

ISSN 2227-7005

16+

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

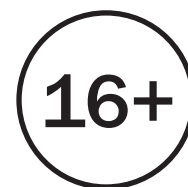
Том 23

№ 3

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 23
Issue 3

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

докт. 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. Копченко, 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. Kuchеров, 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. Костюченков, 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)

Включен в международную БД AGRIS

Рекомендован ВАК: http://vak.ed.gov.ru/documents/10179/0/%D0%9C%D0%91%D0%94__14.06.2016.pdf/db6894e2-9a17-433a-bedb-905438c67623

Учредитель:

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Белов А. В., Ильин Ю. П., Стабулит И. С., Кузьмина Н. Ю.**
Уточнение математической модели влияния температуры на устойчивость режима переработки субстрата в биогазовой установке.....567
- Бледных В. В., Свечников П. Г.**
Получение заданного крошения пласта при обработке почвы.....575
- Запевалов М. В., Плаксин А. М., Запевалов С. М.**
Обоснование параметров бункера дозатора птичьего помета.....592
- Качурин В. В., Лещенко Е. А.**
Анализ методик определения расстояния передвижения мобильных звеньев для восстановления работоспособности машинно-тракторных агрегатов.....597
- Королькова Л. И., Машрабов Н.**
Расчет характеристик трехфазной системы массового обслуживания с непрерывной загрузкой и накопителями конечной емкости.....604
- Костюченкова О. Н., Кожухова М. В.**
Четырехстоечный подъемник балконного типа как важнейшая часть технологического оборудования для ремонта транспортных средств.....613
- Ларин О. Н., Куков С. С., Гриценко А. В., Глемба К. В.**
Результаты диагностирования цилиндропоршневой группы способом оценки динамической компрессии.....619
- Окунев Г. А., Кузнецов Н. А.**
Последствие колесных движителей тракторов класса 3 при выполнении полевых работ.....626
- Рахимов И. Р., Галимов А. Н., Саплин А. В., Губайдуллин Б. М.**
Обоснование конструктивной схемы и параметров сменных модулей комбинированного универсального орудия для обработки почвы.....632

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

- Балабаев Б. К., Дерхо М. А.**
Возрастные особенности тиреоидного статуса и белкового обмена в организме животных казахской белоголовой породы...640

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES

- Belov A. V., Ilyin Yu. P., Stabulit I. S., Kuzmina N. Yu.**
Mathematical model improvement of temperature influence on the substratum processing mode stability in a biogas unit.....567
- Blednykh V. V., Svechnikov P. G.**
Obtaining the specified degree of soil pulverization at tillage.....575
- Zapevalov M. V., Plaksin A. M., Zapevalov S. M.**
Parameters justification of the hopper dispenser for poultry manure.....592
- Kachurin V. V., Leshchenko E. A.**
The analysis of techniques for determining the distance for moving mobile units to restore machine-tractor units.....597
- Korolkova L. I., Mashrabov N.**
Calculating the characteristics of a three-phase queuing system with continuous loading and drives of finite capacity.....604
- Kostyuchenkova O. N., Kozhukhova M. V.**
The four-post lift of the balcony type as the most important part of the technological equipment to repair vehicles.....613
- Larin O. N., Kukov S. S., Gritsenko A. V., Glemba K. V.**
The results of diagnosing the cylinder-piston group through dynamic compression as an evaluation method.....619
- Okunev G. A., Kuznetsov N. A.**
Aftereffects of wheeled tractor propellers of Class 3 when performing field work.....626
- Rakhimov I. R., Galimov A. N., Saplin A. V., Gubaidullin B. M.**
Justification of constructive schemes and parameters of removable modules of a combined universal device for tillage.....632

VETERINARY SCIENCES

- Balabaev B. K., Derkho M. A.**
Age-related features of thyroid status and protein metabolism in animals of Kazakh white-headed cattle.....640

Балтабекова А. Ж., Дерхо М. А. Тиреоидный профиль быков-производителей казахской белоголовой породы в зависимости от возраста.....	646
Косилов В. И., Жуков А. П., Жаймышева С. С. Эффективность скрещивания казахского белоголового и симментальского скота на Южном Урале.....	652

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Кукуруза в регионах России: селекция и технология возделывания.....	657
Иванова Е. С., Замятин А. Д. Особенности влагоотдачи при созревании зерна кукурузы в условиях Зауралья.....	659
Ильин В. С., Логинова А. М., Губин С. В., Гетц Г. В. Кукуруза в Сибири. Успехи селекции.....	664
Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Кушхова Р. С., Казмахов А. В., Хатефов Э. Б. Расширение генетического полиморфизма исходного материала кукурузы для селекции на засухоустойчивость.....	669
Матвеева Г. В., Силаева О. И. Влияние длительного хранения зерна образцов коллекции кукурузы на репродуктивные органы растений.....	676
Сайтов С. Б., Иванова Е. С. Оптимальные сроки применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы.....	682
Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Панфилов А. Э., Ветошкина И. А., Замятин А. Д. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы как функция географических пунктов, сроков посева и длительности хранения семян.....	687

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Совершенствование элементов технологии выращивания сорта картофеля Адретта в лесостепной зоне Тюменской области.....	695
Юмашев Х. С., Брагин В. Н. Продуктивность культур зернопаротравяного севооборота	

Baltabekova A. Z., Derkho M. A. The thyroid profile of seed bulls of Kazakh white-headed cattle depending on their age...646	
Kosilov V. I., Zhukov A. P., Zhaimysheva S. S. The efficiency of crossing for Kazakh white-headed and Simmental cattle in the southern Urals.....	652

AGRONOMIC SCIENCES

Maize in the regions of Russia: selection and cultivation technologies.....	657
Ivanova E. S., Zamyatin A. D. Water loss peculiarities of maize grain during maturation under the conditions of the Trans-Urals.....	659
Il'in V. S., Loginova A. M., Gubin S. V., Getc G. V. Maize in Siberia. The success of selection.....	664
Kaghermazov A. M., Khachidogov A. V., Kushkhova R. S., Kazmakhov A. V., Khatefov E. B. Expansion of genetic polymorphism of corn source material for drought resistance selection.....	669
Matveeva G. V., Silaeva O. I. Influence of the long-term seed preservation of the corn collection samples on plant reproductive organs.....	676
Saitov S. B., Ivanova E. S. Optimal periods for using cross-spectrum herbicides for maize crops.....	682
Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Panfilov A. E., Vetoshkina I. A., Zamyatin A. D. Grain productivity of maize hybrids as a function of geographical points, sowing periods and seed storage duration.....	687

AGRONOMIC SCIENCES

Loginov Y. P., Kazak A. A., Yakubyshina L. I. Enhancement of elements of technology of cultivation of the grade of adretta potatoes in the forest-steppe zone of the Tyumen region...695	
Yumashev H. S., Bragin V. N. Productivity of the grain-fallow-grass crop rotation depending on the availability	

в зависимости от обеспеченности почвы
азотом и фосфором в северной лесостепи
Зауралья.....700

of nitrogen and phosphorus in soil
in the northern forest-steppes
of the Trans-Urals.....700

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

**Наумова Н. Л., Берестовая Н. С.,
Образцов А. Б.**
О влиянии некоторых эссенциальных
микронутриентов на технологические
показатели хлебопекарных прессованных
дрожжей.....705

**Naumova N. L., Berestovaya N. S.,
Obraztsov A. B.**
Some essential micronutrients
and their influence on the technological
parameters of pressed bakery yeast.....705

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ECONOMIC SCIENCES

Печерцева О. Н.
Анализ конкурентоспособности
регионального АПК.....710
Секачева В. М., Скарюпина М. Б.
Сравнительный анализ объемов
и источников финансирования
государственной программы поддержки
агропромышленного комплекса
Кемеровской области.....714

Pechertseva O. N.
Analysing the competitiveness of a regional
Agro-Industrial Complex.....710
Sekacheva V. M., Skaryupina M. B.
Comparative analysis of volumes
and sources of financing of the state
program supporting Agro-Industrial Complex
of Kemerovo region.....714

УДК 662.767.2

**УТОЧНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЖИМА ПЕРЕРАБОТКИ СУБСТРАТА
В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ****А. В. Белов, Ю. П. Ильин, И. С. Стабулит, Н. Ю. Кузьмина**

Особенностью решения проблемы энергобезопасности России в XXI веке является экологически чистое энергопроизводство. Одним из направлений энергетики России является использование нетрадиционных источников энергии. Это потребует увеличения вклада биомассы в общий энергобаланс в целях производства пиллет; газификации и пиролиза; производства биоэтанола, биоводорода, биодизельного топлива, биогаза. Значительная часть производимого биогаза используется для получения электроэнергии с КПД 31 %, производительность по электроэнергии варьирует от 48 до 104 кВт·ч на одну тонну перерабатываемого сырья органических отходов. Показано, как конструируются численные методы решения уравнений теплопроводности в частных производных с эффектом запаздывания по временной составляющей. При этом используется метод прямых и неявная сеточная схема с кусочно-постоянной интерполяцией, решается задача о сходимости. Численные алгоритмы решения задач с запаздыванием строятся и исследуются по неявному методу трапеций. Алгоритмы метода прямых сводятся к решению функционально-дифференциальных уравнений (ФДУ) большой размерности. Используется интерполяция с заданными свойствами дискретной предыстории модели. Проблема ограничения на временном шаге преодолевается путем применения специальных методов. С позиции сеточных методов предлагается конструирование неявной схемы с простейшим видом интерполяции дискретной предыстории модели – кусочно-постоянной интерполяции и исследуется ее порядок сходимости.

Ключевые слова: биогазовая установка, уравнение теплопроводности, сходимость модели, функционально-дифференциальные уравнения, метод прямых, неявная сеточная схема, численное решение, счетная система треугольной формы, уравнение устойчивости системы, эффект регулирования для метантенков, устойчивость системы, переходные температурные процессы.

В настоящее время в мировой практике для утилизации навоза получили широкое распространение биогазовые установки горизонтального типа [5, 6]. Предлагаемая нами блочно-модульная установка в кассетной комплектации метантенков емкостью 75 м³ (рис. 1) обрабатывает навоз и навозные стоки в анаэробных условиях, а продуктами переработки являются биологический газ и высококачественные органические удобрения. Во время сбраживания в навозе развивается микрофлора, которая последовательно разрушает органические вещества до кислот, а последние под действием синтрофных и метанобразующих бактерий превращаются в

газообразные продукты – метан и углекислоту. Одновременно (термофильный процесс) при сбраживании навоза обеспечивается его дезодорация и дегельминтизация.

Учитывая уровни удельного выхода биогаза при различной загрузке [5, 6] для термофильного, термотолерантного и мезофильного брожения (навозов КРС и свиного) можно определять действительные затраты энергии на выработку биогаза в условиях зоны Урала и решать вопросы замещения традиционных источников энергии.

Микробиологическое образование метана из различного рода органических материалов

является широко распространенным сложным многоступенчатым процессом, протекающим в анаэробных условиях, на разных стадиях которого принимают участие микроорганизмы различной природы [7]. Этап биodeградации связан с гидролизом высокомолекулярных соединений (полисахаридов, белков, жиров и т.д.) до соответствующих олиго- и мономеров, которые на последующих этапах конвертируются в органические кислоты и спирты, молекулярный водород и диоксид углерода. Органические кислоты и спирты превращаются в уксусную кислоту, водород и CO_2 , из которых в дальнейшем образуется метан. Экспериментальные исследования кинетики генерации в закрытой системе: CO_2 , метана, органических интермедиантов, при широком наборе индивидуальных соединений и их смесей (углеводов, аминокислот, ароматических соединений, органических кислот и спиртов) показывают, что конверсия всех органических соединений протекает через промежуточное образование уксусной, пропионовой и масляной кислот, при трансформации исходных молекул в конечные продукты [8].

Эти химические трансформации протекают под действием микроорганизмов $X_1, X_2, \dots, X_n$ при соответствующих скоростях реакций $v_1, v_2, \dots, v_n$. Возможность термодинамически запрещенного процесса окисления водой масляной кислоты с образованием уксусной кислоты и водорода в микробиологических консорциумах обеспечивают микроорганизмы, активно потребляющие молекулярный водород [9]. Для активного протекания метаногенеза необходимо, чтобы парциальное давление водорода было ниже критического (0,002 атм.) и соблюдались регуляторные эффекты. Предполагаемые модели позволяют описывать динамику метаногенирующего консорциума достаточно адекватно и предсказывать поведение системы при различных начальных условиях, различных режимах и времени [9].

