov v krovi korov pri tekhnologicheskom stresse. Web 28 Feb. 2016 <<http://www.allbest.ru>>.
22. Sabban E., Kvetnansky R. Stress-triggered activation of gene expression in catecholaminergic systems: dynamics of transcriptional events. Trends in Neurosciences 24 (2001): 91-98.
23. Helal G.E., Eid F., Neama M. Effect of noise stress and/or sulphur dioxide treatment on some physiological and histological parameters in female albino rats. The Egypt J. hospital med. 44 (2011): 295-310.

Kharlap Svetlana Yuryevna, post graduate student, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: proffuniver@yandex.ru.

Derkho Marina Arcadyevna, Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Chair of Organic, Biological and Physical-Colloidal Chemistry, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Leukocyte index as an indicator of immune status of a cow's organism during the early pregnancy period

S. A. Chulichkova, M. A. Derkho

The paper deals with the descriptiveness studied leukocyte indexes Re-assessment of the immune status of pregnant cows during the first month of pregnancy. The object of the study were golshinizirovanogo cows black-motley breed after the second calving; material - blood, which determines the number of leukocyte cells. It was found that in the early stages of pregnancy in the process of embryo implantation between the organism of mother and fetus are established complex immunological relationship to ensure its development and prevent rejection. Progress in immunological adjustment in the mother can be evaluated using the leukocyte index, the value of which is changed bi-phase values. At 1 and 2 weeks of pregnancy on a background of antigenic exposure of the fetus to the mother's body increases the amount of blood-cell index (PCC), the index RATIO-wearing neutrophils and lymphocytes (NLymRI) and decreases - lymphocyte - granulocyte index (Ilg), the index of the ratio of lymphocytes and eosinophils (ISLE) and the index of the ratio of neutrophils and eosinophils (ISNE) due to the growth in the number of cows leukogram eosinophils and segmented neutrophils. The appearance of the cow mothers signs of immunological tolerance at the expense of the functional activity of lymphocytes provides a reduction in the level of the PSC, and the increase NLymRI - reactive response of neutrophils (RON) and Ilg.

Keywords: cows, pregnancy, blood, leukocyte index.

References

1. Derkho M.A., Samoilo E.S. Integral indices of intoxication as a criterion for assessing the level of endogenous intoxication in babesiosis. Scientific notes KGAVM them. N.E. Bauman 207 (2011): 170-177.
2. Derkho M.A., Sereda T.I., Hizhneva O.A. Informative leukocyte indices in assessing stress responses in mice. Cotime research: the experience of innovation: Materials of IV Int. nauch.- Pract. Conf., Ekaterinburg 4 (2014): 78-80.
3. Derkho M.A., Sereda T.I., Rybyanova J.S. Leukocyte index in the evaluation of toxic cadmium will repayment on the body of mice. Scientific Perspectives of the 21st century. Achievements and prospects of the new century: Proceedings of the IV. scientific-practical Conf. Novosibirsk 5, Part 3 (2014): 53-55.
4. Immunological mystery pregnancy. Ivanovo: MIC, 2005.
5. Kobets T.V., Nekrasov V.N., Motrich A.K. The role of leukocyte indices in evaluating adaptive - compensatory possibilities Chukchi children with recurrent bronchitis, step spa treatment. Bulletin of physiotherapy and balneology 1 (2003): 47-48.
6. Mustafina J.G., Kramarenko Y.S., Kobtseva V.Y. Integral hematologic parameters in the assessment of immunological reactivity in patients with eye disease. Klin. lab. Diagnostics 5 (1999): 47-48.
7. Orlov A.V. Screening markers of physiological and complicated pregnancy: extended abstract of of Dr. Sci. (Medicine) Dissertation. Rostov-on-Don, 2006.

8. Petrosyan L.A. Immunological aspects of habitual pregnancy loss. *Problems of reproduction* 2 (2008): 62-67.
9. Tikhonchuk V.S., Ushakov I.B., Karpov V.N. [et al.] The use of new integrated indicators of human peripheral blood. *Voen. Med. Zh.* 3 (1992): 27-31.
10. Tetrushvili N.K. The role of immune interactions in the early stages of normal pregnancy and habitual abortion. *Immunology* 2 (2008): 124-129.
11. Tkachenko E.A., Derkho M.A. Leukocyte index in experimental mice cadmium intoxication. *News OGAU* 3 (2014): 81-83.
12. Tkachenko E.A., Derkho M.A. Assessment of signs of endogenous intoxication in mice in cadmium toxicosis. Prospects of development of agrarian and industrial complex in the works of young scientists: Sat. mat-fishing reg. scientific and practical. Conf., Tyumen (2014): 83-86.
13. Harlap S.Y., Derkho M.A., Sereda T.I. Features leukogram chickens in the development of stress reaction in the simulated stress. *News OGAU* 2 (2015): 103-105.
14. Harchenko E.P. Immune privilege: the pathological aspect. *Immunology* 4 (2009): 249-255.
15. Shamsutdinova I.R., Derkho M.A. Changes to the morphological parameters of blood of laboratory animals with the introduction of silver nanoparticles per os. *Russian agriculture* 73 (2015): 166-170.
16. Shaposhnikova L.V. The physiological state of the cows in the early stages of pregnancy: extended abstract of Cand. Sci. (Biology) Dissertation. Ryazan, 2009.
17. Shirshiev C.B. The mechanisms of immune control processes reproduction. Ekaterinburg, 1999.
18. Cross J.C., Werb Z., Fisher S.J. Implantation and the placenta: key pieces of the development puzzle. *Science* 266 (1994): 1508-1512.
19. Derkho M.A., Tkachenko A.V., Nurmukhametov N.V. Immune status of horses at chronic strongiloidosis. *European Journal of Natural History* 2 (2007): 66-69.
20. Hunt J.S., Petroff M.G., McIntire R.H., Ober C. HLA-G and immune tolerance in pregnancy. *The FASEB Journal* 19 (2005): 681-693.
21. Mor G., Cardenas I., Abrahams V., Guller S. Inflammation and pregnancy: the role of the immune system at the implantation site. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* Vol. 1221, № 1 (2011): 80-87.
22. Nakashima A., Shima T., Inada K. et al. The balance of the immune system between T cells and NK cells in miscarriage. *Am. J. Reprod. Immunol* Vol. 67, № 4 (2012): 304-310.

Chulichkova Svetlana Alexandrovna, post graduate student, the Chair of Organic, Biological and Physical-Colloidal Chemistry, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Derkho Marina Arcadyevna, Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Chair of Organic, Biological and Physical-Colloidal Chemistry, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

TECHNICAL SCIENCES

Multimodal international transport technology and organization

Z. V. Almetova, A. V. Gritsenko, K. V. Glemba

The paper deals with the problem of increasing the efficiency of regional transport systems in the Russian Federation, the principle of organizing multimodal goods transportations (exemplified with large-format metal sheets transported in the direction Suzhou (China) – Chelyabinsk (Russia)) being examined. Thus, there are some objectives: to analyse the main possible schemes of delivering the goods in Chelyabinsk; to determine optimal variants for transporting goods from Suzhou to Chelyabinsk and analyse the road and rail part of the route; to carry out a comparative analysis of the rates for transporting goods, to calculate costs and compare the costs of different parts of the route. The main research direction is concerned with the development of terminal-to-terminal transportations between regions. The analysed transport-technological scheme of delivering goods from China to Russia makes it possible to consider

different ways of delivery, the benefits of each one being identified and the best form of transport being chosen. The conducted research and the obtained data make it possible to develop and implement a new transport and technological scheme of delivering goods. The compared costs of different parts of the route prove the freight from the port of Suzhou to Rostov-on-Don, Vladivostok or Saint Petersburg to be almost the same. The analysis of the transportation component on the territory of the Russian Federation reveal the delivery of goods from the port of “Rostovsky” to be the most economically advantageous as transportation distances mostly influence carriers’ rates. Goods transportation of by road reduces the time of delivery up to 4 days (forward) due to minimal downtime during transporting and during loading and unloading in ports and at stockage points.

Keywords: multimodal transportation of goods, transport system, goods storage, terminal cargo handling, route, stockage point, freight.

References

1. Al'metova Z.V. Povyshenie effektivnosti tranzitnyh perevozk v mezhterminal'nyh soobscheniyah (na primere Chelyabinskoi oblasti): Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Moscow, 2014.
2. Al'metova Z.V., Larin O.N. Metodicheskie printsipy formalizatsii tranzitnyh soobschenii. Bulletin of SUSU. Series: Economics and Management, 30 (2014): 161-167.
3. Nikiforov V.S. Mul'timodal'nye perevozki i transportnaya logistika. Moscow, 2007.
4. Pogotovkina N.S., Almetova Z.V., Gorchakov Y.N., Kosyakov S.A., Khegay V.D. Motorization in Russia: Challenges and solutions. International Journal of Applied Engineering Research. Publisher: India Publications. Pp. 34443–34448.
5. Miloslavskaya S.V., Pluzhnikov K.I. Mul'timodal'nye i intermodal'nye perevozki. Moscow, 2001.
6. Al'metova Z.V., Larin O.N. Voprosy sokrascheniya porozhnyh probegov avtomobilei pri tranzitnyh gruzovyh perevozkah. Transport of the Urals 4 (2012): 54-58.
7. Al'metova Z.V., Larin O. N. Ispol'zovanie tranzitnyh terminalov dlya povysheniya effektivnosti tranzitnyh perevozk. Avtotransportnoe predpriyatie 4 (2014): 25-27.
8. Glemba K.V., Al'metova Z.V. Optimizatsiya ob'emov partiy postavok gruzov i parametrov raboty pogruzochno-razgruzochnykh kompleksov tranzitnyh terminalov v mezhterminal'nyh soobscheniyah. AIC of Russia 73 (2015): 82-88.
9. Glemba K.V. [et al.] Faktory opasnosti mobil'nyh tehnologicheskikh processov. Mehanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaistva 7 (2003): 4-6.
10. Larin O.N., Mirotin L.B., Goryaev N.K., Al'metova Z.V. Nauchnye osnovy organizatsii tranzitnyh terminalov: monograph. Chelyabinsk, 2014.
11. Glemba K.V. Mnogokriterial'nyi podhod k issledovaniyu otsenki bezopasnosti v sistemah primenyatiya resheniy pri upravlenii avtomobilem. Materialy IV mezhdunar. nauch.-prakt. konf. “Problemy i perspektivy razvitiya evroaziatskiykh transportnykh sistem”. Chelyabinsk (2012): 45-55.
12. Glemba K.V., Larin O.N., Mayorov V.I. Voprosy primeneniya sistemnogo podhoda dlya povysheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Ezhemesyachny nauch. inform. sb. “TRANSPORT: nauka, tehnika, upravlenie”. Moscow: VINITI RAN 11 (2013): 52-55.
13. Glemba K.V., Aver'yanov Yu.I. Vyyavlenie i sovershenstvovanie problemnykh vzaimosvyazey strukturnykh elementov sistemy bezopasnosti dvizheniya mobil'nykh mashin. Vestnik CSAA 66 (2013): 25-34.
14. Glemba K.V., Aver'yanov Yu.I., Glemba V.K. Metody otsenki informatsionnoy peregruzki operatora v processe upravleniya mashinoy. Vestnik CSAA 56 (2010): 5-10.
15. Al'metova Z.V., Glemba K.V. Printsipy optimizatsii parametrov raboty pogruzochno-razgruzochnykh kompleksov. Materialy LIV mezhdunar. nauch.-tehn. konf. “Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu”, Chelyabinsk: CSAA (2015) 108-115.
16. Al'metova Z. V. Integratsiya gruzopotokov v tranzitnykh transportnykh uzlah // Vestnik JuUrGU. Ser. : Jekonomika i menedzhment. 2012. № 44(303). S. 180–183.
17. Al'metova Z.V., Larin O.N. Voprosy razmescheniya tranzitnyh terminalov v regionah. Transport: nauka, tehnika, upravlenie 11 (2012): 45-46.
18. Al'metova Z.V. Optimizatsiya parametrov tranzitnyh terminalov. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya 1 (2014).
19. Baranova Yu.O. Intermodal'nye i mul'timodal'nye perevozki gruzov: problemy terminologii. Saint Petersburg 6 (2012): 85-88.

20. Kirillov Yu.I., Kirilova E.V. Smeshannye perevozki v usloviyah integratsii transportnyh kommunikatsiy: problemy terminologii. Sb. nauch. trudov "Metody i sposoby upravleniya razvitiem transportnyh sistem", Odessa 17 (2011): 64-96.

21. Kirillova E.V. Relationship intermodal transport and transport technological systems: hypotheses their confirmation or refutation. SWorld "Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development", 2014.

22. United Nations Convention on international multimodal transport of goods. United Nations, 2001.

Almetova Zlata Viktorovna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair "Automobile Transport Operation", South Ural State University (National Research University).

E-mail: zlata.almetova@yandex.ru.

Gritsenko Alexander Vladimirovich, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair "Transport Operation and Industrial Training", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Glemba Konstantin Vyacheslavovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair "Transport Operation and Industrial Training", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: glemba77@mail.ru.

An effective way of accumulating winter precipitation moisture and technical equipment for its implementation

V. L. Astafyev, P. G. Ivanchenko, S. L. Malygin

Research is being conducted to identify the most agro-technically effective way of winter precipitation moisture accumulation and to find necessary technical equipment for its implementation. The main methods applied are experimental research, production environment examinations with a following analyses and choosing of an optimal variant. The farms of Northern Kazakhstan to accumulate winter precipitation are found to use the following techniques: leaving high stubble, sowing links on bare fallow keeping 7-9 m distance between them, herbicide fallow, mechanical snow retention every 4-6 m, a continuous tiring at harvesting and stubble links every 7-18 m. The first technique does not require additional time and money, but can't be applied to low stand. The second, third and fourth techniques provide moisture accumulation 1.8-2.5 times higher as compared with the stubble-based (the reference) one, but require additional time and money for the technical implementation of the process. The fifth technique provides an increase in moisture accumulation twice higher as compared with the reference one and does not require additional time and costs, but limits the sowing due to needed continuous tiring with A-hoe blades. The most preferred technique to increase snow accumulation up to 3.5 times is to form stubble links every 7-18 m. This also does not require additional time and costs. Stubble links can be formed with direct-harvesting machines combined with tiring units. Therefore, the authors give the main agrotechnical and operational performance characteristics of the tiring machine ZhO-6 produced by JSC «Penzmash» according to the results of its testing in KazNIIMESKh Kostanay branch and the results of laboratory and field testing of the header model sample with the operating width 7 m with a tiring adapter operating over 1.5 m. The latter was also tested in KazNIIMESKh Kostanay branch.

Keywords: techniques of snow accumulation, stubble links formation, tiring harvester, header with tiring adapter.

References

1. Astaf'ev V.L., Kurach A.A. Statisticheskie harakteristiki urozhaynosti pri razlichnyh sposobah poseva zernovykh kul'tur sternevymi seyalkami. Vestnik CSAA 69 (2014): 5-9.