Количественная картина метаногенеза (рис. 2) реконструировалась на основе динамики образования и расходования исходных промежуточных соединений и конечных продуктов процесса с использованием биокинетического подхода [8, 9].

Блок-схема пилотной БГУ

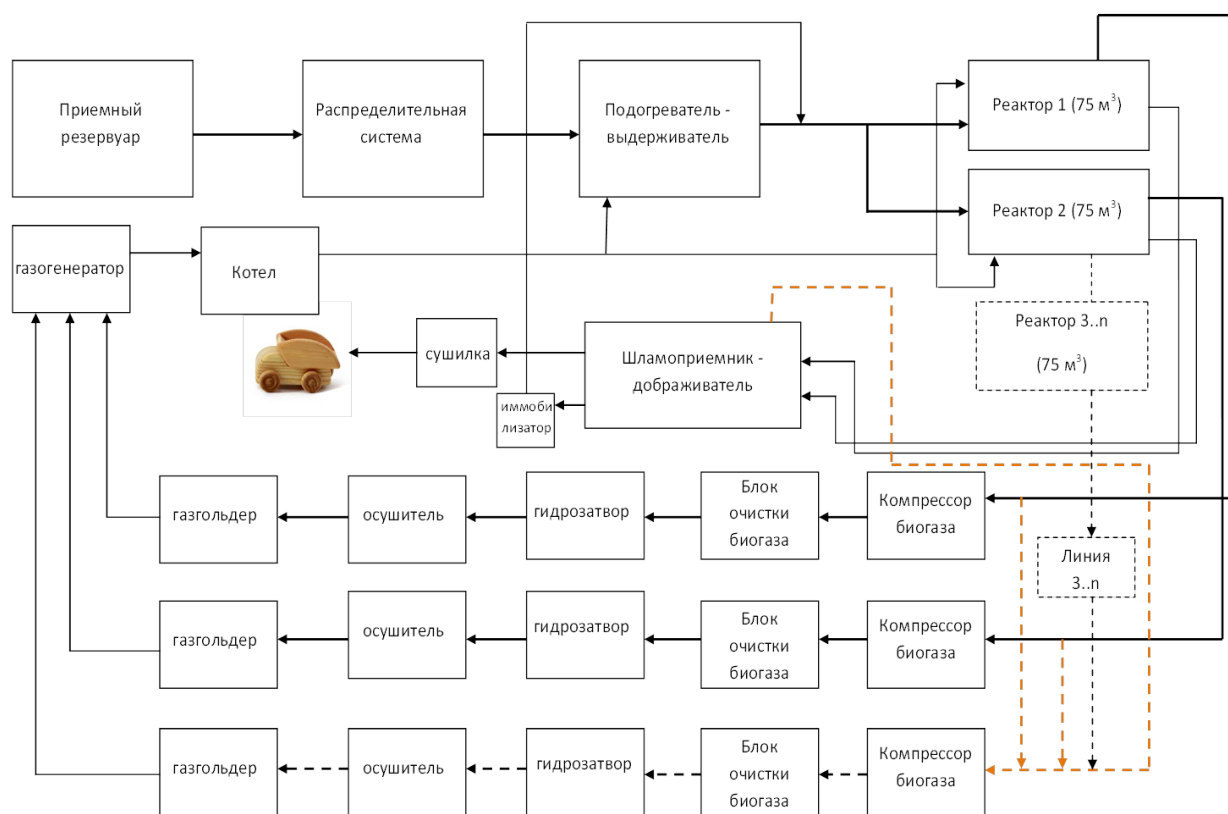


Рис. 1. Блочнo-модульная схема биогазовой установки

Выход биогаза из единицы объема субстрата зависит не только от перерабатываемого субстрата, но также от рабочих параметров биоэнергетической установки (температуры в реакторах, времени брожения, дозы загрузки, состава установки, конструктивного исполнения метантенков и т.д.). Это объясняет тот факт, что при использовании одинаковых субстратов возможна различная производительность установок.

Если обозначить все постоянные составляющие коэффициентами K_1 , K_2 , то удельный объем получаемого биогаза в БГУ можно определить следующим образом:

$$V_{\text{уд}} = \begin{cases} 0 & \text{при } t < t_{\min}, \\ k_1 \cdot t & \text{при } t_{\min} \leq t \leq t_p, \\ k_2 \cdot t & \text{при } t_p \leq t \leq t_{\max}. \end{cases} \quad (1)$$

Предполагаемая зависимость $k_1 \cdot t$ при $t_{\min} \leq t \leq t_p$ различными исследователями определяется разными формулами [6, 8, 9]. В диапазоне $t < t_{\min}$ протекают реакции гидролизной, кислотообразующей и ацетогенной фаз разложения субстратов. Во время протекания гидролизной фазы в результате жизнедеятельности бактерий устойчивые субстанции (протеины, жиры и углеводы) разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкозу и жирные кислоты). Образованные во время гидролизной фазы простые составляющие разлагаются на органические кислоты (уксусная, пропионовая, масляная), спирт, альдегиды, водород, диоксид углерода, а также газы аммиак и сероводород. Этот процесс протекает до тех

пор, пока развитие бактерий не замедляется под воздействием образованных кислот. Под воздействием ацетогенных бактерий из образованных во время кислотообразующей фазы кислот, вырабатывается уксусная кислота.

В диапазонах $t_{\min} \leq t \leq t_p$ и $t_p < t \leq t_{\max}$ происходят реакции метаногенеза. При этом уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ преобразуется в метан и воду.

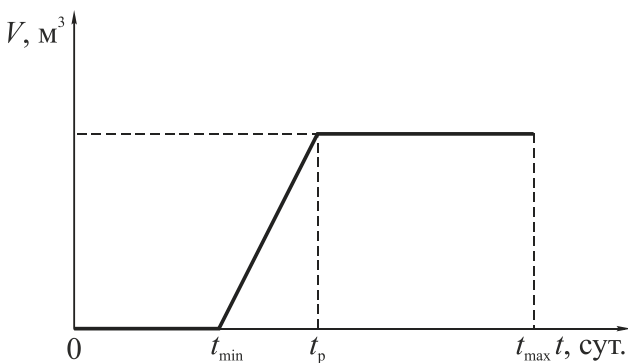
Согласно второму началу термодинамики физическая система (1), не обменивающаяся энергией с другими системами, стремится к вероятному равновесному состоянию с максимумом энтропии.

Многие исследователи конструируют численные методы решения уравнений теплопроводности в частных производных с эффектом запаздывания по временной составляющей, применяя метод прямых и неявную сеточную схему с кусочно-постоянной интерполяцией, решая задачу о сходимости [10]. Математические аспекты таких объектов изучались, в частности, в монографии [11]. Численные алгоритмы решения задач с запаздыванием как непрерывный метод строятся и исследуются по аналогии с неявным методом трапеций [12]. В работе [12] описываются алгоритмы метода прямых, которые сводятся к решению функционально-дифференциальных уравнений (ФДУ) большой размерности. Для систем ФДУ численные методы хорошо разработаны с позиции подхода [13], основанном на идее разделения конечной и бесконечной фазовых составляющих и идее применения интерполяции с заданными свойствами дискретной предыстории модели. Однако при дискретизации по двум переменным возникают жесткие задачи [14], которые при использовании явных методов дают ограничение на временной шаг. В этом случае частично проблема преодолевается применением специальных методов. В работе [10] с позиции сеточных методов предлагается конструирование неявной схемы с простейшим видом интерполяции дискретной предыстории модели – кусочно-постоянной интерполяции и исследуется ее порядок сходимости.

Поставим задачу и рассмотрим основные предположения.

Исходим из уравнения теплопроводности вида:

$$\frac{du}{dt} = a^2 \frac{d^2 u}{dx^2} + f(x, t, u, (x, t), u(x, \cdot)), \quad (2)$$



$t_{\min}$ – минимальное время, при котором происходит запуск БГУ; t_p – время, при котором происходит выход БГУ на расчетный режим; $t_{\max}$ – максимальное время работы БГУ

Рис. 2. Зависимость выхода биогаза от длительности процесса

где $x \in [0, x]$ – пространственная и $t \in [0, x]$ – временная независимые переменные;

$u(x, t)$ – искомая функция;

$u_i(x, \cdot) = \{u(x, t + s), -\tau \leq s < 0\}$ – функция – предыстория искомой функции к моменту t ;

τ – величина запаздывания.

Пусть заданы начальные условия:

$$u(x, t) = \varphi(x, t), \quad x \in [0, x], \quad t \in [0, x] \quad (3)$$

и граничные условия:

$$u(0, t) = g_0(t), \quad u[x, t] = g_1(t), \quad t \in [0, T]. \quad (4)$$

Задача (2–4) представляет собой простейшую краевую задачу для уравнения теплопроводности с эффектом запаздывания общего вида. Предположим, что функции φ , g_0 , g_1 и функционал f таковы, что задача имеет единственное решение $u(x, t)$, понимаемое в классическом смысле. Вопрос существования и единственности подобной задачи рассматривается в [11].

Обозначим через $Q = Q[-\tau, 0)$ множество функций $u(s)$, кусочно-непрерывных на $[-\tau, 0)$ с конечным числом точек разрыва первого рода, в точках разрыва непрерывных справа. Определим норму функций на Q соотношением $\|u(\cdot)\|_Q = \sup_{s \in [-\tau, 0)} |u(s)|$. Дополнительно будем предполагать, что функционал $f(x, t, u, v(\cdot))$ определен на $[0, X] \times [0, T] \times R \times Q$ и липшицев по двум последним аргументам, то есть найдется такая константа L , что для всех $x \in [0, x]$, $t \in [0, x]$, $u^1 \in R$, $u^2 \in R$, $v^1(\cdot) \in Q$, $v^2(\cdot) \in Q$ выполняется

$$\begin{aligned} & |f(x, t, u^1, v^1(\cdot)) - f(x, t, u^2, v^2(\cdot))| \leq \\ & \leq L(|u^1 - u^2| + |v^1(\cdot) - v^2(\cdot)|_Q). \end{aligned} \quad (5)$$

Приведем алгоритм решения методом прямых.

Разобьем отрезок изменения пространственной переменной $[0, x]$ на части с шагом $h = X/N$, введя точки $x_i = I \cdot h$, $I = 0, \dots, N$.

Приближения функций $u(x_i, t)$ обозначим через $u^i(t)$, предыстории этих функций к моменту t обозначим $u_i^i(\cdot) = \{u^i(t + s), -\tau \leq s < 0\}$. Обозначим также

$$f^i(t, u^i(t), u_i^i(\cdot)) = f(x_i, t, u^i(t), u_i^i(\cdot)).$$

Используя формулу аппроксимации по трем узлам на середину для второй производной по x при $i = 1, \dots, N - 1$, получаем систему функционально-дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} u^i(t) = & \frac{a^2}{h^2} (u^{i-1}(t) - 2u^i(t) + u^{i+1}(t)) + \\ & + f^i(t, u^i(t), u_i^i(\cdot)) \end{aligned} \quad (6)$$

с функциональными начальными условиями

$$u^i(t) = \varphi(t) = \varphi(x_i, t), \quad t \in [-\tau, 0]. \quad (7)$$

Задача 6–7 представляет собой задачу Коши для системы ФДУ, численные методы которой (основанные на дискретизации по времени) достаточно хорошо разработаны [13].

Как показывает практика, возникающая проблема жесткости при применении явных методов, приводит к ограничению на шаг Δ дискретизации по времени, а слишком мелкий шаг по времени ведет к накоплению вычислительной погрешности, возникает неустойчивость метода. Этого избегают, решая задачу (6–7) специальными методами для жестких систем, например, методом Розенброка, относящихся к числу полуявных или чисто неявных. Рассмотрим в качестве примера модификацию простейшего неявного метода Эйлера с кусочно-постоянной интерполяцией предыстории, что соответствует неявной сеточной схеме для численного решения задачи (2–4).

Для этого разобьем отрезок изменения пространственной переменной $[0, x]$ на части с шагом $h = X/N$, введя точки $x_i = ih$, $i = 0, \dots, N$. Отрезок изменения временной переменной $[0, T]$ разобьем на части с шагом $\Delta = T/M$, введя точки $t_j = j\Delta$, $j = 0, \dots, M$. Допустим, что величины $\tau/\Delta = K$ – целое число.