2. Astaf'ev V.L. Sravnenie razlichnyh sposobov poseva v usloviyah Severnogo Kazahstana. AIC of Russia 72-1 (2015): 11-16.

3. Zemledele'tsy o snegozaderzhanii: interv'y u rukovoditeley hozyaystv informatsionno-analiticheskoy i nauchno-populyarnoy zhurnalu "Agrarny sektor". Agrarny sektor 4 (2012): 10-12.
4. Terpilovsky E.Yu. Osobennosti vypolneniya snegozaderzhaniya shirokoyahvatnymi agregatami. Aktual'nye problemy sovershenstvovaniya pochvoobrabatyvayuschih mashin, Alma-Ata, (1990): 88-93.
5. A.s. 1741625 SSSR MKP A 01V 13/16. Sposob snezhnoy melioratsii. E.Yu.Terpilovsky, A.Yu.Terpilovsky, V.L.Astaf'ev. BI 1992. № 23.
6. Baraev A.I. Agrotehnika tselinnykh zemel'. Izbr. tr. v 3 t. Alma-Ata 1 (2008): 267-275.
7. Baraev A.I. Dopolnitel'noye uvlazhnenie pochvy – vazhnoye usloviye polucheniya vysokikh urozhayev. Izbr. tr. v 3 t. Alma-Ata 1 (2008): 238-247.
8. Terpilovsky E.Yu. O tselesoobraznosti vypolneniya snezhnykh melioratsiy. Vestnik nauki im. Baytursynova. Ser.: Sel'skohozyaystvennyye nauki 3-4 (2002): 24-27.
9. Dvurechensky V.I. Vozdelyvaniye zernovykh kul'tur na osnove novoy vlagosberegayuschey tehnologii i sovremennoy tehniki. Pravila vozdelyvaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur. Kostanay, 2004.
10. Dvurechensky V.I., Grinets V.I., Gilevich S.I. Osnovnyye pravila vozdelyvaniya zernovykh kul'tur po nulevoy tehnologii: rekomendatsii. Kostanay, 2008.
11. Koskarbaev Zh.A. [et al.] Sohraneniye i povysheniye plodorodiya pochvy putem minimalizatsii obrabotki pochvy i sistemy primeneniya udobreniy. Rekomendatsii po zavershennym razrabotkam nauchno-issledovatel'skiykh rabot RGP «NPTs ZKh im. A.I.Baraeva». Shortandy, 2005.
12. Koskarbaev Zh.A. [et al.] Rekomendatsii po provedeniyu snegozaderzhaniya v 2007-2008 sel'skohozyaystvennom godu v Severnom Kazahstane. NPTs zernovogo hozyaystva im. A.I.Baraeva: rekomendatsii. Shortandy, 2007.
13. Suleymenov M.K. [et al.] Resursosberegayushchie tehnologii vozdelyvaniya yarovoy pshenitsy v zasushlivykh rayonakh Severnogo Kazahstana. NPTs zernovogo hozyaystva im. A.I.Baraeva: prakticheskoye rukovodstvo. Shortandy, 2008.
14. Kabytkenov T. Sternyu – ochesat', sneg – nakopit': interv'y u direktora Pavlodarskogo NIISKh T.Kabytbekova informatsionno-reklamnoy agrarnoy gazete "AgroInfo", Kostanay, November 2014.
15. Pigarev E. Ocharovanie ochesom: interv'y u rukovoditelya KKh "Zhanahay" E.Pigareva informatsionno-analiticheskoy i nauchno-populyarnoy zhurnalu "Agrarny sektor", Agrarny sektor 3 (2015): 24-27.
16. Astaf'ev V.L. Razgovor o vlage. Nakopit' i sohranit', Agrobiznes Kazahstan 1 (2015): 24-27.
17. Priemochnyye i sertifikatsionnyye ispytaniya zhatki ochesyvayuschey navesnoy ZhO-6. Protokol № 23-456-2012 ot 01.11.2012. Kostanayskiy filial KazNIIMESKh, Kostanay, 2012.

Astafyev Vladimir Leonidovich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Director, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture.

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Ivanchenko Pavel Grigoryevich, Cand. Sci. (Engineering), Head of the Laboratory of Using Machine and Tractor Fleet, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture.

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Malygin Sergey Leonidovich, researcher of the Laboratory of Using Machine and Tractor Fleet, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture.

E-mail: celinnii@rambler.ru.

Providing the functionality of the tribomechanical system "bearing ring – case" when using polymeric materials of acrylic series

V. V. Vakhrushev, A. V. Egorov, E. V. Zubova

The service life of most bearing units of transmissions for transporting and technological machines of the agro-industrial complex (AIC) depends on the state of their tribomechanical systems «bearing ring –

case». In practice polymer materials of acrylic series are known to be usually used to restore the functionality of such systems. The paper deals with strain and strength properties and load bearing capacity of films from the anaerobic polymer material Loctite 620, with the ultimate strength of adhesive bondings of 0.1 to 0.3 mm on two 2×20×60 mm plates taken as samples with a single overlap 15 mm long being found. The calculated values of the ultimate strength to ensure the functionality of the «ring – case» system must be within 3 to 5 MPa. The ultimate strength of 0.1-0.3 mm thick films from the anaerobic sealant Loctite 620 is found to be from 5 to 9 MPa and it is sufficient to ensure the functionality of the «bearing ring – case» system in transmission casings of transporting and technological machines. The effective operating temperature of Loctite 620 polymer films is 80-100°C that is sufficient for the operating modes of transmission casings of transporting and technological machines used in agriculture. To study stress-strain states, the bondings with the 40 mm-diameter contact surface of an optically sensitive material that simulates the adhesive layer are used as models. The photoelasticity method proves the maximum stress to occur on the symmetry axes of models, with the contact arc being 180 degrees. A qualitative picture of stripes indicates the identity of the stress-strain states of the model adhesive bondings both with uniform gaps and with eccentricity.

Keywords: polymeric material, photoelasticity method, stress-strain state, anaerobic sealant, shear strength, finite element method.

References

1. Anilovich V.Ya., Vodolazhchenko Yu.T. Konstruirovaniye i raschet sel'skohozyaystvennykh traktorov. Moscow, 1976.
2. Osnovy dinamiki i prochnosti mashin. Leningrad, 1978.
3. Kostecky B.I. [et al.]. Poverhnostnaya prochnost' metallov pri trenii. Kiev, 1976.
4. Bakli D. Poverhnostnye yavleniya pri adgezii i friktsionnom vzaimodeystvii. Moscow, 1986.
5. Malysheva G.V. Skleivaniye v mashinostroenii, Vol. 1. Moscow, 2005.
6. Nikolaev A.F. [et al.] Tehnologiya polimernykh materialov. St. Petersburg, 2008.
7. Aleksandrov A.Ya., Ahmetzyanov M.H. Poliarizatsionno-opticheskie metody mehaniki deformiruемого tela. Moscow, 1973.
8. Sharafutdinov G.Z. Ob osnovah metoda integral'noy fotouprugosti. Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 1: Matematika i mehanika 5 (1995): 70-79.
9. Gerasimov S.I. Primeneniye metoda fotouprugosti dlya analiza ostatochnykh napryazheniy v kompakt-diskah. Prikladnaya mehanika i tehnikeskaya fizika Vol. 45, 3 (2004): 176-180.
10. Zhilkin V.A., Vahrushev V.V. Obosnovaniye tehnologii remonta posadochnykh otverstykh pod podshipniki kacheniya. Vestnik ChGAU 53 (2008): 47-68.
11. Timoshenko S.P., Gud'er J. Teoriya uprugosti. Moscow, 1979.

Vakhrushev Vladimir Vladimirovich, senior lecturer, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: my-disk21@yandex.ru.

Egorov Anatoly Vasilyevich, Cand. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: my-disk21@yandex.ru.

Zubova Elena Vitalyevna, Cand. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: my-disk21@yandex.ru.

The model, algorithm and optimization parameters of plain bearings of ICE piston pins

O. G. Zavyalov, H. M. Niyazov

The article presents a model, an algorithm, a program and the calculation results of optimization parameters of the plain bearing of the ICE piston pin, with an approximate mathematical model of dynamically loaded bearings of the ICE piston pin being developed according to the calculation methods

of statically loaded plain bearings. The approximate mathematical model discloses the relationship of the piston pin bearing output parameters with the operational and structural factors. The model is based on M.V.Korovchinsky's technique for hydrodynamic calculating statically loaded plain bearings, the optimization being found with the program developed by the author in MATLAB environment and with the gradient (steepest) descent. For each iteration the step is found by minimizing the independent variable function. Before starting the program it's necessary to enter the following given (unchanging) parameters: the lubrication pressure; the oil specific heat capacity; the oil specific weight; diameter piston. Then the limits are specified for the following parameters: the length of the piston head; the diametrical bearing clearance; the oil dynamic viscosity; the maximum hydrodynamic pressure; the dynamic load evaluation of the bearing at semifluid and boundary friction; the temperature increment of the lubricating layer; the eccentricity; the ratio of the length of the piston head to the piston diameter. The parameters to be found are: the length of the piston head; the diametrical bearing clearance; the oil dynamic viscosity. The data are input and calculation results are output due to an easy-to-use interface. The calculation program is a finished product and can be used to construct engine plain bearings.

Keywords: optimization, gradient (steepest) descent method, bearing, piston pin, hydrodynamic lubrication theory.

References

1. Korovchinsky M.V. Teoreticheskie osnovy raboty podshipnikov skol'zheniya. Moscow, 1959.
2. Surkin V.I., Kurchatov B.V. Smazka traktornykh dvigateley: monograph. Chelyabinsk: ChGAA, 2009.
3. Solov'yov I.A., Chervyakov A.V., Repin A.Yu. Vychislitel'naya matematika na smartfonah, komunikatorah i noutbukah s ispol'zovaniem programmnykh sred Python. St. Peterburg, 2011.
4. Blednykh V.V. Issledovanie operatsiy v sel'skom hozyaystve i agroinzhenerii. Moscow, 2012.
5. Kopchenova N.V., Maron I.A. Vychislitel'naya matematika v primerah i zadachah. St. Peterburg, 2009.
6. Volkov E.A. Chislennye metody. St. Petersburg, 2008. 256 s.
7. Kireev V.I., Panteleev A.V. Chislennye metody v primerah i zadachah. Moscow, 2006.
8. Hog E., Arora J. Prikladnoe optimal'noe proektirovanie: mehanicheskie sistemy i konstruksii. Moscow, 1983.
9. Gritsenko A.V., Plaksin A.M. Optimizatsiya processa diagnostirovaniya avtotraktornoy tehniki minimizatsiy zatrat. Vestnik CSAA 63 (2013): 42-46.
10. Plaksin A.M., Kachurin V.V. Vzaimosvyaz' processov ispol'zovaniya i vosstanovleniya rabotosposobnosti mashinno-traktornykh agregatov v rasteniyevodstve. Vestnik CSAA 63 (2013): 74-77.
11. Niyazov H.M. Modelirovanie i optimizatsiya gidrodinamicheskikh parametrov podshipnikov porshnevogo pal'tsa DVS: Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Chelyabinsk, 2013.
12. Zhilkin V.A. Lektsii po kursu "Spetsglavy matematiki", Vol. 2. Chelyabinsk: ChGAA, 2014.

Zavyalov Oleg Gennadyevich, Cand. Sci. (Mathematics and Physics), Associate Professor, Head of the Chair of Information Technologies and Applied Mathematics, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: exp271@csaa.ru.

Niyazov Hammet Magzumyanovich, Cand. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: niyazovhammat@mail.ru.

Controlling and managing the technological processes at dairy farms

A. N. Kozlov

The paper is concerned to controlling of milking technology program for linear milking units with toggle systems to provide a programmable optimization of milking in cowhouses. Thus, milking machine operators' work can be estimated, namely: the time period necessary for preparing for milking,

its well-timed starting and ending. There is a visualization of every cow's milking on the controller's light indicating panel to monitor the milk flow diagram every 15 seconds, the percentage of produced milk every two minutes, the mean and the maximum intensity of milking, the body temperature and the number of somatic cells which exceed the specified ones, as well as the light signalling the ending of milking and udder diseases (subclinical mastitis). Milking begins when the number 60 appears on the digital indicating panel after the milking machine has been activated. It indicates the time necessary for a cow's preparation for milking estimated in seconds. When 60 seconds pass, a milking machine operator is to get the cow's udder into the milking machine. The machine milking controller is equipped with a loading port and can transfer data. The data storage unit of each controller has the complete information and the parameters of each out of 60 milked cows. More than 40 linear milking units of dairy farms in Chelyabinsk region are equipped with such controllers, with their total number exceeding 300 and their operational life being more seven years. The proposed system for controlling is unique to monitor the deviations from the average values during the previous ten days. These data help to compile productivity reports, the sickness rate of udder subclinical mastitis, etc. The program as the majority of similar developments also makes it possible to manage cows' reproduction system.

Keywords: milking technology, monitoring and control program, cow card, report.

References

1. Sushkov S.Yu. Strategiya razvitiya Chelyabinskoy oblasti v sfere agropromyshlennogo kompleksa. AIC of Russia 72-2 (2015): 9-12.
2. Mishurov N.P., Kuz'mina T.N. Tendentsii razvitiya tehniki dlya molochnogo skotovodstva. Vestnik VNIIMZh 3 (2015): 13-20.
3. Morozov N.M. Razvitie mashinnyh tehnologiy i sistem tehniceskikh sredstv dlya mehanizatsii i avtomatizatsii processov v zhivotnovodstve. Tehnika i oborudovanie dlya sela 8 (2013): 2-7.
4. Zakrevsky A.O. Kak izbezhat' problem pri doenii? Sel'skohozyaystvennyye vesti 1 (2005): 1-2.
5. Kozlov A.N. Effektivnost' mehanicheskoy stimulyatsii korov v processe molokootdachi. AIC of Russia 72-2 (2015): 57-62.
6. Kozlov A.N. Analiz tehniceskogo sostoyaniya doil'nyh ustanovok. Vestnik ChGAU 48 (2006): 80-85.
7. Kozlov A.N. Metodika diagnostirovaniya soskovoy reziny doil'nogo apparata. AIC of Russia 71 (2015): 57-60.
8. Tyapugin E.A., Tjapugin S.E., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Osobennosti robotizirovannoy tehnologii doeniya vysokoproduktivnyh korov na sovremennykh kompleksah. Achievements of Science and Technology of AIC 29-2 (2015): 57-58.
9. Kormanovsky L.P., Tekulev I.K. Opyt ekspluatatsii doil'nyh robotov. Mehanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva 3 (2013): 6-7.
10. Pravila mashinnogo doeniya. Moscow, 1989.
11. Morozova N.I., Musaev F.A., Podol' S.R., Ul'kina M.A. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya stadom v usloviyah megafermy. Diary Industry 5 (2014): 33-34.
12. Mishurov N.P. Informatsionniy menedzhment molochnogo skotovodstva. Vestnik VNIIMZh 4 (2014): 41-48.
13. Krausp V.R., Stepanov A.N. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema upravleniya vosпроизводством zhivotnyh. Tehnika v sel'skom hozyaystve 2 (2007): 5-7.
14. Krausp V.R. Strategiya razvitiya avtomatizirovannyh tehnologiy v zhivotnovodstve. Traktory i sel'skohozyaystvennyye mashiny 8 (2007): 3-8.
15. Krausp V.R., Stepanov A.N. Informatsionno-logicheskaya model' bazy dannyh "Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema upravleniya vosпроизводством stada KRS". MESKh 11 (2006): 14-16.
16. Krausp V.R. ASUTP molochnoy fermy besprivyaznogo sodержaniya vysokoudoynnyh korov "AISU-400". Nauchnye trudy VNII elektrifikatsii s. h. 83 (1997): 68-83.
17. Hotsko L.G., Kozlova N.P., Murav'ev N.A. Integrirovannaya avtomatizirovannaya sistema kontrolya i upravleniya molochnoy fermoy. Avtomatizatsiya s.-h. proizvodstva: tezisny doklad mezhdunar. nauch.-tehn. konferentsii (Uglich, 13-16 May 1997). Moscow 2 (1997): 40-41.

18. Nagorsky S.I., Shepovalov V.D. Napravlenie razvitiya ASUTP obsluzhivaniya zhivotnyh. Avtomatizatsiya s.-h. proizvodstva: tezisy doklad mezhdunar. nauch.-tehn. konferentsii (Uglich, 13-16 May 1997). Moscow 2 (1997): 39+.

19. Alyab'ev E.V. Avtomaticheskaya sistema upravleniya produktivnost'yu korov. Tehnika v sel'skom hozyaystve 5 (1989): 4+.

Kozlov Alexander Nikolayevich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alkoz2@yandex.ru.

Improving the efficiency of machine milking technology

A. N. Kozlov, A. Zh. Akymbekov, U. H. Nurdan, A. A. Khryaschikov

One of the reasons for the unstable raising productivity of dairy animals is operators' ignoring the machine milking technology. This leads to the self-starting, mastitis and ab lactation of cows. It's obvious that the constant controlling of operators of machine milking technology and their actions is difficult to realize. Mass introduction of controllers for milking at farms of Chelyabinsk region revealed their high efficiency. Earlier received chronometer data on the duration of preparatory and final milking operations were improperly finished. This fact is also confirmed with mass studying due to registered duration of operations with individual electronic controllers. They proved the 10-second duration of preparatory and final operations for machine milking to be unacceptable. The analysis of histograms of distribution of random variables for duration of milking, machine yield of milk, the 2 minutes' per cent of milking and the percentage of the maximum milking intensity of this technology has revealed their ineffectiveness as low indicators obtained from cows milked for 2-4 months are comparable with the productivity of cows milked for 6-7 months and prepared for milking during 60 seconds. The productivity and its indicators when the udders of cows milked for 2-4 months are prepared for milking during 60 seconds have the following regularity. The yield of milking machines is repeatedly deviated, with its mean-square variation being 2 times lower than that of the cows milked with the 10-second preparation of their udders. The 2 minutes' per cent of milking exceeds the 50-percent level, indicating the full realization of the milk ejection reflex. This indicator for the cows milked for 2-4 months with the 10-second preparation of the udder is 2 times lower. The presented distribution of random variables for milking intensity indicators can be thought as normal due to binomial distribution approximation. This made it possible to compare the data with the 0.95 probability.

Keywords: machine milking technology, udder preparation before milking, distribution histogram, mathematical expectation of sampling, mean-square deviation, dispersion, asymmetry, excess, milking controller.

References

1. Kozlov A.N. Analiz tekhnicheskogo sostoyaniya doil'nyh ustanovok. Vestnik ChGAU 48 (2006): 80-85.
2. Kozlov A.N. Effektivnost' mekhanicheskoy stimulyatsii korov v protsesse molokootdachi. AIC of Russia 72-2 (2015): 57-62.
3. Kozlov A.N. Metodika diagnostirovaniya soskovoy reziny doil'nogo apparata. AIC of Russia 71 (2015): 57-60.
4. Kozlov A.N. Povyshenie tekhnologicheskoy nadezhnosti doil'noy ustanovki tipa molokoprovod. Vestnik CSAA 66 (2013): 42-47.
5. Kozlov A.N. Povyshenie rabotosposobnosti doil'nyh apparatov. Chelyabinsk, 2016.
6. Savrasov M., Arsen'ev D., Smelik V. Vybor doil'nogo apparata. Sel'skiy mekhanizator 4 (2007): 20-21.
7. Bogdan I.D. Novye razrabotki dlya doeniya korov v stoylah. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 1 (2003): 18-21.

8. Ul'yanov V.M. Sovershenstvovanie doeniya korov pri privyaznom sodержanii. *Tekhnika v sel'skom hozyaystve* 3 (2008): 12-14.
9. Vinnikov I.K., Bahchevnikov O.N., Pahomov Yu.V. Sovershenstvovanie doeniya korov v stoylah. *Tekhnika v sel'skom hozyaystve* 5 (2012): 21-25.
10. Chechenihina O.S. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh priemov doeniya dlya uluchsheniya svoystv wymeni i povysheniya molochnoy produktivnosti korov. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* 4 (2012): 77-79.
11. Kartashov L.P. O printsipah mashinnogo doeniya. *Tekhnika v sel'skom hozyaystve* 4 (1995): 3-4.
12. Kartashov L.P., Revyakin E.L. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva obucheniya operatorov zhivotnovodstva*. Moscow, 2007.
13. Kartashov L.P., Shleynikov B.A. O nekotorykh prichinah narusheniya tekhnologiy mashinnogo doeniya. *Tekhnika v sel'skom hozyaystve* 7 (1971).
14. Simarev Yu. Inzhenery i konstruktory, uchite fiziologiyu! *Sel'skiy mekhanizator* 1 (2003): 18-21.
15. *Pravila mashinnogo doeniya*. Moscow, 1989.
16. Zakrevskiy A.O. Kak izbezhat' problem pri doenii? *Sel'skohozyaystvennyye vesti* 1 (2005): 1-2.
17. Samosyuk V.G., Perednya V.I. Meli i porogi molochnoy reki. *Sel'skiy mekhanizator* 1 (2013): 26-27, 38.

Kozlov Alexander Nikolayevich, Cand. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Akymbekov Azamat Zhanybekovich, bachelor, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Nurdan Uulu Nurkeldi, bachelor, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Khryaschikov Anton Alexandrovich, bachelor, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

The effect of middle-class tractors on soil when assessing their efficiency

G. A. Okunev, N. A. Kuznetsov

At present, a large range of commercially available technical equipment and machines demands certain conditions of their use in agricultural production. As for tractors, they differ in undercarriages and can be track-type or wheel-type. A track-type tractor has a number of advantages only when working for general purposes if compared with a wheel-type one. Due to design features, high operating speeds and mobility wheeled tractors can perform various transport operations. The improved versatility of wheel-type tractors because of transport operations make it possible to reduce the costs of performing complex field operations and uplevel their efficiency to the one of track-type tractors. Crop losses because of moving propulsion devices when sowing crops in spring is rather sufficient. Field experiences to determine crop losses because of various propulsion devices that affect the ground have shown cost savings for the track-type tractor T-150-05-09-25 as compared with the wheel-type tractor HTZ-150K-09 single- and double-wheeled up to 586 RUB/ha and 508 RUB/ha, respectively. The aggregate costs of operations performed with the HTZ-150K-09 tractor with double wheels 21.3R24 and the crawler tractor T-150-05-09-25 are 5900 RUB/ha and 6450 RUB/ha, respectively. This fact makes it possible to uplevel the competitiveness of wheeled tractors with respect to crawler ones. To improve the efficiency of grain crops cultivation in the future the use of low-pressure tires 23,1R26 are sure to be the most rational direction.

Keywords: tractor, weight, effort, cost, price, soil, pressure, losses, crop.

References

1. Okunev G.A., Rahimov I.R., Kuznetsov N.A. Tendentsii razvitiya mehanizirovannykh processov v zemledelii. Vestnik CSAA 68 (2014): 53-59.
2. Okunev G.A., Rahimov I.R., Kuznetsov N.A. Sovremennyye tendentsii tehnikeskogo pereosnascheniya proizvodstvennykh formirovaniy razlichnogo tipa. Vestnik CSAA 69 (2014): 55-58.
3. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Andryanov A.V. Sovershenstvovanie i razvitie parka traktorov zony Yuzhnogo Urala. Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya 17 (2013): 203-208.
4. Okunev G.A. Osobennosti tehnikeskogo pereosnascheniya hozyaystv. Sel'skiy mehanizator 11 (2014): 24-25.
5. Okunev G.A., Ruzh'ev L.L. Tehnikeskoe pereosnaschenie proizvodstva, poisk effektivnykh variantov. Vestnik CSAA 70 (2014): 108-115.
6. Demidkov A.N. Sravnenie kolesnykh i gusenichnykh traktorov po tehniko-ekonomicheskim i pochvenno-ekologicheskim pokazatelyam. Povyshenie effektivnosti raboty sel'skohozyaystvennykh traktorov i ih dvigateley. Sbornik nauchnykh trudov ChGAU. Chelyabinsk: ChGAU (1991): 4-8.
7. GOST 27021-86 (ST SJeV-85). Traktory sel'skohozyaystvennyye i lesohozyaystvennyye. 1986.
8. Kuznetsov N.A., Pyataev M.V., Zelenin A.V. Rezul'taty proizvodstvennykh opytov po ustanovleniyu tyagovogo soprotivleniya pritsepa. AIC of Russia 72-2 (2015): 68-73.
9. Shepelev S.D. Soglasovanie parametrov tehnikeskikh sredstv v uborochnykh processah. Vestnik CSAA 67-1 (2014): 65-73.
10. Shepelev S.D., Shepelev V.D., Cherkasov Yu.B. Statisticheskie pokazateli proizvoditel'nosti zernouborochnykh kombaynov v zavisimosti ot narabotki. Agroprodoval'stvennaya politika Rossii 1 (2015): 36-40.
11. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Brazhnikov A.A. Vozdeystvie mashinnykh agregatov na pochvu i tendentsii formirovaniya mashinno-traktornogo parka. Vestnik CSAA 69 (2014): 51-54.
12. Zyryanov A.P., Pyataev M.V., Kuznetsov N.A. Snizhenie vozdeystviya kolyos traktora na pochvu. The Bulletin of KrasGAU 4 (2014): 223-227.
13. Brunotte J., Sommer C., Isensee E., Weisskopf P. Der Boden unter Druck. Landtechnik, Vol. 60, 3 (2005): 150-151.
14. Peth S., Horn R. Zur Abschätzung von Bodenspannungen unter landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen. Landtechnik, Vol. 59, 5 (2004): 268-269.
15. Holtkemeyer V. Messung der Reifenverformung bei verschiedenen Radlasten und Luftdrücken. Landtechnik, Vol. 60, 2 (2005): 76-79.
16. Kasparov A.A., Rasteryaev Yu.K., Agal'tsov G.A. Ob udel'nykh davleniyah na pochvu i primeneni shirokoprofil'nykh shin v hodovykh sistemah sel'skohozyaystvennoy tehniki. Al'ternativnye istochniki energii v transportno-tehnologicheskoy komplekse: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya Vol. 2, 1 (2015): 107-112.
17. Pryadkin V.I., Godzhaev Z.A. Mobil'nyye energosredstva sel'skohozyaystvennogo naznacheniya na shinah sverhnizkogo davleniya. Tehnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin 6 (2014): 33-39.
18. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Andryanov A.V. Tehniko-ekonomicheskie pokazateli ispol'zovaniya traktora HTZ-150K-09 na odinarnykh i sdvoennykh kolesah shinah. Vestnik CSAA 66 (2013): 58-67.
19. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Brazhnikov A.A. Obosnovanie davleniya vozduha v shinah traktora HTZ-150K-09 pri vypolnenii polevykh rabot. Vestnik CSAA 69 (2014): 55-58.
20. Azarov N.K., Kazankov L.B. Deformatsiya pochvy hodovymi sistemami razlichnykh dvizhiteley. Problemy intensivatsii pochvozaschitnogo zemledeliya. Tr. VASHNIL, Tselinograd (1992): 145-151.
21. Dokin B.D., Elkin O.V. Tehnologicheskaya i tehnikeskaya modernizatsiya rastenievodstva Sibiri. Ekonomika sel'skohozyaystvennykh i pererabatyvayuschih predpriyatiy 1 (2015): 18-22.
22. Dokin B.D., Elkin O.V., Lapchenko E.A. Tehnikeskoe obespechenie srokov provedeniya polevykh rabot v usloviyakh Sibiri. Sel'skohozyaystvennyye mashiny i tehnologii 3 (2015): 30-33.
23. Astaf'ev V.L., Bobkov S.I., Plohotenko M.A. Obosnovanie traktornogo parka dlya usloviy severnogo kazahstana. Vestnik CSAA 65 (2013): 56-60.
24. Astaf'ev V.L., Bobkov S.I., Plohotenko M.A. Obosnovanie tyagovykh klassov traktorov na poseve i osnovnoy obrabotke pochvy pri vzdelyvanii sel'skohozyaystvennykh kul'tur v severnom Kazahstane. Vestnik Kurganskoy GSKhA 4 (2013): 18-20.

25. Gorin G.S., Yanchuk A.A., Vaschula A.V. Analiz rezul'tatov sravnitel'nyh ispytaniy tyagovo-stsepnyyh svoystv kolyos s shinami nizkogo i sverhnizkogo davleniya. Tractors and Agricultural Machinery 4 (2013): 14-18.

26. Skrypnikov A.B., Kondrashova E.V., Trofimov Yu.I., Leonova M.N. Tehnogennoe vozdeystvie mobil'nyh sel'skokozyaystvennykh mashin na pochvu. Vestnik of VSAU 1 (2013): 51-56.

27. Perchatkin Yu.V., Mirkitanov V.I., Rassoha V.I. Raschet osnovnykh parametrov pritsepnogo sostava k kolesnym traktoram. Transport and Technological Cars 1 (2013): 82-86.

Okunev Gennady Andreevich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet n.a. Prof. M.P.Sergeyev", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

Kuznetsov Nikolay Alexandrovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair "Harvesting machines", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

Calculation of the parameters of a hydrodynamic cavitation machine for liquid food media

L. S. Prokhasko, R. V. Zalilov, O. V. Zinina, B. K. Assenova

One of the priority directions of development of the food industry is to ensure the quality and safety of food raw materials and foods that need to be addressed in conjunction with the objectives of improving the existing technological methods of food production, as well as the introduction of modern innovative technologies, in particular, the technology of mixing and dispersing the liquid food systems. Scientific search for progressive methods of treatment of liquid food media has shown that one of the most effective methods can be cavitation technology, as well as devices that implement these technologies. Recently, progress has been made in the development of innovative mixers constructions. Determining the feasibility of the use of cavitation technology to implement the cavitation effects in specific technologies and devices is an important task the food industry.