Приближения функций $u(x_i, t_j)$ в узлах обозначим через $u^{i,j}$. При всяком фиксированном $i = 0, \dots, N$ введем дискретную предысторию к моменту t_j ,

$$j = 0, \dots, M; \quad u_j^i = \{u^{i,k}, j - K \leq k \leq j\}.$$

Оператором интерполяции дискретной предыстории является отображение

$$I: u_j^i \rightarrow v^i(\cdot) \in Q.$$

В дальнейшем будем использовать только простейший способ интерполяции – кусочно-постоянную интерполяцию:

$$v^i(t_j + s) = u^{i,k}, \quad t_k \leq t_j + s < t_{k+1}.$$

Неявной схемой с кусочно-постоянной интерполяцией назовем систему (8):



$$\frac{u^{i,j+1} - u^{i,j}}{\Delta} = a^2 \frac{u^{i-1,j+1} - 2u^{i,j+1} + u^{i+1,j+1}}{h^2} + f(x_i, t_j, u^{i,j}, v_{ij}^i(\cdot)), \quad (8)$$

$$i = 1, \dots, N-1, \quad J = 0, \dots, M-1,$$

с начальными условиями

$$u^{i,0} = \varphi(x_i, 0), \quad i = 0, \dots, N \quad (9)$$

$$v^i(t) = \varphi(x_i, t), \quad t < 0, \quad i = 0, \dots, N \quad (10)$$

и граничными условиями

$$u^{0,j} = g_0(t_j), \quad u^{N,j} = g_1(t_j), \quad j = 0, \dots, M. \quad (11)$$

Система (8) при каждом фиксированном j представляет собой линейную трехдиагональную систему относительно $u^{i,j+1}$ с диагональным преобладанием, которая может быть эффективно решена методом прогонки.

Обозначим через $e^{i,j}$ величину погрешности метода:

$$e^{i,j} = u(x_i, t_j) - u^{i,j}, \quad i = 0, \dots, N, \quad j = 0, \dots, M.$$

Метод отвечает условию сходимости, если $e^{i,j} \rightarrow 0$ при $h \rightarrow 0$ и $\Delta \rightarrow 0$ для всех $i = 0, \dots, N$ и $j = 0, \dots, M$. Утверждать о сходимости порядка $h^p + \Delta^q$ можно в случае, если найдена константа C , при которой выполняется условие:

$$|e^{i,j}| \leq C(h^p + \Delta^q)$$

для всех $i = 0, \dots, N$ и $j = 0, \dots, M$.

Система (8–11) сходится с порядком $h^2 + \Delta$.

Исследования переходных температурных процессов, возникающих в реакторах, дображивателях-иммобилизаторах или подогревателях-выдерживателях биогазовой установки (рис. 1), при добавлении очередной порции свежей фракции навозного субстрата, показывает, что при этом нарушается установившийся режим (рис. 2) анаэробного сбраживания. Природа физического процесса нагревания до требуемой температуры сопровождается последствием, следовательно, может быть описана дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом:

$$\frac{dT(x,t)}{dT} = a^2 \frac{d^2 T(x,t)}{dx^2} + k(t)T(x, t-\tau), \quad (12)$$

$$T(x,t) = \varphi(x,t); \quad t < t_0,$$

где $k(t)$ – коэффициент, характеризующий запаздывание системы;

τ – время запаздывания;

T – температура загружаемого субстрата;

a^2 – коэффициент теплопроводности;

t – время замера;

x – координаты точки, в которой измеряется температура.

Решение уравнения (12) получим, используя ряд Фурье [16]:

$$T(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} X_k(t) \cdot \sin K_x. \quad (13)$$

Определение неизвестных функций $X_k(t)$ для зависимости (13) выполним посредством бесконечной системы дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Решать такую систему уравнений достаточно непросто, да и в нашем случае решение в замкнутом виде не требуется. Поставим задачу получения свойства решения уравнения устойчивости системы. Для этого определим: устойчива ли система по виду диагональных коэффициентов. Оценку произведем для бесконечной системы дифференциальных уравнений, имеющей треугольную форму, при постоянном запаздывании аргумента. Счетная система треугольной формы опишется зависимостью:

$$\frac{dx_s}{dt} = \sum_{k=1}^s P_{sk}(t) \cdot X_k(t-h_k), \quad (14)$$

где параметры зависимости удовлетворяют условиям:

$$s = 1, 2, \dots; \quad h_k > 0; \quad X_k(t) = \varphi_k(t); \quad t \in [-h_k, 0].$$

Учитываем непрерывность комплекснозначных функций $P_{sk}(t)$ на $[0, \infty]$ при $\sum_{k=1}^{\infty} |P_{sk}(t)| \leq P(t)$ для $s = 1, 2, \dots$ и непрерывном $P(t)$ на $[0, \infty]$.

Определяем верхнюю грань $\sup h_k = h < +\infty$. Положим $\varphi_s(t)$ – непрерывные комплекснозначные функции, равномерно ограниченные на $E = [-h_1, 0]$; $|\varphi_s(t)| \leq m < +\infty$, а

$$\int_{-h_s}^0 |p_{ss}(\tau + h_s)| d\tau < k < +\infty.$$

Определим норму в пространстве решений

$$\|X\| = \{\sup |X_1(t)|, |X_2(t)|, \dots\}, \quad (15)$$

если

$$\int_0^t |p(\tau)| d\tau < A \quad \text{и} \quad \left| \exp \int_0^t |p_{ss}(\tau + h_s)| d\tau \right| < N, \quad (16)$$

где N и A – некоторые положительные числа, удовлетворяющие условию $AN \leq 0 < 1$.

Покажем, что решение $X_s(t) \equiv 0$, при $s = 1, 2, \dots$ – устойчиво.

Для этого рассмотрим первое уравнение системы

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= P_{11}(t) \cdot X_1(t - h_1); \\ X_1(t) &= \varphi_1(t); \quad t \in [E_1]. \end{aligned} \quad (17)$$

Проинтегрировав выражение (17) по промежутку $[0; t]$, получим зависимость:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= x_1(0) + \int_0^t p_{11}(\tau) x_1(\tau - h_1) d\tau = \\ &= | \tau - h_1 = y | = x_1(0) + \int_{-h_1}^{t-h_1} p_{11}(y + h_1) x_1(y) dy = \\ &= x_1(0) + \int_{-h_1}^0 p_{11}(y + h_1) x_1(y) dy + \\ &+ \int_0^{t-h_1} p_{11}(y + h_1) x_1(y) dy, \end{aligned} \quad (18)$$

откуда

$$|X_1(t)| \leq (m + km) + \int_0^t |P_{11}(y + h_1)| |X_1(y)| dy. \quad (19)$$

Применив лемму Гронуолла-Беллмана [17], получим:

$$|X_1(t)| \leq (m + km) \exp \int_0^t |P_{11}(y + h_1)| dy. \quad (20)$$

Следовательно, $|X_1(t)| \leq m(1 + k)N$.

Рассмотрим второе уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{dx_2}{dt} &= P_{21}(t) \cdot X_1(t) + P_{22}(t - h); \\ X_2(t) &= \varphi_2(t); \quad t \in [E_2]. \end{aligned} \quad (21)$$

Аналогично предыдущему случаю:

$$|X_2(t)| \leq m(1 + k)N[1 + AN]. \quad (22)$$

Свойства решения уравнений устойчивости системы реализованы по виду диагональных коэффициентов для бесконечной системы дифференциальных уравнений треугольной формы при постоянном запаздывании аргумента.

Продолжив рассмотрение процесса на r -м шаге, получим зависимость

$$\begin{aligned} |x_r(t)| &\leq m \cdot (1 + k) \times \\ &\times N [AN + (AN)^2 + \dots + (AN)^{r-1}], \end{aligned} \quad (23)$$

где A и N – некоторые положительные числа, удовлетворяющие условию: $AN_0 < 1$.

Из выражения (23) следует, что

$$\|x\| \leq \frac{m(1 + k)N\Theta}{1 - \Theta} \quad \text{для всех } t < 0. \quad (24)$$

В случае $\varepsilon > 0$ и $m < \frac{\varepsilon(1 - \Theta)}{(1 + k)N}$, $\|x\| \leq \varepsilon$, что и является доказательством устойчивости системы при переходных температурных процессах в рассматриваемых элементах БГУ горизонтального типа.

Выводы

1. Биогазовые установки промышленного типа должны соответствовать условию оптимального баланса между производимым и потребляемым теплом (рис. 3).

2. С позиции сеточных методов предлагается конструирование неявной схемы с простейшим видом интерполяции дискретной предыстории модели – кусочно-постоянной интерполяции и исследуется ее порядок сходимости.

3. Свойства решения уравнений устойчивости системы реализуются по виду диагональных коэффициентов для бесконечной системы дифференциальных уравнений треугольной формы при постоянном запаздывании аргумента.

4. Для устранения несогласованности в потреблении энергии используется система регулирования, охватывающая как потребителей энергии, так и ее источники, что позволяет обеспечить оптимальные, а не произвольно задаваемые условия функционирования объекта.

5. Для метантенков (рис. 3) следует учесть эффект регулирования. Неучет этого эффекта может вызвать значительную погрешность в тепловых расчетах режимов работы установок БГУ.

Список литературы

1. Биоэнергетика России в XXI веке / Российское энергетическое агентство. М.: ФГБОУ РЭА Минэнерго РФ. 37 с.
2. Синяк Ю. В., Авизов А. Х. Возможность экономии природных энергоресурсов за счет анаэробной ферментации органосодержащих веществ // Энергетика топлива. 1984. № 6. С. 42–59.
3. Ананишвили Г. Д. Основы биоэнергетики и биоэнергетического строительства в сель-

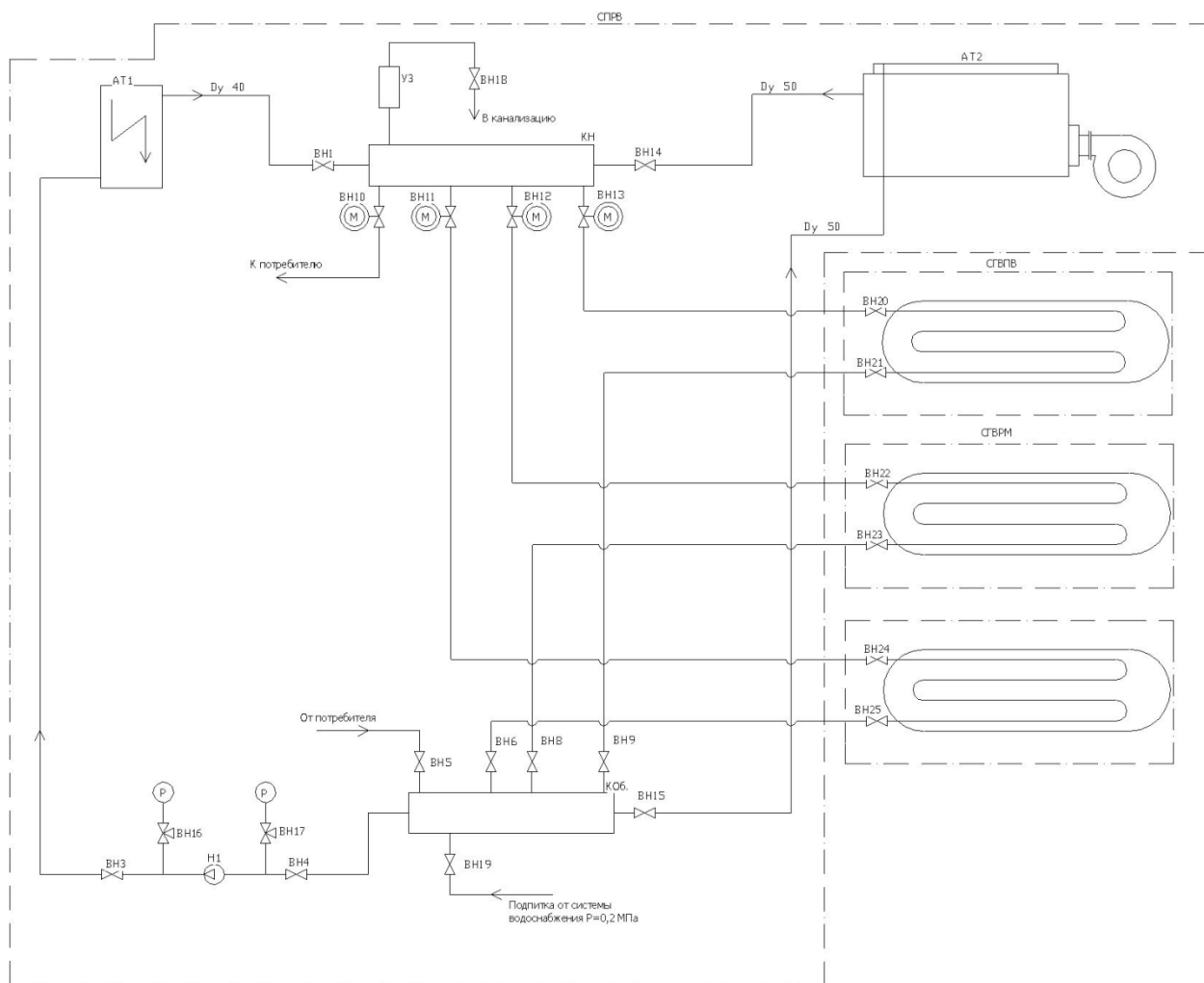


Рис. 3. Технологическая схема подогрева элементов БГУ

ском хозяйстве : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1959. 29 с.