Keywords: liquid food environment, cavitation, hydrodynamic cavitation device, pressure jump, cavitation technology.

References

1. Prohasko L.S., Bogan V.I. Kavitatsionnaya tekhnologiya polucheniya vysokodispersnykh smesey. IV Mezhdunarodnaya nauch.-prakt. konf. "Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoy promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya". Chelyabinsk (2010): 132-137.

2. Prohasko L.S. [et al.] Primenenie gidrodinamicheskikh kavitatsionnykh ustroystv dlya dezintegratsii pishchevykh sred. Sbornik nauchnykh trudov SWorld Vol. 7, 2 (2013): 62-67.

3. Prohasko L.S., Zalilov R.V., Rebezov Ya.M. Raschet kavitatsionnykh ustroystv dlya obrabotki zhidkiykh pishchevykh sred. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv: mater. IX mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (25-26 April 2013), Mogilev (2013): 260+.

4. Prohasko L.S., Yarmarkin D.A. Matematicheskaya model' rabocheho protsessa gidrodinamicheskogo kavitatsionnogo smesitelya. Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike 10 (2013): 117-121.

5. Prohasko L.S., Yarmarkin D.A. K voprosu ob opredelenii prodol'nykh razmerov gidrodinamicheskikh kavitatsionnykh ustroystv. Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire 10-11 (2013): 61-65.

6. Lihodumova M.A. [et al.] Innovatsionnye tekhnologii vodopodgotovki dlya proizvodstva slaboi bezalkogol'noy produktsii. Molodoy uchenyy 10 (2013): 159-161.

7. Kondratyeva A.V. [et al.] Novye tekhnologii obrabotki molochnoy produktsii (na primere moloka korov'ego). Molodoy uchenyy 10 (2013): 146-149.

8. Yarmarkin D.A. [et al.] Kavitatsionnye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti. Molodoy uchenyy 8 (2014): 312-315.

9. Prohas'ko L.S. Gidrodinamika i raschet kavitatsionnyh smesiteley nepreryvnogo deystviya: extended abstract of Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Perm, 2000.
10. Patent 2158627 Russian Federation, MPK7V 01 F 5/08, V 01. U 06/12. Smesitel' kavitatsionnogo tipa, E.K.Spiridonov, L.S.Prohas'ko, V.S.Bokovikov, A.H.Valiev. № 99105906/12 ; appl. 23.03.99; publ. 10.11.00, Bulletin № 31.
11. Patent 136741 Russian Federation, MPK7V 01 F 5/08, V 01. Smesitel' kavitatsionnogo tipa dlya zhidkih pishchevyh sred, L.S.Prohas'ko [et al.]. № 2013117605; appl. 16.04.13; publ. 20.01.14, Bulletin № 2.
12. Machinsky A.S., Kozyuk O.V., Shishlov D.N. Kavitatsionnye smesiteli: tem. obzor. Moscow, 1990.
13. Yarmarkin D.A. [et al.] Perspektivnye napravleniya kavitatsionnoy dezintegratsii. Molodoy uchenyy 9 (2014): 241-244.
14. Yarmakin D.A., Prohasko L.S. Kavitatsionnaya dezintegratsiya pishchevyh sred v proizvodstve hleboproduktov. Sovremennoe biznes-prostranstvo: aktual'nye problemy i perspektivy 1 (2014): 188-190.
15. Yarmarkin D.A. [et al.] Sonohimicheskaya kavitatsiya v myasnom proizvodstve. Molodoy uchenyy 10 (2014): 220-223.
16. Shestakov S.D. Energeticheskoe sostoyanie vody i ee svyazyvaemost' biopolimerami pishchevogo syr'ya: novye vozmozhnosti. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya 4 (2003): 35-37.
17. Shestakov S.D. Protsessy ul'trazvukovoy dezintegratsii v proizvodstve muki i hleba. Trudy mezhdunarodnogo seminar'a "Hleb-99". Moscow, 1999.
18. Shestakov S.D., Polandova R.D., Volohova T.P. Protsessy ul'trazvukovoy dezintegratsii v proizvodstve muki i hleba. Trudy mezhdunar. konf. "Ul'trazvukovye tekhnologicheskie protsessy-2000", Arhangelsk (2000): 32-36.
19. Shestakov S.D. Instruksiya po prigotovleniyu zhirovodnyh emul'siy akustokavitatsionnym metodom i ih primeneniyu v hlebopekarnom proizvodstve. Moscow, 2000.
20. Shestakov S.D., Polandova R.D. Instruksiya po prigotovleniyu zhirovodnyh emul'siy na ustanovke Ul'tramiks 630 i ih primeneniyu v hlebopekarnom proizvodstve. Moscow, 1996.
21. Cunningham R.G. Discussions of Cavitation in Fluid Machinery: Pamphlet pub. ASME Winter Annual Meeting. Chicago, 1966. Pp. 22-30.
22. Temnov V.K., Perepletchik O.A. O kriticheskikh koeffitsientah kavitatsii u zhidkostnyh ezhek-torov. Dinamika gidropnevmaticheskikh sistem: sb. nauch. Trudov, Chelyabinsk (1978): 82-86.
23. Smith R. Some Idealized Solutios for Chocking Two – Fhase Flow of Hydrogen, Nitrogen and Oxygen. Advances Cryog. Engng. 8 (1964): 563.
24. Spiridonov E.K. Teoreticheskie osnovy rascheta i proektirovaniya zhidkostnogazovyh struynyh nasosov: Cand. Sci. Dissertation. Moscow, 1996.
25. Kutepov A.M., Sterman L.S., Styushin N.G. Gidrodinamika i teploobmen pri paroobrazovanii. Moscow, 1977.
26. Kanningem D. Dliny uchastka razrusheniya strui i smeshivayushchey gorlovinny zhidkostruynogo nasosa dlya perekachki gaza. Teoreticheskie osnovy inzhenernyh raschetov: trudy amerikanskogo obshchestva inzhenerov-mekhanikov, Moscow 3 (1974): 128-141.

Prokhasko Lubov Savelievna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, South Ural State University.

E-mail: prokhaskols@mail.ru.

Zalilov Rustem Venerovich, Cand. Sci. (Agriculture), lecturer, Nosov Magnitogorsk State Technical University.

E-mail: pbio@ya.ru.

Zinina Oksana Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, South Ural State University.

E-mail: zinoks-vl@mail.ru.

Assenova Bakhytkul Kazhkenovna, Cand. Sci. (Engineering), acting Professor, Shakarim State University, Semey.

E-mail: olimp.kz@mail.ru.

Substantiating the design and technological scheme of a pneumatic separator to clean grains and oil-plants

A. V. Semibalamut, Zh. M. Chakanova, N. M. Biryukov, V. N. Shipotko

The article presents the results of evaluating the design and technological schemes of a pneumatic separator according to its energy consumption. Methods for substantiating the design and technological scheme include choosing the optimal variant of existing design and technological schemes and calculating the energy consumption for each of them. The application of pneumatic separators with a horizontal air channel is promising as the aerodynamic force acting in such separators on a pile is 1.5-2.0 times higher in comparison with ones with vertical air channels. The resistance of the basic design elements of the pneumatic separator against moving air flow is evaluated and the total energy consumption for five variants of the design and technological scheme is estimated. The scheme with an axial fan and closed-cycle air-flow movement is found to be the least energy-consuming as the specific energy consumption amounts to 0.17 kW/t that is 12,9-36,7% lower in comparison with the others.

Keywords: clean grain heap, air-driven separator, constructive-technological scheme, specific energy consumption.

References

1. Yampilov S.S. Tehnologicheskoe i tehnikeskoe obespechenie resurso-energoberegayuschih processov ochistki i sortirovaniya zerna i semyan. Ulan-Ude, 2003.
2. Piven V.V. Sovershenstvovanie tehnologicheskogo processa ochistki zerna fraktsionirovaniem zernovogo voroha po aerodinamicheskim svoystvam: Dr. Sci. (Engineering) Dissertation. Chelyabinsk, 1994.
3. Vaysman M.R., Grubiyani I.Ya. Ventilyatsionnye i pnevmiotransportnye ustanovki. Moscow, 1984.
4. Malis A.Ya., Demidov A.R. Mashiny dlya ochistki zerna vozdushnym potokom. Moscow, 1962.
5. Kozhuhovskiy I. E. Zernoochistitel'nye mashiny (konstruktsiya, raschet i proektirovanie). Moscow, 1965.
6. Cherkasskiy V.M. Nasosy, ventilyatory, kompressory. Moscow, 1984.

Semibalamut Alexander Victorovich, Cand. Sci. (Engineering), leading researcher, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture.
E-mail: ssemibalamut@mail.ru.

Chakanova Zhanar Meikhanovna, Laboratory Chief, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture.
E-mail: celinnii@rambler.ru.

Biryukov Nikolay Mikhailovich, leading researcher, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture.
E-mail: celinnii@rambler.ru.

Shipotko Victor Nikolayevich, junior researcher, Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture.
E-mail: celinnii@rambler.ru.

Technical equipment of the AIC of Chelyabinsk region

S. Yu. Sushkov, V. A. Alyabyev

The paper deals with the problem of technical equipment of the agro-industrial complex of Chelyabinsk region, with the state of the tractor fleet and other main agricultural machines used by organizations and enterprises being analyzed. The tendencies caused the reduced number of machines and technical equipment in the period from 1995 up to now (for tractors and combine harvesters up to 20%, for agricul-

tural machinery (mowers, seeders, ploughs, cultivators and cutter-rowers) up to 12 ... 18%) are defined. The dynamics of supplying regional agricultural organizations with tractors and combines is presented to prove that during the period 1995-2013 the intensity of their use exceeded the nationwide rate from 21 to 42 and from 14 to 18%, respectively. The quantitative characterization of the state of agricultural machines characterizes its components: the purchase of new equipment and machines and the retirement of worn-out ones. The quantitative characterization of the state of agricultural machines characterizes its components: the purchase of new equipment and machines and the retirement of worn-out ones. The analysis shows that the number of worn-out machines and equipment significantly exceed new ones. The analysis of the age structure of machines and tractors shows 66...77% of tractors, 53...58% of combine harvesters, 30...52% of other agricultural machines to operate with their service lives being over. This circumstance explains the low reliability level of used equipment and machines, significant maintenance costs that lead to higher prices of agricultural products. This circumstance explains the low level of reliability of used equipment, significant costs to ensure operational conditions leading to higher prices of agricultural products. The existing tendencies in preserving the number of tractors and combines and the factors that have a significant impact on them lead to the fact that in 2020 the agricultural machines used in Chelyabinsk Region will be worn-out up to 70...90%. Thus, there are recommendations to improve material and technical resources of the agricultural sector of the region.

Keywords: agro-industrial complex, technical equipment, agriculture, agricultural machinery fleet, intensity of using equipment, purchasing of new equipment, worn-out state of machinery fleet, machine reliability level, maintenance costs, modernization, agricultural production.

References

1. Statisticheskiy ezhegodnik po Chelyabinskoy oblasti: stat. sbornik. Chelyabinskstat. Chelyabinsk, 2014.
2. O sostoyanii sel'skogo khozyaystva v Chelyabinskoy oblasti: analiticheskaya zapiska. Chelyabinskstat. Chelyabinsk, 2014.
3. Nalichie traktorov, sel'skokhozyaystvennykh mashin i energeticheskikh moschnostey v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh Chelyabinskoy oblasti v 2008-2013 godah: stat. sbornik. Chelyabinskstat. Chelyabinsk, 2014.
4. Gorbachev I.V., Nefedov A.M. Sostoyanie i perspektivy razvitiya traktorostroeniya dlya APK Rossii. Tractors and Agricultural Machinery 1 (2012): 3-6.
5. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2014: stat. sbornik. Rosstat, Moscow, 2014.
6. Berdov E.I., Schepetov E.G. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya traktorov dvoynogo naznacheniya: monograph. Chelyabinsk, 2008.
7. Otchet o sel'skohozyaystvennoy tehnikе i energetike za 2012-2015 gody. Chelyabinsk, 2015.
8. Chernouvanov V.I. Inzhenernye sluzhby APK Rossii: obespechenie vypolneniya Gosprogrammy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2013-2020 gody. Sel'skohozyaystvennyye mashiny i tehnologii 1 (2013): 2-7.
9. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Rahimov I.R. Tendentsii razvitiya mehanizirovannykh processov v zemledelii. Vestnik CSAA 68 (2014): 53-59.

Sushkov Sergey Yuryevich, Cand. Sci. (Law), Minister of Agriculture of Chelyabinsk Region, 1-st Class Active State Advisor of Chelyabinsk Region.

E-mail: agrom@chel.surnet.ru.

Alyabyev Vadim Anatolyevich, senior lecturer, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alyabiev.vadim@mail.ru.

The experimental value of external forces acting on a tractor unit when ploughing

I. P. Troyanovskaya, D. I. Naradovy, N. K. Noskov

At present, much attention is paid to the road holding of tractor units. This is especially significant when ploughing according to moldboard technology, and there is an additional turning moment depriving

the tractor of linear motion. The limiting value of the moving force can be determined with a mathematical model for a moving tractor unit, with the trajectory being determined by external forces to be measured experimentally. The aim of this study is to determine experimentally the external forces affecting a ploughing tractor unit. As the propulsion device of a tractor unit interacts with the soil, it is necessary to determine experimentally: the resistance force to rolling wheels, the traction force and the plough resistance. A wheeled tractor T-40 with a double-furrow plough PN-3-35B is taken an experimental one. The measurements were carried out on two types of soil: on ploughed and virgin ones. The experimental data are treated with statistical methods. Thus, the following results are obtained: the resistance coefficients for self-movements (for the virgin soil $f = 0,06$, for the ploughed soil $f = 0,12$); the maximum coupling coefficients (for the virgin soil is 0.98, for the ploughed soil is 0.85); the resistance forces on each part of the double-furrow plough (for the virgin soil $\Delta R_{pl} = 4356.5$ N, for the ploughed soil $\Delta R_{pl} = 2027$ N). Due to the obtained results the original data for the movement model for both types of soil are calculated: the resistance force to rolling front and rear furrow-wheels, the longitudinal and transverse component of the force on the plough, the dependence of the wheel traction force on its slipping.

Keywords: plough resistance force, resistance to rolling, traction coefficient, experiment.