4. Ильин Ю. П., Кузьмина Н. Ю. Оценка энергетических показателей промышленной биогазовой установки : коллективная монография // Экология и природопользование. М. : РАН, 2012. Т. 3. С. 65–69.

5. Ильин Ю. П., Кузьмина Н. Ю., Рудных Н. В. О возможности использования биогазовых установок горизонтального типа в условиях Челябинской области // Сборник докладов НПК «Эффективность, надежность и безопасность энергетического оборудования». Челябинск : ПЭИПК Энерго, ЧФ ФГАОУ ДПО, 2014. С. 55–58.

6. Энергетический потенциал животноводства / А. В. Белов, Ю. П. Ильин, Н. Ю. Кузьмина, Н. В. Рудных // Материалы ЛП междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2013. Ч. V. С. 104–113.

7. Оценка выхода биогаза при мезофильной переработке сенажа топинамбура в биогазовом кластере / Ю. П. Ильин [и др.] // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 68. С. 39–50.

8. Дубровский В. С., Виестур У. Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Рига : Зинатне, 1988. 204 с.

9. Варфоломеев С. Д., Гуревич К. Г. Биокинетика : практический курс. М. : ФАИР-ПРЕСС, 1999. 720 с.

10. Пименов В. Г. Численные методы решения уравнения теплопроводности с запаздыванием // Вестник Удмуртского университета. Сер. : Математика. 2008. Вып. 2. С. 113–116.

11. Wu J. Theory and Applications of Partial Functional Differential Equations. N.Y. : Springer-Verlag, 1996.

12. Tavernini L. Finite Difference Approximations for a Class of Semilinear Volterra Evolution Problems // SIAM J. Numer. Anal. 1977. Vol. 14. № 5. P. 931–949.

13. Ким А. В., Пименов В. Г. *i*-гладкий анализ и численные методы решения функционально-дифференциальных уравнений. М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2004.

14. Хайрер Э. Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М. : Мир, 1999.

15. Ильин Ю. П., Самаров А. Б., Кузьмина Н. Ю. Об устойчивости системы БГУ при

переходных температурных процессах // Материалы XLIII науч.-техн. конф. ЧГАУ. Челябинск : ЧГАУ, 2004. Ч. 2. С. 248–250.

16. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М. : Наука, 1981. 720 с.

17. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн. М. : Химия, 1995. 400 с.

Белов Александр Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Ильин Юрий Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Стабулит Ирина Станиславовна, старший преподаватель кафедры математики, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Кузьмина Наталья Юрьевна, соискатель кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: U-ilyin@mail.ru.

* * *

УДК 631.51

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАННОГО КРОШЕНИЯ ПЛАСТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

В. В. Бледных, П. Г. Свечников

Обоснован способ получения заданной степени крошения пласта при обработке почвы: определены траектории движения почвы на основе требований агротехники; составлены дифференциальные уравнения движения почвы по этим траекториям; определены нормальные силы, действующие на пласт при движении по заданным траекториям; по направлениям нормальных сил построена поверхность, реализующая данные траектории; сняты параметры лемешно-отвальной поверхности и выставлены на реальном плуге при помощи соответствующих механизмов. Для реализации способа приведены различные конструкции отвальных плугов с соответствующими механизмами и результаты их работы.

Ключевые слова: заданное крошение, траектория движения, агротребования, заданная траектория, нормальные силы, поверхность, механизм, реальный плуг, уравнение движения.

Основные понятия и определения, принятые в статье

Пласт почвы на рабочем органе (клине) – это механическая система переменного состава, образованная телами, центры инерции которых, начиная с момента вступления тел на рабочий орган, произвольным образом перемещаются через заданную область трехмерного пространства, ограниченную размерами и установкой рабочего органа. По истечении некоторого промежутка времени центры инерции эту область покидают.

Размеры пласта почвы на рабочем органе, как правило, не совпадают с размерами обрабатываемого пласта *ab*.

Тела, составляющие пласт, могут механически взаимодействовать как между собой, так и с окружающей средой. Возникающие при этом силы в первом случае будут внутренними, во втором – внешними. При взаимодействии тел между собой в них могут возникать упругие и пластические деформации, приводящие к разрушению некоторых тел пласта.

Известно, что все многообразие рабочих органов почвообрабатывающих машин можно исследовать на примере клина с соответствующими пространственными углами.

Углы, характеризующие рабочий орган (клин), движущийся в почве:

– угол ε между плоскостью клина и дном борозды в плоскости, перпендикулярной лезвию клина;

– угол γ между лезвием плоского клина и направлением движения рабочего органа;

– угол η определяет направление движения пласта почвы по клину – это угол между траекторией движения элементов пласта почвы по поверхности клина и лезвием клина (рабочего органа);

– угол резания χ – угол между траекторией движения элементов пласта почвы по поверхности клина и направлением движения рабочего органа.

Основатель земледельческой механики В.П. Горячкин, касаясь работы отвальных плугов, отмечал: «Рациональный способ проектирования поверхностей отвалов должен заключаться в следующем: сначала надо было бы выяснить ту деформацию, которую должен претерпеть пласт при прохождении его по отвалу, а затем подобрать подходящую математически правильную поверхность» [1]. Нужно качество крошения почвы, нужный оборот пласта и т.д. можно заранее предусмотреть, заставляя пласт почвы двигаться по заданной траектории на лемешно-отвальной поверхности (ЛОП) рабочего органа, например, отвального плуга или на лемехе безотвального орудия. Для этого необходимо исследование технологического процесса обработки почвы и на этой основе модернизация существующих и создание новых рабочих органов почвообрабатывающих машин, отвечающих заданным требованиям.

1 Движение пласта почвы при отвальной вспашке

Со времен Дж. Бейлея (1797 г.), Лямбурши и Ридольфи (1832 г.) при проектировании лемешно-отвальных поверхностей считают, что при обороте пласта $abcd$ в поперечно-вертикальной плоскости ZOY сначала вращается относительно точки d , а затем относительно точки c' до тех пор, пока не займет нужного положения (рис. 1).

Анализ данной теоретической схемы оборота пласта показывает, что любая другая траектория будет более энергоемкой, чем эта. Действительно, если пласт будет вращаться относительно некоторой точки d^* , то, при прочих равных условиях, работа, затрачиваемая на оборот пласта, больше на величину подъема dd^* . При вращении относительно точки d^{**} работа будет больше на величину работы деформации на участке dd^{**} и т.д.

Так как при вращении пласта орудие движется поступательно с некоторой скоростью V , то при обороте пласта $abcd$ все его точки совершают винтовое движение с некоторым одинаковым шагом S . В результате этого пласт не разрушается и полностью оборачивается (положение $c'd''a''b''$). Верхнее ребро пласта bc оказывается внизу, а нижнее ребро ad – наверху. Поверхность, реализующая полный оборот пласта без разрушения, называется винтовой.

При неполном обороте пласт занимает конечное положение $c'd'a''b''$ (рис. 2); при этом по направлению оси винта OX разные точки этого пласта обычно проходят разный путь с различным шагом. В результате этого пласт деформируется, чем обеспечивается крошение пласта. Например, при обороте пласта на угол 90° в плоскости XOY (вдоль оси винта) ребро dc пласта проходит путь, меньший, чем ребро ab и т.д.

Сторона пласта bc в конечном положении оказывается при этом не внизу, точно так же сторона пласта ad занимает не верхнее положение, а некоторое среднее. При этом возможно

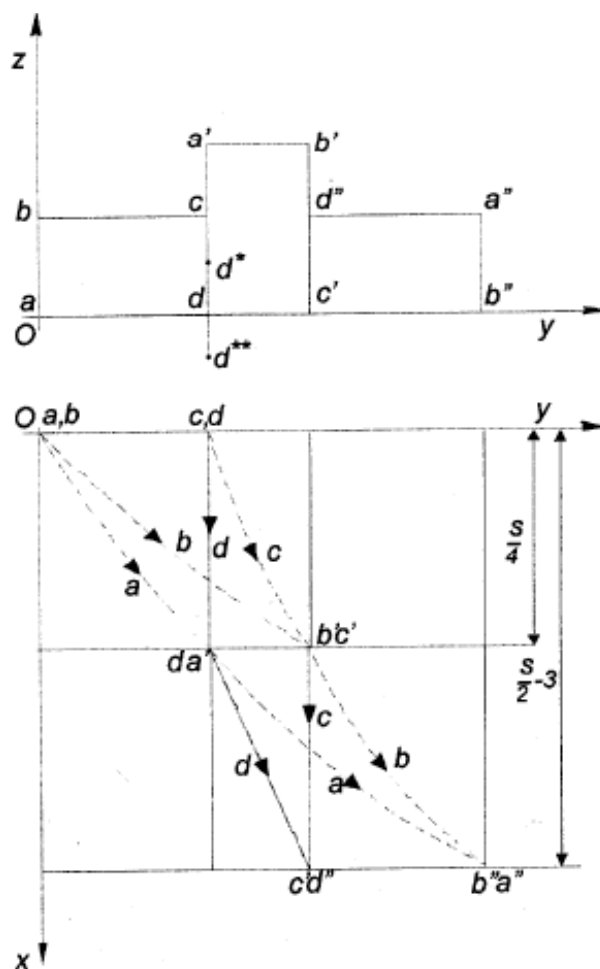


Рис. 1. Схема полного оборота пласта (винтовая поверхность)

множество положений пласта как при его повороте в поперечной плоскости ZOY на угол 90° , так и при дальнейшем повороте. Это множество положений реализуется на практике в виде многообразия культурных и полувинтовых поверхностей, а также поверхностей, работающих на различных скоростях движения.

В работах [2, 3] вопрос кинематики отвальной вспашки почвы обсуждается довольно подробно. Мы считаем, что необходимо вернуться к исследованию кинематики движения пласта при отвальной обработке почвы с целью получения дополнительной информации, требующейся для универсализации отвальных поверхностей.

Считая доказанным положение о том, что все точки пласта совершают винтовое движение с некоторым шагом S , определим основные параметры этого движения (рис. 3).

$$\begin{cases} z = r \cdot \sin \varphi, \\ y = r \cdot \cos \varphi, \\ x = p \cdot \varphi, \end{cases} \quad (1)$$

где p – параметр винта;

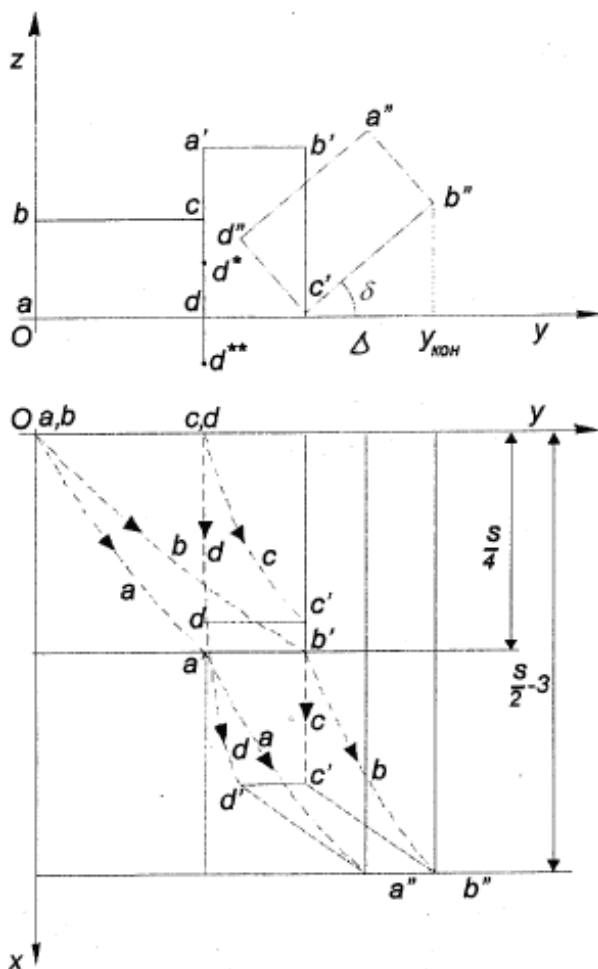


Рис. 2. Схема неполного оборота пласта (культурная и полувинтовая поверхности)

Пусть пласт $klmn$ (сечение пласта в плоскости, перпендикулярной вектору скорости на отвальной поверхности) вращается относительно центра O . Движение точки A , лежащей на нижней грани kn сечения $klmn$, описывается системой уравнений (считаем, что пласт движется по неподвижной поверхности).

Тогда составляющие скорости и ускорения точки A нижней грани пласта примут вид:

$$\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(p \cdot \varphi) = p \cdot \frac{d\varphi}{dt} = p \cdot \omega, \\ V_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(p \cdot \cos \varphi) = -r \cdot \frac{d}{dt} \cos \varphi = \\ = -r \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \sin \varphi = -r \cdot \omega \cdot \sin \varphi, \\ V_z = \frac{dz}{dt} = \frac{d}{dt}(p \cdot \sin \varphi) = r \cdot \frac{d}{dt} \sin \varphi = \\ = r \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \cos \varphi = r \cdot \omega \cdot \cos \varphi, \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}(p \cdot \varphi) = \frac{d}{dt} p \cdot \omega = p \cdot \varepsilon, \\ a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d}{dt}(-r \cdot \omega \cdot \sin \varphi) = -r \cdot \left(\sin \varphi \cdot \frac{d}{dt} \omega \right) - \\ - r \cdot \left(\omega \cdot \frac{d}{dt} \sin \varphi \right) = -r \cdot \varepsilon \cdot \sin \varphi - r \cdot \omega^2 \cdot \cos \varphi, \\ a_z = \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{d}{dt}(r \cdot \omega \cdot \cos \varphi) = r \cdot \left(\omega \cdot \frac{d}{dt} \cos \varphi \right) + \\ + r \cdot \left(\cos \varphi \cdot \frac{d}{dt} \omega \right) = -r \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi + r \cdot \varepsilon \cdot \cos \varphi. \end{cases} \quad (3)$$

Определим связь между параметром винта p и его шагом S . За полный оборот пласта ($\varphi = 2\pi$) пласт совершит поступательное перемещение S :

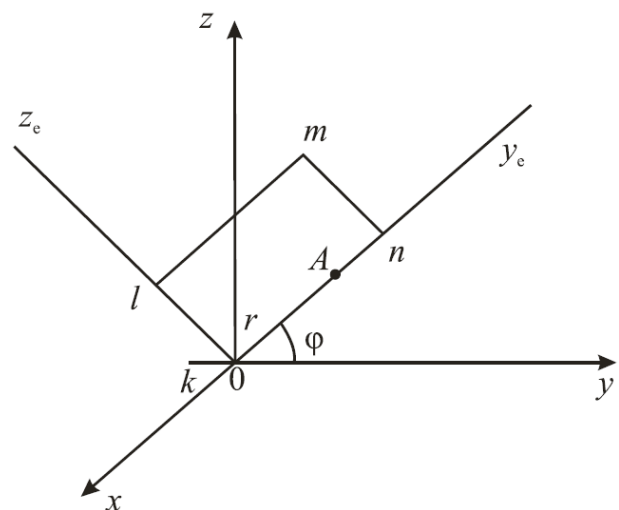


Рисунок 3 – Основные параметры движения пласта при обороте

$$S = 2\pi r. \quad (4)$$

Итак, если винтовая траектория задана шагом S , то значение параметра p в уравнениях (1), (2) и (3) определяется по формуле:

$$p = \frac{S}{2\pi}. \quad (5)$$

Величина угловой скорости вращения ω сечения пласта в плоскости ZOY зависит от скорости поступательного движения машины V_0 и находится из условия

$$V_x = p \cdot \omega,$$

откуда

$$\omega = \frac{V_x}{p} = \frac{2\pi \cdot V_x}{S}. \quad (6)$$

Если агрегат движется равномерно, т.е. $V_0 = \text{const}$, то

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{2\pi}{S} \cdot V_x \right) = \frac{2\pi}{S} \cdot \frac{d}{dt} V_x = \frac{2\pi}{S} \cdot 0 = 0.$$

В этом случае уравнения (3) принимают вид:

$$\begin{cases} a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} = p \cdot \varepsilon = 0, \\ a_y = \frac{d^2 y}{dt^2} = -r \cdot \omega^2 \cdot \cos \varphi, \\ a_z = \frac{d^2 z}{dt^2} = -r \cdot \omega^2 \cdot \sin \varphi. \end{cases} \quad (7)$$

Если точка A , лежащая на нижней грани пласта, задана координатами $A(y, z)$, то

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{y^2 + z^2}, \\ \sin \varphi &= \frac{z}{r}, \\ \cos \varphi &= \frac{y}{r}. \end{aligned} \quad (8)$$

Полученные уравнения справедливы только для участка вращения пласта относительно точки d . Рассуждая аналогично, можно получить необходимые уравнения и при вращении пласта относительно точки C' (см. рис. 1, 2):

$$\begin{aligned} z &= \sqrt{2[y(b+a)-ab]-y^2}, \\ \frac{z}{y} &= \frac{a+b-y}{\sqrt{2[y(b+a)-ab]-y^2}}, \\ V_y &= V_n \sqrt{\frac{2[y(b+a)-ab]-y^2}{P^2 2([y(b+a)-ab]-y^2)+b^2}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Считая, что вращение пласта относительно точки C' заканчивается при таком $y_{\text{кон}}$, при котором пласт сохраняет устойчивое положение, имеем (см. рис. 2):

$$y_{\text{кон}} = a + b + \Delta.$$

Если конечное положение пласта задано в виде угла наклона грани отваленного пласта δ , то

$$\Delta = b \cdot \cos \delta.$$

2 Движение пласта почвы

по любым сложным поверхностям

Известно, что любая поверхность может быть описана уравнениями в одной из следующих форм:

$$F(x, y, z) = 0; \quad x = x(u, y) \quad y = y(u, y);$$

$$z = z(u, y); \quad z = f(x, y).$$

Скольжение материальной точки M по поверхности определяется координатами $M(x, y, z)$ и в общем виде описывается выражением $f(x, y, z, t) = 0$. Под действием заданных сил, равнодействующая которых $P(x, P_y, P_z)$, движение точки описывается уравнениями [4]:

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} &= P_x + \lambda \frac{\partial f}{\partial x}, \\ m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} &= P_y + \lambda \frac{\partial f}{\partial y}, \\ m \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} &= P_z + \lambda \frac{\partial f}{\partial z}. \end{aligned} \quad (10)$$

Со стороны поверхности отвала на точку M будет действовать нормальная реакция Rn (рис. 4), проекции которой будут величинами вида:

$$\lambda \frac{\partial f}{\partial x}, \quad \lambda \frac{\partial f}{\partial y}, \quad \lambda \frac{\partial f}{\partial z}. \quad (11)$$

Для изучения движения точки по некоторой траектории на поверхности воспользуемся уравнением движения по Лагранжу [4]. Всегда можно выразить координаты движущейся точки M в функции двух параметров q_1, q_2 :

$$X = \varphi(q_1, q_2, t); \quad Y = \psi(q_1, q_2, t); \quad Z = \omega(q_1, q_2, t); \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left(\frac{T}{\partial q_1'} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_1} &= Q_1, \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{T}{\partial q_2'} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_2} &= Q_2, \end{aligned} \quad (13)$$

где T – кинетическая энергия материальной точки.

$$Q_1 = P_x \frac{\partial x}{\partial q_1} + P_y \frac{\partial y}{\partial q_1} + P_z \frac{\partial z}{\partial q_1},$$

$$Q_2 = P_x \frac{\partial x}{\partial q_2} + P_y \frac{\partial y}{\partial q_2} + P_z \frac{\partial z}{\partial q_2}.$$

При этом существует соотношение

$$\frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial q_1} + \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial q_1} + \frac{\partial f}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial q_1} = 0,$$

которое показывает, что нормаль к поверхности нормальна и к кривой, которую опишет точка M (уравнение (13)), если, сохраняя постоянными $2q$ и t , изменять только параметр q_1 ; эта кривая лежит на поверхности S . Точно так же и для $2q$ [4].

Из сказанного следует один очень важный вывод: действительное перемещение, которое совершает точка по неподвижной поверхности S , перпендикулярно к нормальной реакции R_n (см. рис. 4).

Этот вывод лежит в основе предлагаемого метода проектирования рабочей поверхности любого рабочего органа почвообрабатывающих машин. Основная идея этого метода заключается в следующем: если известны траектории движения почвы на основе требований агротехники, то нужно составить дифференциальные уравнения движения почвы по этим траекториям, затем определить нормальные силы, действующие на пласт почвы при движении по заданным траекториям, и по направлениям нормальных сил построить поверхность, которая будет реализовывать данную траекторию.

Мы считаем, что для анализа и синтеза лемешно-отвальных поверхностей на данном этапе наиболее удобно поверхность задавать следующим образом: рассечем ЛОП плоскостя-

ми, параллельными плоскости ZOX , в каждом сечении получим некоторую плоскую кривую – выкройку 4–4 (рис. 5). Набор выкроек, расположенных с некоторым заданным интервалом друг от друга, как угодно точно описывает искомую лемешно-отвальную поверхность. Задача состоит в том, чтобы на основе уравнений кинематики и динамики движения пласта почвы получить аналитические выражения для построения выкроек ЛОП [3].

3 Построение лемешно-отвальной поверхности плуга

В п. 1 показано, как можно учесть агротехнические требования, предъявляемые к отвальной обработке почвы. Определены основные параметры движения пласта почвы при различных агротехнических требованиях.

Полученные закономерности позволяют решить задачу аналитического проектирования лемешно-отвальной поверхности.

В п. 2 показано, что действительное перемещение, которое совершает точка по неподвижной поверхности, перпендикулярно нормальной реакции (N) в каждой точке поверхности.

В плоскости ZOY (рис. 6) направление нормали к кривой на плоскости можно задать несколькими способами. Один из них – с помощью угла наклона касательной к траектории движения.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dz}{dy}.$$

Но в то же время

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_y}{N_z} = \frac{n_y}{n_z},$$

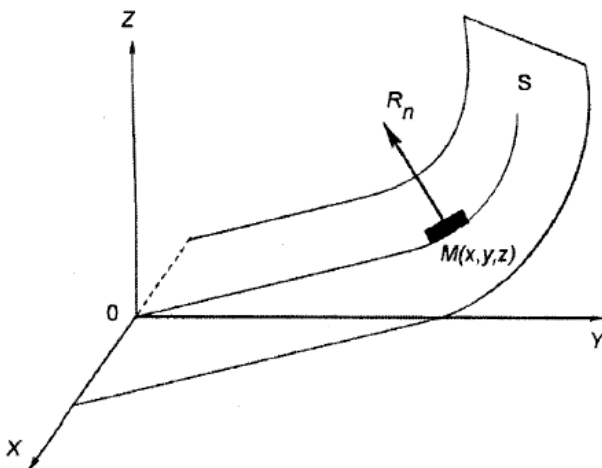


Рис. 4. Нормальная реакция, действующая на элемент почвенного пласта

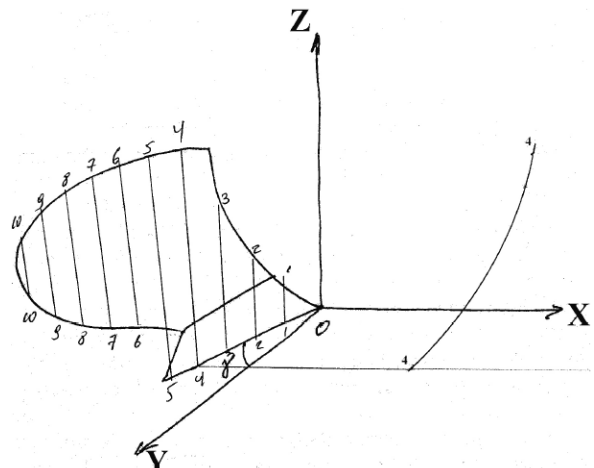


Рис. 5. Набор выкроек для построения лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга

т.е.

$$d_y = \frac{n_z}{n_y} d_z, \quad (14)$$

где n_z, n_y – длина отрезков по осям Z и Y .