References

1. Tarasova, S.V. Obosnovanie sposoba kursovoy stabilizatsii kolesnogo traktora pri vypolnenii sel'skohozyaystvennykh operatsiy na naklonnoy opornoy poverhnosti: extended abstract of Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Orenburg, 2015.
2. Yakovlev P.Yu. Povyshenie upravlyaemosti i ustoychivosti mashinno-traktornogo agregata s frontal'no-naveshennym orudiem agregata s frontal'no naveshennym orudiem za schet modernizatsii navesnogo ustroystva: Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Barnaul, 2014.
3. Reymer V.V. Obosnovanie metodiki povysheniya effektivnosti ekspluatatsii kolesnykh traktorov klassa 1,4 pri rabote na naklonnoy opornoy poverhnosti: extended abstract of Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Orenburg, 2012.
4. Pozin B.M., Troyanovskaya I.P., Apanasik V.G. Zadachi passivnogo povorota gusenichnoy mashiny (postanovka, model' dvizheniya). Bulletin of SUSU. Series: Mechanical Engineering Industry Issue 10, 25 (2007): 70-74.
5. Apanasik V.G., Pozin B.M., Troyanovskaya I.P. Passivny povорот gusenichnoy mashiny (Zadacha stragivaniya). Materialy XLIII nauch.-tehn. konf. ChGAU Part 2 (2004): 204-208.
6. Targ S.M. Kratkiy kurs teoreticheskoy mehaniki. Moscow, 1986.
7. Yaroshevsky V.A. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya V.P.Goryachkina v traditsiyah rossiyskoy shkoly mehaniki. Vestnik MGAU 1 (2008): 10-12.
8. L'vov E.D. Teoriya traktora. Moscow, 1952.
9. Troyanovskaya I.P. Model' uvoda gusenichnogo traktora pri pahote. Tehnika v sel'skom hozyaystve 3 (2014): 29-31.
10. Grakov F.N. Obosnovanie konstruktivnoy shemy i parametrov kombinirovannogo rabocheho organa pluga-kartofelekopatelya: Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Chelyabinsk: ChGAA, 2002.
11. Jel'sgol'ts L.E. Variatsionnoe ischislenie GITT. Moscow, 1953.
12. Smirnov G.A. Teoriya dvizheniya kolesnykh mashin. Moscow, 1981.
13. GOST 7057-2001. Traktory sel'skohozyaystvennyye. Metody ispytaniy. Moscow, 2002.
14. Troyanovskaya I.P. Metodologiya modelirovaniya krivolineynogo dvizheniya traktornykh agregatov: extended abstract of Dr. Sci. (Engineering) Dissertation. Chelyabinsk, 2011.

Troyanovskaya Irina Pavlovna, Honourable Industrial Engineer of the Russian Federation, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, South-Ural State Agrarian University, South Ural State University (National Research University).

E-mail: tripav63@mail.ru.

Naradovy Dmitry Ivanovich, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Director of Operation, JSC "Ural Test Center NATI".

E-mail: uralnati@rambler.ru.

Noskov Nikita Konstantinovich, post graduate student, South Ural State University (National Research University).

E-mail: ecco_07@mail.ru.

Service life and seasonal loading influencing the indicators of operational reliability of combine harvesters

S. D. Shepelev, A. M. Plaksin, Yu. B. Cherkasov

When a machine is used, its operational performance reduces: the service life of components shortens, the maintenance becomes more complicated and operating costs increase. Thus, the seasonal production of combine harvesters of the Class 5-6 kg/s reduces to 70%, from 550 to 150 hectares, and the daily output lowers from fifteen to five hectares. The average repair time is found to have a significant impact on the number of needed technological machines. It is the sum of time periods spent on seaching of parts necessary for repairing, the process of eliminating failures and the delivery of spare parts. According to the obtained production statistical data the average duration of eliminating technical failures of a combine harvester and the average time necessary for spare parts delivering are found. The time between failures of technological machines is found to reduce from 20 hours in the initial operating period up to two hours at the end of service life, technical readiness complex indicators being the factors of readiness and operational readiness of combine harvesters. The factor of operational readiness reduces from 0.89 to 0.45 as the service life of a machine increases, and the factor of readiness lowers from 0.95 to 0.79 due to the increasing number of technical failures. It is also revealed that the technical readiness complex indicator is significantly dependent on the time of eliminating a failure. The increase the factor of technical readiness and the factor of operational readiness means to add executives and to form the fund of exchangeable and spare parts, respectively, with the modular method to repair machines and timely deliveries of their mobile units being also used.

Keywords: combine harvester, technical failure, MTBF, repair time.

References

1. Okunev G.A., Shepelev S.D., Marinin S.P. Proektirovanie i organizatsiya mashinoispol'zovaniya v sel'skom hozyaystve. Chelyabinsk, 2015.
2. Kamsha S.A. Obosnovanie ratsional'nyh parametrov uborochnogo processa zernovykh kul'tur (na primere Altayskogo kraja): Cand. Sci. (Engineering) Dissertation. Barnaul, 2009.
3. Shepelev S.D., Shepelev V.D., Cherkasov Yu.B. Statisticheskie pokazateli proizvoditel'nosti zernouborochnykh kombaynov v zavisimosti ot narabotki. Agropromyshlennaya politika Rossii 1 (2015): 36-40.
4. Kurchatkin V.V. [et al.] Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom hozyaystve. Moscow, 2013.
5. GOST R 27.002-2009. Nadezhnost' v tehnikе. Terminy i opredeleniya.
6. Moroz N.N. Opredelenie veroyatnosti nahozhdeniya zernouborochnogo kombayna v razlichnykh sostoyaniyakh pri ego ekspluatatsii. Web. 28 Feb. 2016 <[http://www.kdu.edu.ua/statti/2006-5-1\(40\)/86.pdf](http://www.kdu.edu.ua/statti/2006-5-1(40)/86.pdf)>.
7. Solonitsyn E.V. Perehod na sistemu agregatnogo remonta mashin v sel'skom hozyaystve uzhe ne mif. Materialy LIV mezhdunar. nauch.-tehn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk: CSAA, Part III (2015): 118+.
8. Tsaryov Yu.A., Filobok S.V., Barannikova O.O. Metod povysheniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti zernouborochnykh kombaynov. Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta, Vol. 12, 1-1 (2012): 70-73.
9. Konkin Yu.A. [et al.] Ekonomika tehniceskogo servisa na predpriyatiyakh APK. Moscow, 2005.
10. Shepelev S.D., Cherkasov Yu.B. Obosnovanie ratsional'nogo urovnya nadezhnosti tehniceskikh mashin v zernouborochnom processe. The Bulletin of KrasGAU 5 (2015): 58-63.
11. Shepelev S.D., Cherkasov Yu.B. Obosnovanie differentsirovannoy nadezhnosti zernouborochnykh kombaynov s uchetom ih sezonnoy nagruzki. AIC of Russia 72-1 (2015): 54-56.

12. Shepelev S.D., Shepelev V.D., Cherkasov Yu.B. The relationship of seasonal loading and technical readiness of a combine harvester, *Industrial Engineering: Proc. of the Inter. Sci. and Tech. Conf.: Coll. of Articles*, South Ural State University (National Research University). Chelyabinsk (2015): 90-93.

Shepelev Sergey Dmitryevich, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Dean of the Engineering-Technology Faculty, the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: Shepelev22@ya.ru.

Plaksin Alexey Mikhailovich, Dr. Sci. (Engineering), Professor of the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: mtp-chgaa@mail.ru.

Cherkasov Yury Borisovich, post graduate student, the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: yurii_cherkasov@mail.ru.

The interrelation of technological parameters of air-screw separators

S. D. Shepelev, M. V. Cheskidov, V. A. Fedorov

The analysis of existing designs of air separators for cleaning grain from impurities disclose shortcomings of their designs: high metal content and air consumption, difficult installation-specific settings, uneven quality of cleaning when the composition of grain heaps change. Improving the efficiency of post-harvesting of grain heaps and reducing its costs is possible due to using air-screw separators. Thus, the studies are aimed at determining the optimal values of design and technology parameters and their interrelation, their impact on the effectiveness of cleaning. For this purpose, an experimental plant to reproduce the actual operating conditions of the separator is designed, with such parameters as the screw speed, the product volume, the air flow rate and the product feed location being changeable. The paper is concerned to revealing the method of full factorial experiment to change the above mentioned parameters within the acceptable limits. The experimental results are presented in the form of the regression equation, the diagrams for factors influencing the response parameter and response surfaces are constructed to determine the interrelations of technological parameters: the screw rotation speed, the product volume, the air flow rate and their influence on the response parameter. The weight of impurities separated from grain is revealed to be highly influenced by the air flow rate. The decreasing screw rotation speed is found to diminish the influence of the airflow on the weight of separated impurities. To improve the quality of cleaned grain heaps requires a simultaneous increase in the combination of the above mentioned factors. When reducing the volume of supplied grain, the influence of the airflow on the separated impurities increases.

Keywords: air-screw separator, separation, grain-cleaning, technological parameters.

References

1. Zavrazhnov A.I. *Sovremennyye problemy nauki i proizvodstva v agroinzhenerii*. St. Petersburg, 2013.
2. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Web 28 Feb. 2016 <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru>.
3. Littl T., Hillz F. *Sel'skohozyaystvennoe opytное delo*. Moscow, 1981.
4. Okunev G.A., Shepelev S.D., Marinin S.P. *Proektirovanie i organizatsiya mashinoispol'zovaniya v sel'skom hozyaystve*. Chelyabinsk, 2015.
5. Avdeev N.E. *Tsentrobezhnyye separatory dlya zerna*. Moscow, 1975.
6. Andreev V.L., Shilin V.V. Aktual'nost' razrabotki pnevmosistemy dlya vibrotsentrobezhnogo separatora. *Sovershenstvovanie tehnikeskikh sredstv dlya mehanizatsii sel'skohozyaystvennykh processov*, Kirov (2000): 59-63.

7. Plaksin Yu.M., Malahov N.N., Larin V.A. *Processy i apparaty pischevyh proizvodstv*. Moscow, 2007.

8. Cheskidov M.V., Fedorov V.A., Shepelev S.D. Povyshenie effektivnosti posleuborochnoy ochistki zerna na osnove ispol'zovaniya vozdušno-shnekovogo ustroystva. *Materialy LIII mezhdunar. nauch.-tehn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu"*. Chelyabinsk Part 2 (2014): 117-123.

9. Pat. 2552037 Russian Federation MPK A01F12/44, B07B4/08. Vozdušno-shnekovoe ustroystvo, S.D. Shepelev, V.A. Fyodorov, G.A. Okunev, M.V. Cheskidov; Chelyabinsk State Agroengineering Academy. № 2013151781/13; appl. 20.11.2013; publ. 10.06.2015, Bulletin №16.

10. Barabaschuk V.I., Kredentser B.P., Miroshnichenko V.I. *Planirovanie eksperimenta v tehnikе*. 1984.

Shepelev Sergey Dmitryevich, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Dean of the Engineering-Technology Faculty, the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: Shepelev22@ya.ru.

Cheskidov Maksim Vladimirovich, post graduate student, the Chair "Operation of Machine and Tractor Fleet", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: mister.aspirant@yandex.ru.

Fedorov Victor Alexandrovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of Mechanization and Electrification of Agriculture, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: mister.aspirant@yandex.ru.

STORING AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Studying of the bio-produce drying in a rotary pulse fluidized bed. Heat and mass transfer and its intensity

T. G. Dzhurkov

Drying processes are widely used in industry and agriculture. Drying is a complicated operation process, and it is very often the final stage of production for different materials. Therefore, this process must ensure not only the preservation of quality parameters of the product, but in some cases, the improvement in these parameters. Appropriate methods and treatment are to be chosen according to the scientific foundations of drying technology. Physical and chemical effects in dried materials are the major factors in determining the mechanism of the process. Therefore, identifying the nature of these effects and establishing laws is the main task of the drying science. The paper deals with the drying process of bio products obtained by the solid-state fermentation to be used for plant protection. The intensity of the heat and mass transfer occurring in easy conglutinated bio-products due to their high moisture content being investigated, it is found to depend mainly on the cooling degree of the drying agent in the bed.

Keywords: drying, solid-state fermentation, fluidized bed.

References

1. Dzhurkov T., Elenkov V., Tringova V.. Sushka Boverina v sushilki rotatsionno-impul'snym kip-yashhem sloe. *Nauchnye trudy VIHVP*. Plovdiv, Vol. XXXVIII, Book II, 1991.
2. Dzhurkov T.G. Issledovanie sushki bioproduktov v rotatsionno-impul'snom psevdoozhizhennom sloe. I Kinetika sushki. *Agro-Industrial Complex of Russia* 74 (2015).
3. Levina N.S. Issledovanie kinetiki nagreva i sushki poristyh materialov. *Vestnik AltGTU im. I.I. Polzunova* 1-2 (2008): 49-52.
4. Mironov N.A., Kosachev V.S., Koshevoi E.P. Opisaniya massoobmena v sloe pri sushke. *Materialy III mezhdunar. nauch.-tehn. konf., posvyashh. 80-letiyu GOUVPO "Voronezhskaya gosudarstvennaya tehnologicheskaya akademiya"*. Voronezh 2 (2009): 277-281.

5. Ambrosio-Ugri, M.C.B., Taranto O.P. Drying in the rotating-pulsed fluidized bed. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 24, No. 01 (January-March, 2007): 95-100.
6. Djurkov T.G. Modeling of bed pressure drops in rotation-pulsed fluidized bed dryer. *Drying '98, ZITI Editions*, Thessaloniki, Greece (1998): 160-167.
7. Elenkov V., Djurkov T.. Rotating-pulsed fluidized bed dryer for high-moisture content bioproducts. *IDS'92, Drying '92*, Elsevier Science Publishers, Montreal, 3 (1992): 1636-1641.
8. Elenkov V. Drying and drying technics. Sofia, Zemizdat. 1988, 256 p.
9. Gawrzynski, Z. Apparatus for generation of a pulsed fluid bed swirling inside a chamber. Polish Patent 150, 412, 1987.
10. Kudra T., Mujumdar A. Advanced drying technologies. CRC Pres, Taylor & Francis group, 2009.
11. Reyes A., Moyano P., Paz J. Drying of Potato Slices in a Pulsed Fluidized Bed. *Drying Technology* 25(4) (2007).

Dzhurkov Todor Georgiev, Dr. Sci., Associate Professor, University of food technologies, Plovdiv, Bulgaria.

E-mail: todordj@plov.omega.bg.

State support programs of the livestock industry concerning investment activities (exemplified with Chelyabinsk region)

N. L. Naumova, V. V. Chaplinsky

The agricultural production in Chelyabinsk region in the last decade of the XX century was characterized by crisis events, which were caused by long-term underestimation of its role in the economy, weak state support of agricultural producers, major failures in the formation of production and economic relations. However, the effective use of the tools of state and created the investment climate allowed to realize successful projects in the field of agriculture. The aim of our research was to study the development of agro-industrial complex of the Chelyabinsk region in the period from 1990 to 2012 in the implementation of government projects. The objects of research were the statistics of the territorial body of the Federal State Statistics Service and the Ministry of Agriculture of the Chelyabinsk region. As a result, it found that the development of agriculture of the South Ural region can be divided into two periods: before and after the entry into force of the priority national project «Development of agro-industrial complex». Over the years, the national project with the support of the state by more than 30% increase of output of agriculture. Because of this today Chelyabinsk region is provided by own production of basic foodstuffs. Carried out reconstruction and construction of livestock buildings. The main problem was the decayed material and technical base, which do not allow the industry to the intensive path of development, the essence of which is to maximize the production of products at the lowest possible labor and material costs. Has undergone a modernization of the system of state support of the villagers. Today, it is challenging, that is, budget subsidies are allocated on the condition of stable operation and supply of food and regional fund market.