Полученное выражение (14) есть уравнение выкройки рабочей поверхности ЛОП в плоскости ZOY в дифференциальной форме, где отношение $\frac{n_z}{n_y}$ является геометрическим параметром, определяющим направление нормали к выкройке лемешно-отвальной поверхности в любой точке траектории движения пласта почвы.

Воспользуемся значением отношения $\frac{n_z}{n_y}$, полученным нами, исходя из условия классического оборота пласта (п. 2). После некоторых преобразований получим:

$$\frac{n_z}{n_y} = -\frac{2\pi}{gS} V_k^2 \frac{z}{\sqrt{b^2 - z^2}} + \frac{S}{2\pi\sqrt{b^2 - z^2}}.$$

Подставим полученное выражение в уравнение выкройки, имеем:

$$dy = \left(-\frac{2\pi}{gS} V_k^2 \frac{z}{\sqrt{b^2 - z^2}} + \frac{S}{2\pi\sqrt{b^2 - z^2}} \right) dz.$$

После интегрирования данного уравнения получим:

$$y = -\frac{2\pi}{gS} V_k^2 \frac{z}{\sqrt{b^2 - z^2}} + \frac{S}{2\pi} \arcsin \frac{z}{b} + c_1 + c_2 + c_3,$$

где c_1, c_2, c_3 – постоянные интегрирования;

$$\sqrt{b^2 - z^2} = b_0 - x;$$

$$y = -\frac{2\pi}{gS} V_k^2 (b_0 - x) + \frac{S}{2\pi} \arcsin \frac{z}{b} + c_1 + c_2 + c_3, \quad (15)$$

где b – радиус вращения элемента пласта в плоскости ZOY ;

z, y – координаты точки выкройки рабочей поверхности (рис. 7).

Уравнение (15) представляет собой уравнение выкройки в плоскости ZOY . Положение секущей в продольно-вертикальной плоскости определяется координатой x .

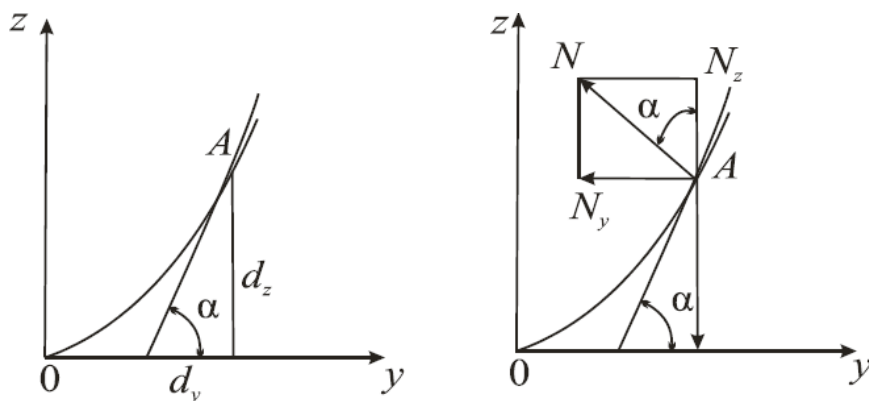


Рис. 6. Построение выкройки лемешно-отвальной поверхности по направлению нормальной реакции N на траектории движения

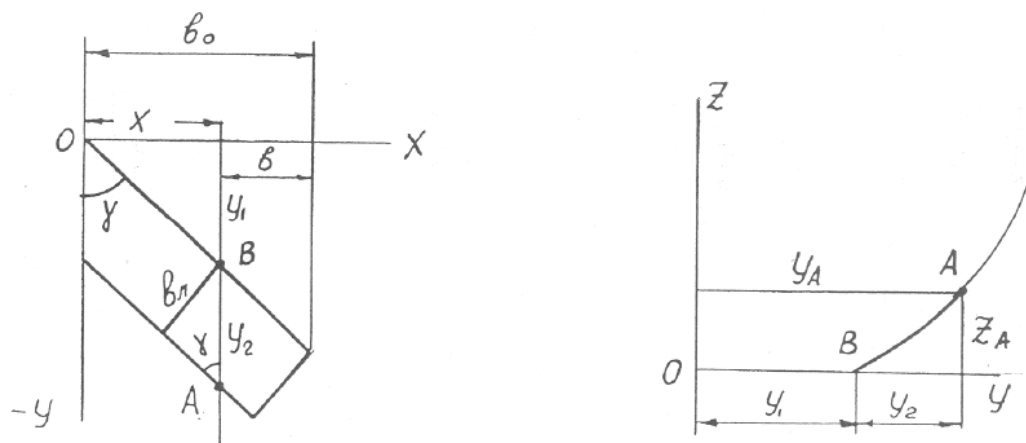


Рис. 7. Местоположение текущей расчетной выкройки отвальной поверхности и постоянные интегрирования



При определении постоянных интегрирования мы руководствовались следующим: необходимо согласовать плоскую поверхность лемеха с криволинейной поверхностью отвала. Чтобы обеспечить плавный переход, необходимо, чтобы угол α был равен углу наклона касательной к ЛОП (рис. 8):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \sin \gamma = \frac{dz}{dy}, \\ \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \sin \gamma &= \frac{2\pi g S \sqrt{b^2 - z_A^2}}{S^2 g - 4\pi V_k^2 z_A}. \end{aligned} \quad (16)$$

Чтобы условие гладкости перехода (уравнение (16)) выполнялось, необходимо:

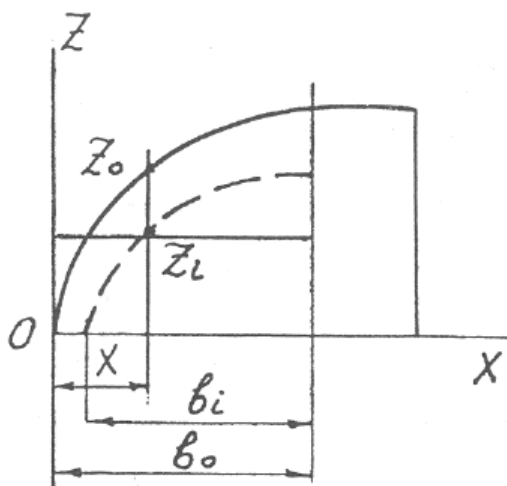
- изготавливать лемех вогнутым;
- изменять в точке стыка шаг винтовой линии (S) либо изменять угол наклона лемеха к дну борозды (ε).

Как показал анализ существующих ЛОП, выполненный С. Я. Худяковым, в мировой практике встречаются все названные способы согласования лемеха с отвалом [5]. К сожалению, в основных типах отечественных плугов согласование лемеха с отвалом неудовлетворительное (в основном за счет некоторого изменения шага). Начальные условия для лемеха (см. рис. 7):

$$\begin{aligned} z &= 0, \\ x &= b_0 - b, \\ y &= y_1 = \frac{x}{\operatorname{tg} \gamma_0}. \end{aligned} \quad (17)$$

Уравнение (15) в этом случае будет таким:

$$\frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0} = \frac{2\pi}{gS} V_k^2 b + c_1 + c_2 + c_3. \quad (18)$$



В соответствии с начальными условиями (17) запишем значения постоянных интегрирования:

$$\begin{aligned} c_1 &= \frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0}, \\ c_2 &= \frac{2\pi}{gS} V_0^2 \alpha_1^2 b, \\ c_3 &= 0. \end{aligned}$$

Рассмотрим граничные условия ЛОП:

$$\begin{aligned} x &= b_0; \\ z &= b; \\ y &= \frac{S}{\varphi} + y. \end{aligned}$$

Уравнение (15) при этом примет вид

$$\frac{S}{\varphi} + \frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0} = \frac{S}{\varphi} + \frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0} - \frac{2\pi}{gS} V_k^2 b + c_3,$$

откуда

$$c_3 = \frac{2\pi}{gS} V_k^2 z.$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} c_1 &= \frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0}; \\ c_2 &= -\frac{2\pi}{gS} V_k^2 b; \\ c_3 &= \frac{2\pi}{gS} V_k^2 z. \end{aligned}$$

В итоге получим уравнение выкройки:

$$y = \frac{2\pi}{gS} V_k^2 (b_0 - x - b + z) + \frac{S}{2\pi} \arcsin \frac{z}{b} + \frac{b_0 - b}{\operatorname{tg} \gamma_0}. \quad (19)$$

Получение этого уравнения и есть основной результат по данной части. Совокупность

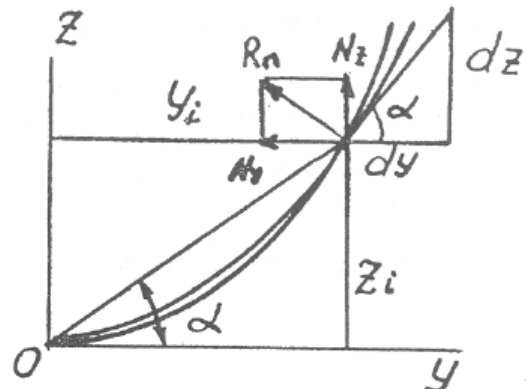


Рис. 8. Согласование соединения лемеха с отвальной поверхностью

таких уравнений (сечений x_i) $\sum_1^n x_i$ представляет собою искомую лемешно-отвальную поверхность.

Для практического применения предлагаемого метода построения лемешно-отвальных поверхностей на ЭВМ необходимо построить фронтальную проекцию лемешно-отвальной поверхности при некоторых исходных данных.

Проектирование лемешно-отвальных поверхностей

Исходные данные для построения фронтальной проекции ЛОП (расчеты в среде MathCAD):

$b_0 := 350$ – ширина захвата корпуса, мм;

$v_0 := 2000$ – рабочая скорость, мм/с;

$a := 270$ – глубина пахоты, мм;

$g := 9806$ – ускорение свободного падения, мм/с²;

$\varphi := 20$ – угол внешнего трения;

$\gamma := 40$ – угол постановки лемеха к стенке борозды;

$\delta := 10$ – угол внешней грани отвального пласта к дну борозды;

$$k = \frac{1}{\tan \gamma} - \tan \delta,$$

$k = 1,015$ – коэффициент пропорциональности;

$s_0 := \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot v_0 \cdot \sqrt{\frac{b_0}{g}}$ – начальный шаг, мм (для культурной ЛОП);

$f(q) := \tan(q) - \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot (q + \varphi))$ – вычисление угла (δ);

$$\delta := a \sin\left(\frac{a}{b_0}\right).$$

Построение фронтальной поверхности ЛОП

$h1 := b_0$ $h1 = 350$ – ширина захвата корпуса, мм.

$h2 := \sqrt{a^2 + b_0^2}$ $h2 = 442,041$ – ширина захвата корпуса, мм.

$\Delta b := 25$ – перекрытие корпусов, мм.

$bm := a + b_0 \cdot \cos(\delta) + \Delta b$ $bm = 517,711$ – максимальная ширина корпуса, мм.

$$X1 := 5 \cdot \frac{z0}{h1} \quad Z1 := z0 \quad X2 := 5 \quad Z2 := h1 \quad (Xi,$$

Zi – координаты характерных точек фронтальной проекции).

$f1(x) := x \cdot \tan\left(\frac{\pi}{2} - a \tan\left(\frac{5}{h1}\right)\right)$ (fi – уравнения отдельных линий фронтальной проекции).

$x1 := 0 \dots X2$ (xi, zi – пределы изменения аргументов уравнений линий проекции).

$$r := h2 \quad f5(x) := z0 \quad x3Q := 10 \quad z3Q := 10.$$

Given – поиск координат точки 3.

$$\frac{-(x3Q - b0)}{\sqrt{r^2 - (x3Q - b0)^2}} = \frac{z3Q - Z2}{x3Q - X2}$$

$$z3Q = \sqrt{r^2 - (x3Q - b0)^2}$$

$$\begin{bmatrix} x3val \\ z3val \end{bmatrix} = \text{Find}(x3Q, z3Q)$$

$$X3val = 208,46 \quad X3 := x3val$$

$$Z3val = 418,768 \quad Z3 := z3val$$

$$f2(x) := Z2 + (x - X2) \cdot \frac{Z3 - Z2}{X3 - X2}$$

$$x2 := X2, 1.05 \cdot X2 \dots X3$$

$$f4(x) := \frac{a + 10}{\cos(\delta)} - (b0 + a - x) \cdot \tan(\delta)$$

$$X4 := bm \quad Z4 := f4(bm)$$

$$Z5 := z0 \quad q := 500 \quad X5 := \text{root}(f4(q) - z0, q)$$

$$X3 := X3, 1.01 \cdot X3 \dots X4 \quad x4 := X5, 1.01 \cdot X5 \dots X4$$

$$X5 := X1, 1.01 \cdot X1 \dots X5 \quad XM := b0 \quad ZM := h2$$

$$K0 := 0 \quad K1 := 0 \quad K2 := 0 \quad K3 := 0$$

Given – вычисление коэффициентов уравнения кривой верхнего обреза.

$$f3 = k0 + k1 \cdot x + k2 \cdot x2 + k3 \cdot x3$$

$$K0 + K1 \cdot X3 + K2 \cdot X32 + K3 \cdot X33 = Z3$$

$$K0 + K1 \cdot XM + K2 \cdot XM2 + K3 \cdot XM3 = ZM$$

$$K0 + K1 \cdot X4 + K2 \cdot X42 + K3 \cdot X43 = Z4$$

$$K0 + K1 \cdot X3 + K2 \cdot X32 + K3 \cdot X33 = \frac{Z3 - Z2}{X3 - X2}$$

$$\begin{bmatrix} k0 \\ k1 \\ k2 \\ k3 \end{bmatrix} := \text{Find}(K0, K1, K2, K3)$$

$$F4(Z) := \frac{Z - \frac{a + 10}{\cos(\delta)}}{\tan(\delta)} + b0 + a$$

$$f6(z) := \frac{z - Z5}{Z6 - Z5} (X6 - X5) + X5$$

$$z6 := Z \dots Z5 \quad z4 := Z5 \dots Z4 \quad f7(x) := 0 \quad x7 := 0 \dots b0$$



$$f_{123}(x) := \begin{cases} f_1(x) & \text{if } x < X_2 \\ f_2(x) & \text{if } X_2 \leq x \leq X_3 \\ f_3(x) & \text{if } x > X_3 \end{cases}$$

$$f_{46}(z) := \begin{cases} f_4(z) & \text{if } z > Z_5 \\ f_6(x) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Вычисление координат точек ЛОП

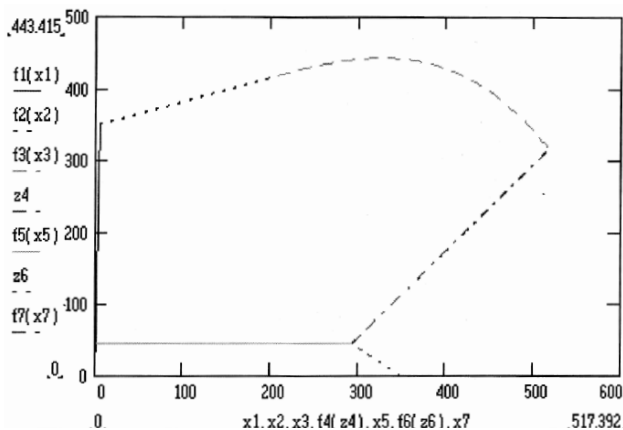
Угол наклона нижней грани пласта к горизонту, рад

$$\varphi(x, z) := \begin{cases} a \tan\left(\frac{z}{b_0 - x}\right) & \text{if } x < b_0 \\ \pi - a \tan\left(\frac{z}{b_0 - x}\right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Радиус вращения точек пласта, мм.

$$b(x, z) := \begin{cases} k_1 - \sqrt{(b_0 - x)^2 + z^2} \\ k_2 - \sqrt{(b_0 + a - x)^2 + z^2} \\ k_1 + \varphi(x, z) \cdot \frac{k_2 - k_1}{\frac{\pi}{2} + \delta} \end{cases}$$

Тип: = 0 – тип ЛОП.



Шаг винтовых линий различных типов ЛОП, мм.

$$s(x, z) := \begin{cases} S_0 & \text{if type} = 0 - \text{винтовая ЛОП} \\ K \cdot b(x, z) + s_0 & \\ \frac{2 \cdot \pi \cdot v_0}{\sqrt{g \cdot z \cdot (1 + e^{0,002 \cdot z})}} \cdot b(x, z) & \\ \text{if type} = 2 - \text{полувинтовая ЛОП} \end{cases}$$

$$y(x, z) := \frac{s(x, z)}{2 \cdot \pi} \cdot \varphi(x, z) + \frac{x}{\tan(\gamma)} - \text{уравнение ЛОП}$$

$N := 25 \quad j := 0..N \quad i := 0..N - \text{формирование массива точек ЛОП.}$

$$\Delta x := \frac{bm}{N} \quad \Delta z := \frac{h2}{N} \quad x_i := \Delta x \cdot i + 0.1$$

$$z_j := \Delta z \cdot j + 0.1 \quad X_{i,j} := x_i \quad Z_{i,j} := z_j$$

Исключение точек за пределами фронтальной проекции.

$$xx_{i,j} := \begin{cases} 0.1 & \text{if } Z_{i,j} > f_{123}(X_{i,j}) \\ 0.1 & \text{if } X_{i,j} > f_{46}(Z_{i,j}) \\ X_{i,j} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$zz_{i,j} := \begin{cases} 0.1 & \text{if } Z_{i,j} > f_{123}(X_{i,j}) \\ 0.1 & \text{if } X_{i,j} > f_{46}(Z_{i,j}) \\ Z_{i,j} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Запись результатов на диск

```
yyi,j := y(xxi,j, zzi,j)
WRITEPRN("x.dat"): = xx
WRITEPRN("y.dat"): = yy
WRITEPRN("z.dat"): = zz
```

Для проверки вышеизложенных теоретических положений нами было разработано несколько различных решений по совершенствованию существующих плугов. Эти усовершенствования заставляют пласт почвы двигаться по заданной траектории (с заданным шагом) и тем самым получать установленное качество крошения почвенного пласта.

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что крошение почвы и, соответственно, ее плотность оказывают значительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Существенное влияние на крошение почвы имеют параметры лемешно-отвальной поверхности (ЛОП) рабочего органа отвального плуга. В качестве таких параметров выступают ширина захвата, величина загиба отвала, угол постановки лемеха к дну и стенке борозды.

В настоящее время делается много попыток создания универсальных рабочих органов отвального плуга, на которых можно было бы изменять параметры ЛОП.

Нами выполнена такая попытка на базе имеющегося серийного четырехкорпусного отвального плуга (патент на изобретение № 2535864 «Способ определения и регулирования параметров

лемешно-отвальной поверхности рабочего органа плуга для получения заданной степени крошения почвы при отвальной обработке и устройство для их регулирования на рабочем органе плуга»).

Предлагаемый отвальный плуг включает раму, состоящую из продольного 6, поперечного 19 и несущего брусьев 1 (рис. 9), опорного колеса, механизма присоединения к трактору, рабочих органов 10 с регулируемыми параметрами лемешно-отвальной поверхности и систему их регулирования, содержащую подвижную тягу 13 с гидроцилиндром 5. Несущий брус 1 в передней своей части присоединен к поперечному брусу 19 шарнирно, посредством оси 2 с фиксирующим пальцем 3 и кольцом 4 (рис. 10) с возможностью вращения относительно оси, а в задней части несущий брус 1 присоединен к продольному брусу 6 при помощи гидроцилиндра 5, закрепленного на продольном брусе 6 рамы и скругленной скобы 7 с фиксирующей осью 8 и отверстиями 9, имеющими одинаковый диаметр на скобе и продольном брусе. Верхняя часть стойки 12 рабочего органа 10 установлена внутри несущего бруса 1 при помощи втулок 28 с возможностью поворота, который осуществляется посредством кривошипов 11, соединенных жестко с верхней частью стоек 12 с одной стороны, а с другой – шарнирно с подвижной тягой 13 с винтовым механизмом 14 (рис. 9).

Внутри подвижной тяги 13 вставлена зафиксированная гайка 15, которая со стержнем 16 винтового механизма составляет винтовую пару.

Зафиксированная гайка 15 закрепляется посредством фиксирующих винтов 17, причем стержень 16-винтового механизма 14 заканчивается ручкой 18 для вращения и размещен в горизонтальном сквозном отверстии крепежной пластины 20.

На окружности последнего кривошипа 11 нанесена метка 27, а на несущем брусе 1 рамы – шкала 21.

Перпендикулярно несущему брусу рамы жестко закреплена короткая поперечная балка 22, к одному концу которой крепится догрузатель 23 механизма присоединения к трактору, а к другому – гидроцилиндр 5, при этом на фланце 24 гидроцилиндра 5 (рис. 10) параллельно штоку гидроцилиндра закреплена мерная рейка 25, а на упоре 26, закрепленном на штоке гидроцилиндра, указатель 29. Верхние части стоек 12 рабочих органов плуга, расположенные внутри несущего бруса 1, находятся во втулках 28.

Способ регулирования рабочих органов плуга происходит следующим образом: в соответствии с заданной степенью крошения почвы графически, например, с помощью компьютерного устройства, задают определенную траекторию движения почвы по лемешно-отвальной поверхности и определяют нормальные силы, действующие на пласт почвы вдоль заданной траектории. Нормальные силы в любой точке траектории всегда перпендикулярны лемешно-отвальной поверхности, тем самым по их направлениям можно определить, как изменяется форма ЛОП рабочего органа плуга. Затем по направлениям нормальных сил строят выкройки ЛОП, реализующие заданные траектории. Выкройка представляет собой сечение рабочего

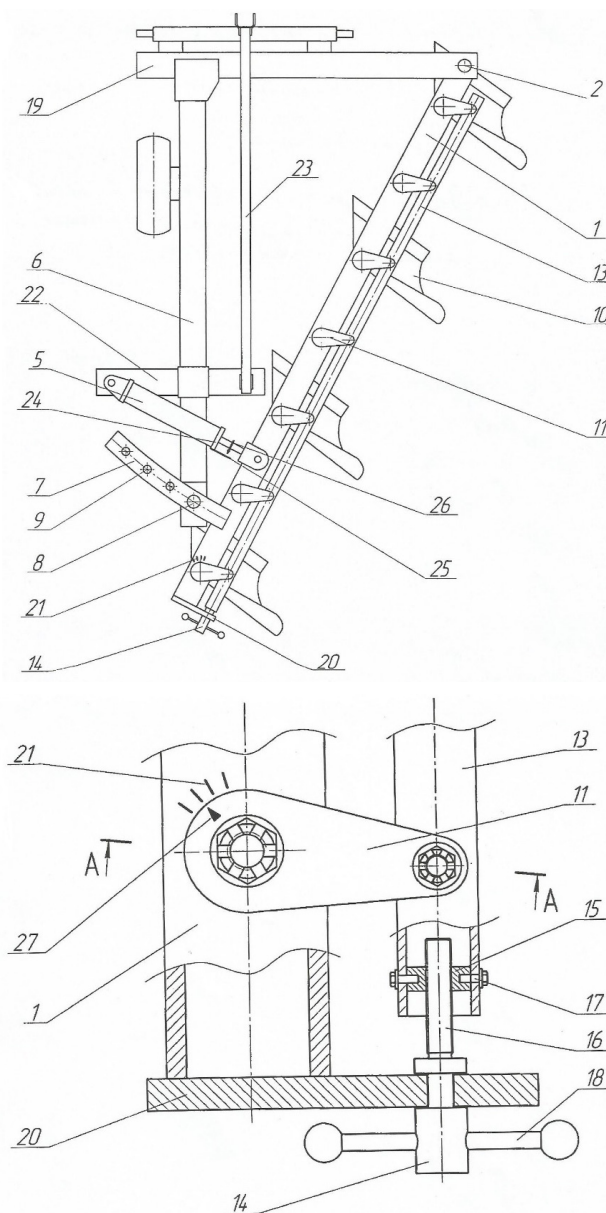


Рис. 9. Отвальный плуг с изменяемыми параметрами ЛОП путем изменения угла (γ)

органа плуга вдоль заданной траектории движения почвы, которая зависит от требуемой степени крошения почвы. Шаг траекторий зависит от заданной степени крошения почвы: чем меньше шаг траекторий, тем больше степень крошения. Затем проводят анализ выкоек: по изменению величины загиба отвала и углам постановки лемеха к дну и стенке борозды определяют параметры ЛОП, соответствующие заданной степени крошения; полученные параметры устанавливают регулировкой базовой лемешно-отвальной поверхности рабочих органов плуга путем их поворотов и перемещений с помощью разработанного устройства. Величина бокового перемещения рабочих органов плуга зависит от величины изменения угла постановки лемеха к

стенке борозды, так как при этом изменяется величина перекрытия рабочих органов плуга при его работе.