Keywords: animal husbandry, agriculture, agribusiness, investment, state support programs, agricultural producers.

References

1. Innovatsionnaya deyatel'nost' vertikal'no-integrirrovannyh formirovaniy APK. Moscow, 2010.
2. Sotsial'no-ekonomicheskaya obstanovka v gorode Chelyabinske i Chelyabinskoy oblasti: Sbornik sotsiologicheskikh issledovaniy. Pravitel'stvo Chelyabinskoy oblasti, Institut ekonomiki URO RAN (Chelyabinskiy filial); avt.-sost. M.A.Gurevich. NTTS NIIOGR, 2013.
3. Funktsionirovanie innovatsionnoy sistemy v sel'skom hozyaystve Rossiyskoy Federatsii i predlozheniya po ee sovershenstvovaniyu. Moscow, 2010.
4. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii i vedushchih stran mira. Moscow, 2010.
5. Sushkov S.Yu. Strategiya razvitiya Chelyabinskoy oblasti v sfere agropromyshlennogo kompleksa. AIC of Russia 72-2 (2015): 9-12.

6. Lapshina A.A., Tihonov S.L., Pershina E.I. Sostoyanie i tendentsii razvitiya myasnoy otrasli v Chelyabinskoy oblasti. Myasnaya industriya 3 (2012): 8-11.

7. Kuz'micheva M.B. Sostoyanie i razvitie rynka myasa ptitsy za 2010 god. Myasnaya industriya 3 (2011): 4-7.

Naumova Natalya Leonidovna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Technology and Catering Organization, South Ural State University (National Research University).

E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Chaplinsky Vyacheslav Valentinovich, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Head of the Chair "Storage and Processing of Agricultural Produce", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

State support programs for the animal industry to increase the productivity of livestock and poultry (exemplified with Chelyabinsk region)

N. L. Naumova, V. V. Chaplinsky

To increase the number of livestock and poultry, as well as their productivity it is necessary to create fodder meeting the needs of the animal. The main share of fodder crops account for traditional agricultural organization, it has declined from 43 % of the total cultivated area and 24 % in which the feed wedge with 1990 in 2011. The aim of our research was to study the development of agro-industrial complex of the Chelyabinsk region in the period 1990-2012 years in the implementation of government projects. As research objects were the statistics of the territorial body of the Federal State Statistics Service and the Ministry of Agriculture of the Chelyabinsk region. As a result, it found that over the years of implementation of the national project "Development of agro-industrial complex", there is an increase in milk production until 2010. In 2011, agricultural enterprises of the region produced 139,500 tonnes of poultry meat - 5.9 times more than in 1990. In 2012, all the farmers of the region produced 262,400 tons of livestock and poultry for slaughter (in live weight); 524.8 thousand tons of milk, eggs 1354900000. Actively developing livestock breeding, increased livestock and poultry productivity, increased consumption of protein-containing foods, fruits and vegetables population of the region. Has undergone a modernization of the system of state support of the villagers, today it is challenging, that is, budget subsidies are allocated on the condition of stable operation and the supply of food to the regional fund and the market. Government regulation has allowed to provide a targeted effective functioning of agro-industrial complex in the Chelyabinsk region, as a whole on the basis of coordination of interests, equality of subjects of all forms of farming.

Keywords: animal husbandry, agriculture, agribusiness, investment, state support programs, agricultural producers.

References

1. Sistemy vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva (voprosy teorii i praktiki). Moscow, 1999.
2. Innovatsionnaya deyatelnost' vertikal'no-integririrovannykh formirovaniy APK. Moscow, 2010.
3. Dreyper N., Smit G. Prikladnoy regressionnyy analiz. Moscow, 1986.
4. Byuyul' A., Tsefel' P. SPSS: iskusstvo obrabotki informatsii. Analiz statisticheskikh dannykh i vostanovlenie skrytykh zakonomernostey. St. Petersburg, 2005.
5. Funktsionirovanie innovatsionnoy sistemy v sel'skom hozyaystve Rossiyskoy Federatsii i predlozheniya po ee sovershenstvovaniyu. Moscow, 2010.
6. Kuz'micheva M.B. Sostoyanie i razvitie rynka myasa ptitsy za 2010 god. Myasnaya industriya 3 (2011): 4-7.
7. Lapshina A.A., Tihonov S.L., Pershina E.I. Sostoyanie i tendentsii razvitiya myasnoy otrasli v Chelyabinskoy oblasti. Myasnaya industriya 3 (2012): 8-11.

8. Sotsial'no-ekonomicheskaya obstanovka v gorode Chelyabinske i Chelyabinskoy oblasti: Sbornik sotsiologicheskikh issledovaniy. Pravitel'stvo Chelyabinskoy oblasti, Institut ekonomiki URO RAN (Chelyabinskiy filial); avt.-sost. M.A.Gurevich. NTTS NIIOGR, 2013.

9. Potrebleniye osnovnykh produktov pitaniya naseleniem Chelyabinskoy oblasti v 2007–2012 godah: Statisticheskiy sbornik. Chelyabinsk, 2013.

10. Pishchevye proizvodstva Chelyabinskoy oblasti: statistich. Sbornik. Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Chelyabinskoy oblasti. Chelyabinsk, 2013.

11. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii i vedushchih stran mira. Moscow, 2010.

Naumova Natalya Leonidovna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Technology and Catering Organization, South Ural State University (National Research University).

E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Chaplinsky Vyacheslav Valentinovich, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Head of the Chair "Storage and Processing of Agricultural Produce", South-Ural State Agrarian University.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

Secondary raw materials of the dairy industry: the current state and prospects

M. B. Rebezov, O. V. Zinina, G. N. Nurymkhan, A. N. Nurgazezova, F. H. Smolnikova

The paper is concerned with an overview of the current state of using secondary raw materials at the enterprises of the dairy industry. In this area we have developed problems those are indicated: in most enterprises of the dairy industry whey is drained into the sewage system, while the environment is polluted and valuable raw materials in the food respect is lost which can be recycled and generate more revenue with a rational approach. In the paper high nutritional and biological value of secondary raw milk particularly whey is accented. The existing technology of whey processing is considered: ultrafiltration and other membrane technologies, drying and condensation, hydrolysis and fermentation, isomerization of lactose. Secondary raw milk may be used for the production of products for different purposes. For example, whey protein concentrates, lactulose, feed additives, demineralized whey, permeate, on the albumin-based products, biopreservatives is widespread. The serum in various sectors and products from it is used: in the production of bakery products, meat products, confectionery, sauces, fortified dairy products, products of a functional purpose; feeding farm animals, both in physical form and in the form of preparations obtained therefrom and feed additives. Based on the above analysis of the current experience of the secondary processing of raw milk, we can conclude that it has the highest biological value, contains a large amount of healthy substances, has a wide range of applications, and in fact is a unique raw material for innovative developments in the food industry.

Keywords: secondary raw material, whey, lactose, functional foods.

References

1. Zhukova E.S., Zhurilkina I.V. Utilizatsiya pishchevykh otkhodov na ob'ektakh ekonomiki: sovremennaya situatsiya v Rossii i za rubezhom. *Ekonomika i upravlenie: novye vyzovy i perspektivy* Vol. 1, 2 (2011): 379-381.

2. Khramtsov A.G., Vasilisin S.V. Ratsional'noye ispol'zovanie obezhirennogo moloka, pakhty i molochnoy syvorotki : nauch.-tekhn. Rekomendatsii. Stavropol, 2011.

3. Khramtsov A.G. *Tekhnologiya produktov iz vtorichnogo molochnogo*. Moscow, 2009.

4. Gavrilov G.B., Kravchenko E.F. Puti ratsional'nogo ispol'zovaniya syvorotki. *Molochnaya promyshlennost'* 7 (2012): 47-48.

5. Dudnikova O.A., Lodygin A.D., Khramtsov A.G. Perspektivy ispol'zovaniya molochnoy syvorotki. *Molochnaya promyshlennost'* 7 (2010): 42-43.

6. Khramtsov A.G., Evdokimov I.A., Nesterenko P.G., Dubikov D.A. Napravleniya promyshlennoy pererabotki syvorotki. *Pererabotka moloka* 3 (2006): 32-35.

7. Evdokimov I.A., Zolotareva M.S., Volodin D.N., Somov V.S. Analiz pererabotki molochnoy syvorotki i sozдание perspektivnykh resursosberegayushchikh tekhnologiy. Nauka. Innovatsii. Tekhnologii 1 (2013): 37-44.
8. Biavati B., Vescovo M., Torriani S., Bottazzi V. Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. Annals of Microbiology 50 (2000): 117-131.
9. Burtsev D.G., Chernobaev V.N. Bifidogennyi kontsentratsiya "Laktobel". Molochnaya promyshlennost' 7 (2010): 43.
10. Volkova T.A., Kravchenko E.F. Tipovye tekhnologicheskie instruksii po proizvodstvu produktov iz syvorotki. Molochnaya promyshlennost' 5 (2011): 68.
11. Khrantsov A.G. Fenomen molochnoy syvorotki. St. Petersburg, 2011. Pp.745-771.
12. Krasnoshtanova A.A., Rytchenkova O.V. Vydelenie laktoferrina i laktoperoksidazy iz molochnoy syvorotki. Ekologiya i promyshlennost' Rossii 11 (2011): 48-51.
13. Evdokimov I.A., Kulikova I.K., Agirbova A.R., Novoselskaya A.V., Smirnov A.A. Vtorichnoe molochnoe syr'e v proizvodstve funktsional'nykh produktov. Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta 1 (2013): 116-119.
14. Burtseva T.I., Rebezov M.B., Asenova B.K., Stadnikova S.V. Razvitie tekhnologiy funktsional'nykh i spetsializirovannykh produktov pitaniya zhivotnogo proiskhozhdeniya. Almaty, 2015.

Rebezov Maksim Borisovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, South Ural State University.
E-mail: pbio@ya.ru.

Zinina Oksana Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, South Ural State University.
E-mail: zinoks-vl@mail.ru.

Nurymkhan Gulnur Nesiptaevna, Cand. Sci. (Engineering), acting Associate Professor, the Chair "Technology of Foodstuff and Products of Consumer Goods Industry", Shakarim State University, Semey.
E-mail: gulnu-n@mail.ru.

Nurgazezova Almagul Nurgazezovna, Cand. Sci. (Engineering), acting Associate Professor, the Chair "Technology of Foodstuff and Products of Consumer Goods Industry", Shakarim State University, Semey.
E-mail: almanya1975@mail.ru.

Smolnikova Farida Harisovna, Cand. Sci. (Engineering), acting Associate Professor, the Chair "Technology of Foodstuff and Products of Consumer Goods Industry", Shakarim State University, Semey.
E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

AGRONOMICAL SCIENCES

Productivity and manufacturability of leaf-free pea varieties in the conditions of northern forest-steppes of Chelyabinsk region

A. Yu. Vaulin

One of the major problems of the crop industry is currently a very large proportion of Poaceae in crop rotations. This naturally creates a lot of problems: a significant increase in specific weeds, pests and diseases; increase in demand for fertilizers but farms can not buy them due to high prices. Thus, there is a decrease in productivity and product quality. Unreasonable increase of areas under wheat highly influences the pricing process further complicating the situation. One of ways out of this situation is a significant increase in the proportion of legumes such as peas in crop rotations. But this requires pea varieties, similar in productivity to wheat and much more manufacturable than traditional ones. Thus, the studies in the Institute of Agricultural Ecology have been devoted to this problem in 2005-2007. The article presents the findings when defining the productivity and manufacturability of leaf-free pea varieties in the conditions

of the forest-steppe zone of Chelyabinsk region. The study found that new determinant leaf-free varieties have higher manufacturability at harvesting and high productivity in the conditions of the region. Thus, these varieties can be recommended for cultivation.

Keywords: peas, variety, early ripening variety, earliness, ripening, high-yielding variety, potential yield, culling.

References

1. Antony A.K., Pylov A.P. Zernobobovye kul'tury na korm i semena. Leningrad, 1980.
2. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of pork Foodbalt. 2014. Pp. 42–46.
3. Bonomi A., Bonomi B.M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan-jun2004].
4. Tein B., Eremeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar 'Madonna'. Research for Rural Development 17 (2011): 24-28.
5. Agafonova L., Vigovskis J., Svarta A. Yields and quality of [pea] varieties in Latvian agroclimatic conditions for organic farming. Vide. Tehnoloģija. Resursi 8 (2011): 287-289.
6. Zernobobovye kul'tury. Minsk, 2000.
7. Zahir Z.A. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions. Journal of Microbiology and Biotechnology 18 (2008): 958-963.
8. Nikitenko G.F. Opytnoe delo v polevodstve. Moscow, 1982.

Vaulin Alexander Yuryevich, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Chair of Production and Processing Technology of Agricultural Produce, Institute of Agricultural Ecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: pochta@insagro.ru.

Non-plough saving technologies of cultivating spring wheat for the central zone of the Trans-Urals

S. D. Gilev, I. N. Tsymbalenko, A. N. Kopylov, N. V. Meshkova

The article deals with the results of long-term stationary research in multivariate experiment on the development of modern resource-saving technologies of cultivation of spring wheat – the main food crop of the Urals, with the use of minimal and zero soil treatment methods. Research work is carried out in three-field grain-fallow crop rotation (par-wheat-wheat). In difficult weather conditions the advantage of minimum and no-mulch soil treatment methods on water saving compared to a deep well in the first and second crops of wheat after steam. Steam fields regardless of their preparation methods (mechanical, chemical, combined) were well supplied with nitrate (from 65 to 120 kg/ha), which allowed to reduce the cost of nitrogen fertilizer application. In the process of studies no noticeable compaction of the soil due to the minimization of the treatments. At the end of the second crop rotation in the sowing of the first wheat after a pair for a variant of zero tillage the density of the soil were in the range of 1.16 – 1.25 g/cm³. The use of tank mixtures of herbicides (preparations of 2,4-D and anti) for chemical weed control have provided the infestation of wheat crops below the threshold of harmfulness. Experience used in the processing methods provided similar levels of productivity (within the errors of the experience) on steam predecessors (16,6 – 18,0 t/ha) and grain (for 16.9-14,8 kg/ha). Economic indicators have the advantage of technology based on minimum and zero processing techniques. The minimum and zero processings the need for workers is reduced by 15-20%, the cost of fuel – more than 40%. The relevance of the work lies in the fact that in natural conditions with lack of moisture and volatile financial and economic environment, producers are depending on technical equipment of farms, availability of human and material resources to apply the recommended technology for profitable production of wheat.

Keywords: processing system, minimum, zero, infestation, density, yield, profitability.

References

1. Povyshenie effektivnosti zemledeliya Zaural'ya v zasushlivykh usloviyah. Kurtamysh, 2013.
2. Gluhih M.A. Vlaga chernozemov i puti ee effektivnogo ispol'zovaniya. Chelyabinsk, 2003.
3. Kravchenko N.L., Kartavyh A.A., Rzhetskaya N.I. Zapasy produktivnoy vlagi v agrotsenozah pshenitsy, vzdelyvaemykh po resursosberegayushchim tehnologiyam. Vestnik Krasnoyarskogo GAU 5 (2014): 58-63.
4. Holmov V.G., Yushkevich L.V. Osobennosti obrabotki pochvy pod yarovuyu pshenitsu na chernozemah lesostepi Zapadnoy Sibiri. Zemledelie 2 (2010): 26-28.
5. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkih N.A. Problemy i perspektivy razrabotki i osvoenie tehnologii No-Till na chernozemah lesostepi Zapadnoy Sibiri. Dostizhenie nauki i tehniki APK 9 (2013): 16-19.
6. Yushkevich L.V., Schitov A.G., Korchagina I.A., Skomoroshchenkov O.V. Vliyanie sistem obrabotki pochvy i sredstv intensivatsii na urozhaynost' yarovoy pshenitsy v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri. Vestnik Altayskogo GAU 1 (2013): 20-23.

Gilev Sergey Dmitryevich, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Research, Kurgan Scientific Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Tsybalenko Ivan Nikolayevich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Agricultural Laboratory, Kurgan Scientific Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Kopylov Artem Nikolayevich, Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Agricultural Laboratory, Kurgan Scientific Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Meshkova Natalya Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), junior researcher of the Agricultural Laboratory, Kurgan Scientific Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Dynamics of acid-base status of soils of the Trans-Urals

M. A. Glukhikh, T. S. Kalganova

The paper deals with the researching of the medium-leached chernozem of the southern forest-steppes of the Trans-Urals during 35 years of using fertilizers in the recommended doses for the zone (N40R20). The actual acidity has not changed: Ff less F05. There have been only minor changes associated with the treatment of the soil. In the 0-10 cm layer as a fertilizer, or without it at a lower annual tilling 25-27 cm and processing ploskoreznoj 10-12 cm, 10-20 cm layer without fertilizers - in shallow ploskoreznoj treated with fertilizers - at the annual plowing and shallow ploskoreznoj processing. In the arable horizon as a whole (0-30 cm), the differences between the variants experience small, neutral soil (pH 5,6-7,4). We do not have a noticeable effect of these fertilizers, and on the exchange acidity medium-leached chernozem: Ff less F05. The tillage methods appeared on this indicator in the upper (0-10 cm) and lower (20-30 cm) layers. On the same level keep the exchange acidity layer 0-50 cm in 35 years with the introduction of different doses of fertilizers, both organic and mineral, but no higher than recommended doses and heavy loamy leached chernozem of the northern forest: Ff less F05. The changes occurred only in the layers 0-10 and 20-30 in connection with the duration of use of the soil into arable land. However, in the upper layers at a fairly significant change in the exchange acidity of the soil for the determination period as a whole, it remains at the same level, low coefficients of determination. By layer 0-10 cm its level 0,01-0,19, a layer of 20-30 cm - 0,00-0,28. Do not changed much in 35 years, and hydrolytic acidity layer 0-50 cm heavy-leached chernozem northern forest. Under the influence of fertilizer, it has changed only in the layer of 40-50 cm, but the determination of the coefficients are small, 0,015-0,231. In general, studies have shown that in all investigated levels of fertilizers, methods of use and soil cultivation methods of their acidity

is preserved at a favorable level for the plants. Moreover, the dynamics of the acidity of confidence can be judged only in heavy loamy leached chernozem of the northern forest steppe, since only there these analyzes were conducted regularly since 1973 to 2003., on the other soils plot experiments are carried out for the first time.

Keywords: soil fertility, acid-base status, pH, actual acidity, potential, hydrolytic, calcium, magnesium, hydrogen, aluminum, heavy metals, alkaline reaction, soil sample, chemical analysis, crop rotation, tillage, fertilizer.

References

1. Kovshik I.G., Naumchenko E.T., Naumenko A.V. Dlitel'noe udobrenie lugovo-chernozemovidnoy pochvy i urozhaynost' soi. *Zemledelie 1* (2011): 19-20.
2. Kashcheeva D.M. Rol' dlitel'nogo primeneniya faktorov intensivifikatsii v vosproizvodstve organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoy pochvy: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Moscow, 2012.
3. Inshakova S.N. Effektivnost' ispol'zovaniya fitomeliorativnogo potentsiala sel'skohozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Primorskogo kraya: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Ussuriysk, 2014.
4. Ganzhara N. F. *Pochvovedenie*. Moscow, 2001.
5. *Agrohimiya*. Moscow, 1984.
6. Kushnirenko Yu.D. K voprosu o transformatsii fiziko-himicheskikh svoystv pochv YUzhnogo Urala. *Proizvodstvo zerna i kormov v agrolandshaftnom zemledelii: agrohimicheskie i ekologicheskie aspekty* : sb. nauch. trudov. Miass, 1999.
7. Bragin V.N., Yuumashev H.S., Muhametova G.F. Agroekologicheskoe sostoyanie zonal'nykh pochv po programme monitoringa zemel' sel'skohozyaystvennogo naznacheniya CHelyabinskoy oblasti. *Dostizheniya agrarnoy nauki Urala i puti ih realizatsii v novykh usloviyakh proizvodstva* : mater. nauch.-prakt. konf. (28–29 iyulya 2004 g.), Chelyabinsk (2005): 211-216.
8. Muhina S.V. *Agrohimicheskie i ekologicheskie aspekty primeneniya udobreniy na chernozemakh Yugo-Vostoka TSCHZ*: extended abstract of Dr. Sci. (Agriculture) Dissertation. Voronezh, 2006.
9. Surkova Yu.V. *Produktivnost' sevooborotov pri raznom urovne nasyshcheniya azotnymi udobreniyami v yuzhnoy lesostepi Zaural'ya*: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Kurgan, 2008.
10. Albul O.V. *Dinamika pochvennogo plodorodiya i kachestvennoy otsenki chernozemov pahotnykh ugodiy vysokogo Altayskogo Priob'ya*: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Barnaul, 2008. 19 s.
11. Shatalina L.P., Medvedev A.G. *Sevooboroty v lesostepi Yuzhnogo Zaural'ya. Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ih resheniya*: sb. nauch. Trudov. Chelyabinsk 5 (2005): 120-124.
12. Nosko B.S., Shevchenko A.I., Babynin V.I., Burlakova L.N. *Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh i organicheskikh udobreniy na fosfatnyy fond chernozema tipichnogo legkosuglinistogo. Agrohimiya 9* (2008): 23-28.
13. Minakova O.A., Aleksandrova L.V., Tambovtseva L.V. *Vliyanie 70-letnego primeneniya udobreniy na plodorodie chernozema vyshchelochennogo lesostepi TSCHR i urozhaynost' kul'tur zernosveklovichnogo sevooborota. Agrohimiya 4* (2009): 31-37.
14. Kenzhegulova S.O. *Izmenenie svoystv razlichnykh tipov pochv Zapadnoy Sibiri pod vliyaniem dlitel'nogo sel'skohozyaystvennogo ispol'zovaniya*: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Barnaul, 2008.
15. Mal'tsev V.T. *Usloviya azotnogo pitaniya polevykh kul'tur i primeneniye azotnykh udobreniy na pochvah Priangar'ya*: extended abstract of Dr. Sci. (Agriculture) Dissertation. Omsk, 2000.
16. Pokatilova A.N. *Kislotno-osnovnaya bufernost' chernozemnykh pochv YUzhnogo Zaural'ya i ee izmeneniye pri antropogennom vozdeystvii*: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Barnaul, 2008.

Glukhikh Min Afonasyevich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, senior researcher, Institute of Agricultural Ecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: gluhih.min@yandex.ru.

Kalганова Татьяна Сергеевна, Head of the laboratory, Institute of Agricultural Ecology, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: pochta@insagro.ru.

Nudum 95 – a high-protein variety of naked barley

A. A. Gryaznov

The object of research is a sort of naked barley variety Nudum 95 selected at the Institute of Agricultural Ecology. The botanical characteristics of the variety is the following: nudum variety (var L. nudum.) - Two-row spike, spinous, serrated spine, corn yellow, free from flowering films. Sort studied in different soil-climatic zones of the Chelyabinsk area: on the strain-testing plots - Emanzhelinsk (central forest steppe) and Varna (moderately arid steppe) by the procedure of the State variety trials and small plot experiments in the system of the Institute of Agroecology (northern forest-steppe). The crude protein content was determined in the application of chemicals and FGU Center for Agricultural Radiology "Chelyabinsk". Golozernogo grade compared with the variety of barley membranous Chelyabinsk 99 (standard). The main feature of naked Nudum grade 95 compared to the standard is a unique quality of its grain - the high content of protein 18,5-24,6% vs. 10,9-14,3%, amino acids - 9.58 vs. 8.08%, macronutrients - 7.99 compared with 7.05 g/kg of biogenic trace elements - 112.86 vs. 84.48 mg / kg. It was found that the technology for producing high-quality grain varieties Nudum 95 much closer to the intensive technology - precursors, primary tillage, nitrogen and phosphate fertilizers, timing, seeding rates and depth of seeding the soil. Presented methods produce high quality seed by protecting growing plants from diseases, pests and weeds, as well as gentle treatment threshing ears and sowing the seeds of the sowing drills devices. The developed technology of cultivation of varieties Nudum 95 produces grain crops in the zones of the Chelyabinsk region at the level of 3.5-3.8 t / ha.

Keywords: naked barley, crude protein, amino acids, macronutrients, micronutrients, seeds, cultivation technology.

References

1. Gryaznov A.A. Yachmen' golozerny v usloviyah neustoychivogo uvlazhneniya: monograph. Kurgan, 2014.
2. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur. Moscow, 1989.
3. Atanassov P., Borries Ch., Zaharieva M., Monneveux Ph. Hordein polymorphism and variation of agromorphological traits in a collection of naked barley. *Genetic Res. and Crop Evol.* 48 (2001): 353-360.
4. Maraleo M., Romagosa I., Salcedo G. et al. On the origin of Spanish two-rowed barleys // *Theor. Appl. Genet.* 1994. V. 87. P. 829-836.
5. Gryaznov A. A. Kachestvo zerna – pobuditel'nyy motiv v selektsii yachmenya. *Vestnik ChGAU* 49 (2007): 58-64.
6. Klykov A.G. [et al.] Vliyanie abioticheskikh faktorov na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovogo yachmenya v stepnoy zone Primorskogo kraya. *Vestnik Rossiyskoy akademii s.-h. nauk.* 3 (2014): 43-45.
7. Bidyanov V.A. Priemy sortovoy agrotehniki golozernogo yachmenya v severnoy lesostepi Zaural'ya: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Ufa, 2013.
8. Gryaznov A.A., Bidyanov V.A. Reaktsiya sortov yachmenya na sroki seva i udobreniya v Zaural'e. *Vestnik ChGAA* 62 (2012): 89-91.
9. Gryaznov A.A., Loykova A.V. Sroki seva golozernykh sortov yachmenya v usloviyah yuzhnoy lesostepi. *AIC of Russia* 73 (2015): 111-115.
10. Maksimov V.A., Zamyatin S.A., Apaeva N.N. Rol' klimaticheskikh usloviy v formirovanii urozhaynosti yarovogo yachmenya. *Agrarnaya nauka* 6 (2014): 16-18.
11. Gryaznov A.A., Loykova A.V., Bidyanov V.A. K voprosu o povyshenii kachestva semyan golozernogo yachmenya. *Vestnik ChGAA* 65 (2013): 118-123.

Gryaznov Anatoly Alexandrovich, Dr. Sci. (Agriculture), senior researcher, Professor of the Chair "Production and Processing of Agricultural Produce", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: granal@yandex.ru.

The effectiveness of spring wheat disease protection in the Trans-Urals

V. V. Nemchenko, A. Yu. Kekalo, N. Y. Zargaryan, M. Yu. Tsypysheva

Fungicidal treatment of crops is a method of rapid response to adverse changes in the agroecosystem phytosanitary situation. To avoid the occurring resistance in pathogens fungicide active ingredients are systematically alternated, avoiding the use of analogues in one season, the influence of fungicides on crops exemplified with soft spring wheat being studied. Field experiments were conducted in 2010-2015 in Kurgan region, with the soil being leached chernozem medium-loamy and medium-humic and the predecessor being complete fallow. All the observations and studies were carried out according to generally accepted techniques. The area of the plot was 17 m². To protect the crops from diseases the fungicide was chosen due to the monitoring results concerning the time of occurring diseases and their species composition. The planned yield and weather conditions of vegetation were taken into consideration. During the periods of mass leaf diseases multicomponent fungicides were established to have high economic (27-29%) and biological (80%) efficiency, bio-fungicides poorly controlling phytosanitary situations. When leaves are occasionally infested the use of chemical preparations with fungicidal action is not economically justified. During the period of leaf epiphytotics with wheat yields over 20 dt/ha the economically justified level of crops because of used fungicides and biological preparations are 4-5 dt/ha and 2.5-3 dt/ha, respectively. During the periods of moderate leaf diseases yields reasonably increase due to biological fungicides and systemic fungicides amounting to 2.0-2.5 dt/ha and 3.5-4.0 dt/ha, respectively. With leaf-stem diseases depressively developing, the use of chemical fungicides for wheat is not economically justified.

Keywords: fungicides, spring wheat, leaf-stem infections, yield, biological and economic efficiency.

References

1. Ekologichesky monitoring i metody sovershenstvovaniya zashchity zernovykh kul'tur ot vreditel'nykh bolezney i sornyakov: metodicheskie rekomendatsii. St. Petersburg, 2002.
2. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokozyaystvennykh kul'tur. Moscow, 1989.
3. Chulkina V.A. Metodicheskie ukazaniya po uchetu obyknovennoy kornevoy gnili hlebnnykh zlakov v Sibiri differentsirovanno po organam. Novosibirsk, 1972.
4. Obzory fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokozyaystvennykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii v 2004–2015 gg. Moscow.
5. Sanin S.S. [et al.] Fitosanitarnaya ekspertiza zernovykh kul'tur (Bolezni rasteniy): rekomendatsii. Moscow, 2002.
6. Koyshibaev M. Bolezni zernovykh kul'tur: simptomy, rasprostraneniye i vredonosnost', spetsializatsiya, biologicheskie osobennosti, struktura populyatsiy vzbuditeley i integrirovannaya zashchita posevov. Almaty, 2002.

Nemchenko Vladimir Vasilyevich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Growth Regulators and Plant Protection, Kurgan Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Kekalo Alena Yuryevna, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher, Laboratory of Growth Regulators and Plant Protection, Kurgan Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Zargaryan Natalia Yuryevna, Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher, Laboratory of Growth Regulators and Plant Protection, Kurgan Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Tsypysheva Marina Yuryevna, researcher, Laboratory of Growth Regulators and Plant Protection, Kurgan Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Salt regime of the forest-steppe soils of the Trans-Urals

I. V. Sinyavsky

According to the findings of long-term researching the salt regime of gray forest, chernozem and solonetz meadow-steppe soils a classification of salt regimes have been developed for accurate diagnosing and optimizing salt regimes in the Trans-Urals. Due to the water extraction method the anions HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- are determined to be present in all soils of the region. The cations Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ in salt compositions are found to form soil solutions of different concentrations and with various acid-base properties. The SO_4^{2-} concentration depends on the parent rock material and salinization. Accumulated sulphates in illuvial horizons of solonchak chernozems and solonetz soils, their reduced concentration when ploughing the soil are also established. Chlorides in the water extracts of gray forest soils are present in minimum amounts, whereas in chernozems and solonchak soils they are in large amounts. There are five types of salt regimes of water extracts: hydrocarbonate-calcium, hydrocarbonate-sodium, sulfate-sodium, chloride-magnesium and chloride-calcium. The hydrocarbonate-calcium type according to the ratio $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$ two subtypes are singled out. The hydrocarbonate-sodium type of salt regime there may be also two kinds of salt compositions: normal carbonates with CO_3^{2-} present and normal carbonates with CO_3^{2-} absent. The sulphate-sodium composition also has its subtypes according to the ratio of calcium and hydrocarbonates: $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$ and $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$. The chloride-magnesium typical composition subtypes of salt extracts are also distinguished due to the ratio of calcium and hydrocarbonates, but inversely: $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^-$ and $\text{Ca}^{2+} < \text{HCO}_3^-$. The chloride-calcium and hydrocarbonate-calcium types of salt extracts have no any subtypes.

Keywords: salt regime, water extraction, salt regime classification, gray forest soils, leached chernozems, ordinary chernozem, salt licks meadow steppe, Trans-Urals.

References

1. Andreev B.V. Teoreticheskie osnovy povysheniya plodorodiya solontsov i solontsevatyh pochv: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Omsk, 1963.
2. Sinyavsky I.V. Agrohimicheskie i ekologicheskie aspekty plodorodiya chernozemov lesostepnogo Zaural'ya: monograph. Chelyabinsk, 2001.
3. Bazilevich N.I., Pankova E.I. Opyt klassifikatsii pochv po zasoleniyu. Eurasian Soil Science 11 (1968): 98-109.
4. Kozachenko A.P. Obosnovanie priemov ratsional'nogo ispol'zovaniya, obrabotki i melioratsii zemel' sel'skohozyaystvennogo naznacheniya Chelyabinskoy oblasti: monograph. Chelyabinsk, 1999.
5. Korolyuk T.V. Osobennosti solevoy dinamiki v dlitel'no-sezonno-merzlyh zasolennyh pochvah Yuzhnogo Zabaykal'ya. Eurasian Soil Science 5 (2014): 515+.
6. Motuzov V.Ya., Lyubimova I.N., Bondarev A.G. Solevoy rezhim postirrigatsionnyh pochv kisl'ovskoy orositel'noy sistemy (Volgogradskaya oblast'). Eurasian Soil Science 5 (2009): 567-574.
7. Panov G.A. Solevoy rezhim irrigatsionno-gidromorfnyh pochv i ego prognoz v usloviyah lesostepnoy zony Chelyabinskoy oblasti: extended abstract of Cand. Sci. (Agriculture) Dissertation. Moscow, 1984.
8. Kaurichev I.S., Aleksandrova L.N. Pochvovedenie. Moscow, 1982.
9. Kovrigo V.P. Pochvovedenie s osnovami geologii. Moscow, 2000.
10. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Chelyabinskoy oblasti na 1991-1995 gg.: rekomendatsii. Chelyabinsk, 1991, pp. 231-235.
11. Sinyavskiy V.A. Udobrenie i drugie puti povysheniya produktivnosti sel'skohozyaystvennyh ugodiy v svyazi s agrohimicheskimi svoystvami, solontsevatost'yu i solonchakovatost'yu pochv lesostepi Zaural'ya: Dr. Sci. (Agriculture) Dissertation. Omsk, 1976.

Sinyavsky Igor Vasilyevich, Dr. Sci. (Agriculture), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: kev@cnsnb.ru.

Methods for determining the financial state of an organization in the new conditions of the Russian economy

E. A. Karpova

In the new economical conditions of Russia to estimate and predict the financial stability of an organization is an important strategic task to manage agricultural holdings. In the Russian legal framework as well as in the works of Russian and foreign economists there are various methods to analyze the financial stability of companies and organizations. Each of them finds its application, but at the same time has certain disadvantages, needs further development to meet the requirements of the current state of the economy as well as the specific character of economic activities and institutional features. The analysis of methods to determine the financial stability and to assess the possibility of their application to agricultural holdings according to International Accounting Standards (IAS) has shown the existing approaches not to provide a relevant assessment of their financial stability to draw the right conclusions. Carrying out the analysis and assessing adequately the financial stability of agricultural organizations require qualified professionals and their profound practical experience in the sphere of agricultural production. The most simple for technical implementation are the methods based on the rating as they make it possible to define easily the class (group, type) of financial stability for an organization. The set of techniques that repeatedly have been tested in agricultural enterprises adapted for the purpose of this study to the IAS requirements does not only determine the financial condition of organizations but also makes it possible to evaluate the potential probability of bankruptcy.

Keywords: obligations to investors, financial stability, factors (reasons) insolvency, agriculture, agribusiness, measures to restore the financial stability of the organization, the new Russian economy.

References

1. Karpova E.A., Topuzov N.K. Teoriya antikrizisnogo upravleniya predpriyatiem. Chelyabinsk, 2006.
2. Mihaylov I.A. Otsenka finansovogo sostoyaniya kompaniy s primeneniem mezhdunarodnykh standartov finansovoy otchetnosti. Mezhdunarodnyy buhgalterskiy uchet 6 (2013).
3. SPS "Garant". Web 28 Feb. 2016 <<http://www.garant.ru>>.
4. Solov'eva O. V. Kontseptual'nye osnovy finansovoy otchetnosti v sootvetstvii s MSFO: poslednie izmeneniya. Mezhdunarodnyy buhgalterskiy uchet. 2014. № 40, 41.
5. Startsev A.V., Karpova E.A., Permyakova Yu.V. Organizatsiya informatsionno-konsul'tatsionnoy sluzhby v APK. Chelyabinsk, 2014. Web 28 Feb. 2016 <http://192.168.0.1:8080/localdocs/ekonsh/33.pdf>.
6. Bakanov M.I., Sheremet A.D. Ekonomicheskii analiz. Moscow, 2014.
7. Bernstayn L.A. Analiz finansovoy otchetnosti. Moscow, 2014.
8. Vakulenko T.G., Fomina L.F. Analiz buhgalterskoy (finansovoy) otchetnosti dlya predpriyatiya upravlencheskiy resheniy. St. Petersburg, 2012.
9. Dontsova L.V., Nikiforova N.A. Kompleksnyy analiz buhgalterskoy otchetnosti. Moscow, 2011.
10. Kovalev V.V. Finansovaya otchetnost'. Analiz finansovoy otchetnosti (osnovy balansovedeniya). Moscow, 2014.
11. Karpova E.A. Reyting emitenta – reshayushchiy faktor formirovaniya investitsionnoy privlekatel'nosti otechestvennykh aktsionerneykh predpriyatiy v usloviyakh mirovogo finansovo-ekonomicheskogo krizisa. The Bulletin of SUSU, Series "Ekonomika i menedzhment" Issue 15, 26 (2010): 10-13.
12. Karpova E.A. Analiz teoreticheskikh osnov sovershenstvovaniya FIM holdingov s uchetom sovremennykh osobennostey antitsiklicheskoy politiki gosudarstva. Makroekonomika: IV Vseros. simpozium po ekon. teorii (29 June – 2 July 2010), Ekaterinburg.
13. Karpova E.A. Issledovanie problem adaptatsii biznes-proektov k postkrizisnomu ekonomicheskemu prostranstvu. Materiály X mezinárodní vědecko-praktická konference "Aplikované vědecké novinky – 2014". – Díl 2. Ekonomické vědy.: Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o – 112 stran, pp. 28-32.

14. Karpova E.A. Issledovanie zakonomernostey formirovaniya investitsionnoy sredy i problem adaptatsii biznes-proektov k postkrizisnomu ekonomicheskomu prostranstvu. Materialy LIV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu", Part I, Chelyabinsk (2015): 133-139.
15. Mihaylov I.A. Otsenka finansovogo sostoyaniya kompaniy s primeneniem mezhdunarodnyh standartov finansovoy otchetnosti. Mezhdunarodnyy buhgalterskiy uchet 6 (2013).
16. Suharev I.R. Znachenie vvedeniya MSFO v Rossii. Buhgalterskiy uchet 3 (2015).
17. Solov'eva O.V. Kontseptual'nye osnovy finansovoy otchetnosti v sootvetstvii s MSFO: poslednie izmeneniya. Mezhdunarodnyy buhgalterskiy uchet 40, 41 (2014).

Karpova Elena Alexandrovna, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Economics and Agricultural Production Organization, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: khelen7@mail.ru.

Правила предоставления рукописей статей в научно-практический журнал «АПК России»

Представленная в электронном и (желательно) печатном вариантах статья должна соответствовать профилю и научному уровню журнала. Материалы, представленные аспирантами, магистрантами, должны быть заверены научным руководителем.

Объем текста статьи не должен превышать 20 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 8 до 15 стр. Все данные должны иметь сноски на источник их получения. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытых публикаций, несут, в соответствии с законодательством Российской Федерации, авторы статей.

Статья должна содержать метатекст: аннотацию, ключевые слова, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи), список литературы.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах, список литературы) должен быть представлен на русском и английском языках.

Рекомендуемый объем аннотации – 200–250 слов, не более 2000 символов. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т.п.).

Статья должна отражать следующие разделы:

1. Актуальность темы.
2. Цель исследований.
3. Материалы и методы.
4. Результаты исследований.
5. Выводы.
6. Рекомендации.
7. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Статья должна содержать элементы научной новизны и практическую ценность. Новизна может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

Материалы подписываются автором (авторами). Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию рукописи статьи.

Невыполнение указанных выше требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются.

Решение о публикации статьи принимается по результатам рецензирования и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-39, а также по электронной почте: medvedevasa@list.ru.

Представляя свои материалы для опубликования автор тем самым дает согласие на размещение на безвозмездной основе электронной версии своей статьи, опубликованной в журнале «АПК России», на сайте и в научной библиотеке вуза и на сайте электронной научной библиотеки e-library в открытом доступе в полнотекстовой версии.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения рецензента.

Гонорар за публикации не предусматривается.

Автор обязан приобрести номер журнала, в котором опубликованы представленные им к печати материалы, в редакции или оформить подписку на издание.

Правила оформления статьи

Указать тематическую рубрику (код УДК) в верхнем левом углу статьи.

Наименование статьи должно отражать ее содержание и состоять не более чем из 12 слов. Сокращения в наименовании статьи не допускаются.

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация на русском языке.

Ключевые слова на русском языке.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – TimesNewRoman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы \lim , \lg , const , \cos , \sin , \max , \min и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал привести в соответствие с действующими государственными стандартами.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах) на английском языке; список литературы – транслитерация.

*С уважением,
редакция журнала*

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

_____ (название статьи)

ФИО (полностью)	
Ученая степень	
Ученое звание	
Должность	
Место работы, учебы (полное наименование организации)	
Адрес места работы, учебы (с указанием индекса)	
Контактный телефон (с указанием кода города)	
Адрес электронной почты	
SPIN-КОД автора в базе РИНЦ (на сайте http://elibrary.ru)	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала (с указанием индекса)	
Иные сведения	

Подписывая данную анкету, я, _____,
(Фамилия Имя Отчество)

выражаю согласие на то, что представление рукописи статьи в адрес редакции журнала «АПК России» является конклюдентным действием, направленным на передачу редакции исключительных прав на произведение: права на воспроизведение и права на распространение, а также на размещение статьи в электронной версии журнала в открытом доступе в сети Интернет и в наукометрических электронных базах данных.

Также предоставляю редакции свои персональные данные (фамилия, имя, отчество; сведения об образовании; сведения о месте работы и занимаемой должности) без ограничения срока для их хранения и обработки в различных базах данных и информационных системах, включения в аналитические и статистические отчеты, создания обоснованных взаимосвязей объектов произведений науки, литературы и искусства с персональными данными и т.п. Редакция имеет право передать указанные данные для обработки и хранения третьим лицам.

«__» _____ 20__ г.

_____/_____
Подпись

_____/_____
Фамилия И.О.

* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.

Вниманию читателей!
Подписку на журнал можно оформить в почтовых
отделениях ФГУП «Почта России».
Издание включено в объединенный
и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым
к публикации, размещены на сайте журнала
<http://www.rusapk.ru>

Полнотекстовая версия журнала «АПК России»
размещена на сайте электронной научной
библиотеки: <http://www.elibrary.ru>,
сайте журнала: <http://www.rusapk.ru>,
сайте Университетской библиотеки онлайн:
www.biblioclub.ru.

Dear Readers, attention, please!
Subscription to the journal can be obtained at post
offices «Russian Post».
The journal is included in the combined
and the electronic catalog «Press of Russia.»

Requirements for articles submitted for publication,
available on the website:
<http://www.rusapk.ru>

The full-text version of the journal
«Agro-Industrial Complex of Russia» is available
online on the e-Science Library website:
<http://www.elibrary.ru>,
on the journal website: <http://www.rusapk.ru>,
on the University Library website: www.biblioclub.ru.



Ответственный секретарь
С. А. Медведева
E-mail: medvedevasa@list.ru
Тел.: +79514823578

Верстка
М. В. Шингареева

Корректор
М. В. Вербина

Перевод на англ. язык
И. Ю. Новикова

Подписано в печать 12.02.2016.
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 29,3. Тираж 300 экз.
Заказ № 39.

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-39

Адрес издателя: Южно-Уральский
государственный аграрный университет
457100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ИПЦ Южно-Уральского ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Executive Editor
S. A. Medvedeva
E-mail: medvedevasa@list.ru
Phone: +79514823578

Design
M. V. Shingaryova

Proof reader
M. V. Verbina

English rendering
I. Y. Novikova

Signed to print 12.02.2016.
Format 60×84/8. Times script.
Conventional printed sheet 29,3.
Circulation 300 copies.
Order № 39.

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-39

Publishers address: South-Ural State
Agrarian University
457100, Troitsk, Gagarin Str, 13
Phone: 8(35163) 2-00-10, Fax: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Printed in South-Ural State Agrarian University
Publishing House: 454080, Chelyabinsk,
Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price