Известно, что траектория движения пласта почвы по ЛОП представляет из себя винтовую линию. Для большинства существующих ЛОП шаг винтовой линии и угловая скорость точек пласта не являются постоянными. В этой связи вертикальные сечения обрабатываемого пласта почвы смещаются относительно друг друга и тем самым обеспечивают крошение пласта. Параметрами ЛОП можно заставить пласт смещаться больше или меньше, тем самым получая заданную степень крошения почвенного пласта.

Регулировка параметров лемешно-отвальной поверхности базовых рабочих органов на плуге с помощью разработанного устройства осуществляется следующим образом.

Вращением рукоятки 18 винтового механизма 14 перемещаем подвижную тягу 13, которая поворачивает кривошипы 11. Кривошипы 11, вращаясь, поворачивают стойки 12 рабочих органов. Стойки 12 рабочих органов расположены во втулках 28, жестко закрепленных внутри несущего бруса 1 рамы, посредством которых осуществляется поворот стоек 12. Положение стоек фиксируется осью 8, соединяющей отверстия на скругленной скобе 7 и продольном брусе 6 рамы. Вращением рукоятки 18 винтового механизма 14 метка 27 последнего кривошипа 11 ставится в заданное положение на шкале 21. Тем самым на рабочих органах выставляется необходимый угол постановки лемеха к стенке борозды, в зависимости от заданной степени крошения почвы. Вращением несущего бруса 1 рамы посредством гидроцилиндра 5 соблюдается технологическое условие по величине перекрытия рабочих органов плуга между собой.

Необходимо отметить, что в настоящее время существуют следующие типы ЛОП с углами между стенкой борозды и лемехом рабочего органа: скоростная ЛОП с углом между лезвием лемеха и стенкой борозды – 36° , полувинтовая ЛОП – 40° (винтовая ЛОП является ее разновидностью), культурная ЛОП – 44° , цилиндрическая – 48° .

Таким образом, количество отверстий на скобе, четыре значения угла на несущем брусе рамы возле последнего кривошипа с меткой, четыре значения на мерной рейке гидроцилиндра соответствуют четырем вышеприведенным существующим основным типам ЛОП.

Предлагаемое устройство работает следующим образом: после получения численных

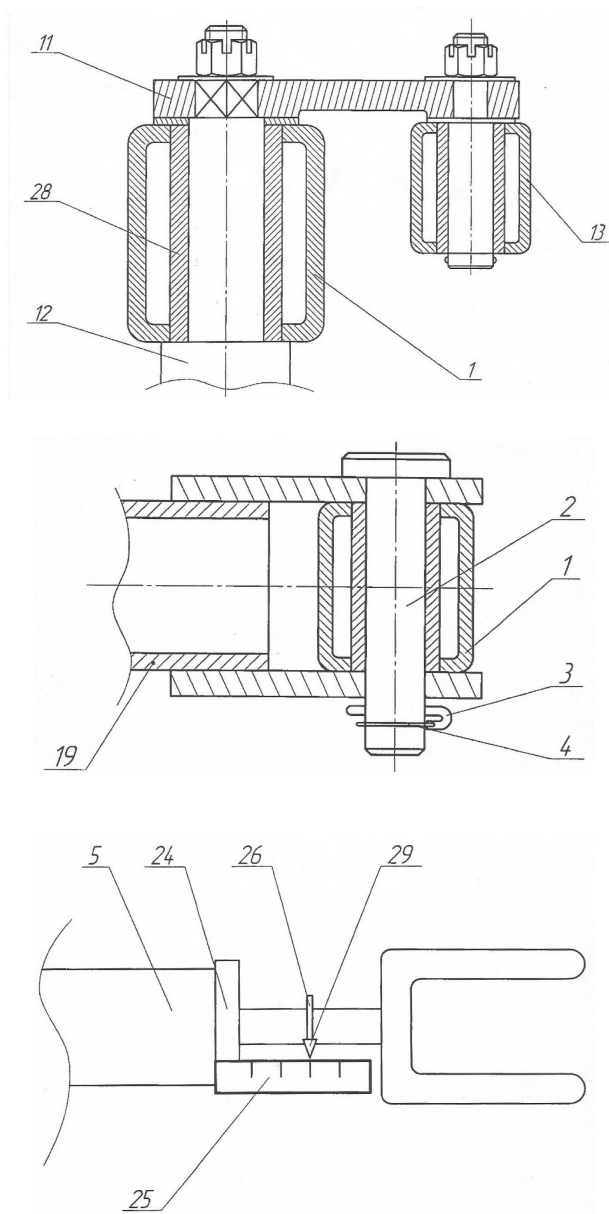


Рис. 10. Устройство составных частей отвального плуга с изменяемыми параметрами ЛОП

значений параметров ЛОП с использованием, например, ЭВМ для достижения заданной степени крошения упор 26 закрепляется в нужном положении на штоке гидроцилиндра 5. Затем вынимается фиксирующая ось 8 и включается в действие гидроцилиндр 5. Шток гидроцилиндра выдвигается (или вдвигается) до закрепленного в нужном положении упора 26. После этого фиксирующая ось 8 вставляется на место, тем самым фиксируя нужный угол постановки рабочего органа к стенке борозды.

Изменение угла постановки рабочего органа к стенке борозды дает возможность получить наиболее рациональные параметры лемешно-отвальной поверхности, соответствующие заданной степени крошения.

Общеизвестно, что параметры ЛОП можно менять не только углом (γ), но и изменением угла постановки лемеха к дну борозды (ϵ). В этой связи мы приводим ряд технических решений по изменению параметров ЛОП на серийных плугах углом (ϵ) (патент на изобретение № 2462013).

Предлагаемый отвальный плуг состоит (рис. 11) из рамы 1, отвальных рабочих органов 2, которые располагаются на несущем бруске 3 рамы, подвижной тяги 5, установленной в направляющих кронштейнах 4, зубчатой рейки 6, прикрепленной к подвижной тяге. Перпендикулярно подвижной тяге 5 на несущем бруске 3 рамы 1 закреплен вал 8, на одном конце которого установлена шестерня 7, а на другом – кривошип 9, соединенный со штоком 10 гидроцилиндра 11, жестко закрепленного на несущем бруске 3 плуга. С внешней стороны подвижной тяги 5 напротив отвальных рабочих органов 2 с возможностью перемещения по овальным отверстиям 29 (рис. 12) закреплены скобообразные направляющие планки 12 (рис. 11), на которых выполнены косые направляющие сквозные пазы 13, длина пазов равна величине регулирования наклона лемешно-отвальной поверхности (величине оборота пласта). В пазах направляющих планок установлены вращающиеся ролики 14 (рис. 12),двигающиеся по косому направляющему сквозному пазу 13, ролики 14 расположены на верхней оси 15, которая соединена с вильчатым рычагом 16,двигающимся в направляющей втулке 17, жестко присоединенной к стойке 18 отвального рабочего органа 2. Нижний конец вильчатого рычага 16 подвижно соединен с нижней осью 25, расположенной к нему перпендикулярно, которая в свою очередь соединена с качающимся рычагом 19, при-

чем один конец оси располагается в сквозной прорези на стойке рабочего органа. При помощи шарниров 20 качающиеся рычаги 19 присоединены к отвалу 21, при этом лемех 22 и отвал 21 рабочего органа 2 жестко присоединены к постели 23, которая при помощи шарниров 27 прикреплена к башмаку 24 рабочего органа 2. Данная конструкция позволяет одновременно изменять положение отвала 21 и лемеха 22. Выдвигаемый шток 10 (рис. 11) гидроцилиндра 11 стопорится в заданном положении при помощи фиксирующей гайки 28. Для совершения свободного возвратно-поступательного движения

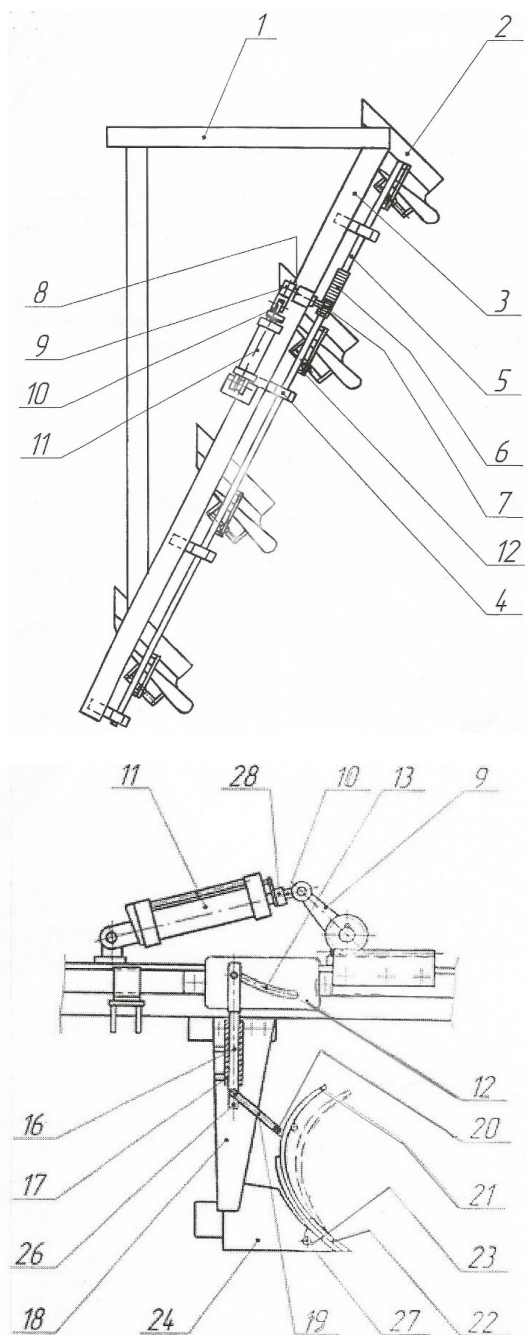


Рис. 11. Отвальный плуг с изменяемыми параметрами ЛОП путем изменения угла (ϵ)

нижней осью 25 в стойке 18 выполнена сквозная прорезь 26, длина которой равна величине регулирования ЛОП (величине наклона).

Работа отвального плуга с рабочими органами с регулируемыми параметрами лемешно-отвальной поверхности осуществляется следующим образом.

При выдвижении штока гидроцилиндра на заданную величину кривошип начинает вращательное движение, увлекая за собой вал и шестерню. Шестерня, взаимодействуя с зубчатой рейкой, передвигает подвижную тягу. Вместе с подвижной тягой перемещается скобообраз-

ная направляющая планка, которая взаимодействует с роликом. Ролик, перемещаясь в сквозном косом направляющем пазе, воздействует на ось, которая в свою очередь, толкает вниз вильчатый рычаг, расположенный в направляющей втулке. При этом нижний конец вильчатого рычага посредством соединительного качающегося рычага и шарнира давит на отвал, изменяя величину его наклона и одновременно угол установки лемеха к дну борозды, так как отвал и лемех жестко соединены между собой постелью. Перемещение отвала и лемеха происходит вокруг шарнира, соединяющего постель и башмак рабочего органа. Закрепление параметров лемешно-отвальной поверхности осуществляется с помощью фиксирующей гайки.

Для более точной настройки параметров ЛОП в месте крепления скобообразных планок к подвижной тяге выполнены овальные отверстия.

Изменение величины наклона угла лемешно-отвальной поверхности и угла установки лемеха к дну борозды дает возможность получить наиболее рациональные параметры лемешно-отвальной поверхности (ЛОП).

Разработанный нами отвальный плуг с регулируемыми параметрами ЛОП (патент на изобретение № 2470501) представлен ниже.

Рабочий орган плуга (рис. 13) включает лемех 1, отвал 2, опорную пластину 3, стойку 4, полевую доску 5, башмак 6, нижние шарнирные соединения 7, 8, верхнее шарнирное соединение 9, винты 10, крепежную планку 11, винтовую стяжку 12.

Отвал, изготовленный из трехслойного листа металла, в верхней части с тыльной стороны имеет пазы 13, выполненные на глубину $2/3$ толщины отвала, параллельно линии стыка лемеха и отвала. Расстояние между пазами не менее четырех диаметров болтов с потайной головкой. Упругие пластины 14 (рис. 14) расположены вертикально между пазами и присоединены к отвалу жестко в нижней части упругой пластины и регулировочными винтами 15 в верхней.

Шарнирное соединение представляет простейшую конструкцию шаровой пары, состоящей из наружного фланцевого шарового кольца 16, внутреннего шарового кольца 17, имеющего цилиндрическое отверстие 18 для соединения с винтом. Наружное кольцо имеет прямоугольный паз 19, в который при сборке вставляется внутреннее кольцо с последующим поворотом кольца на 90° .

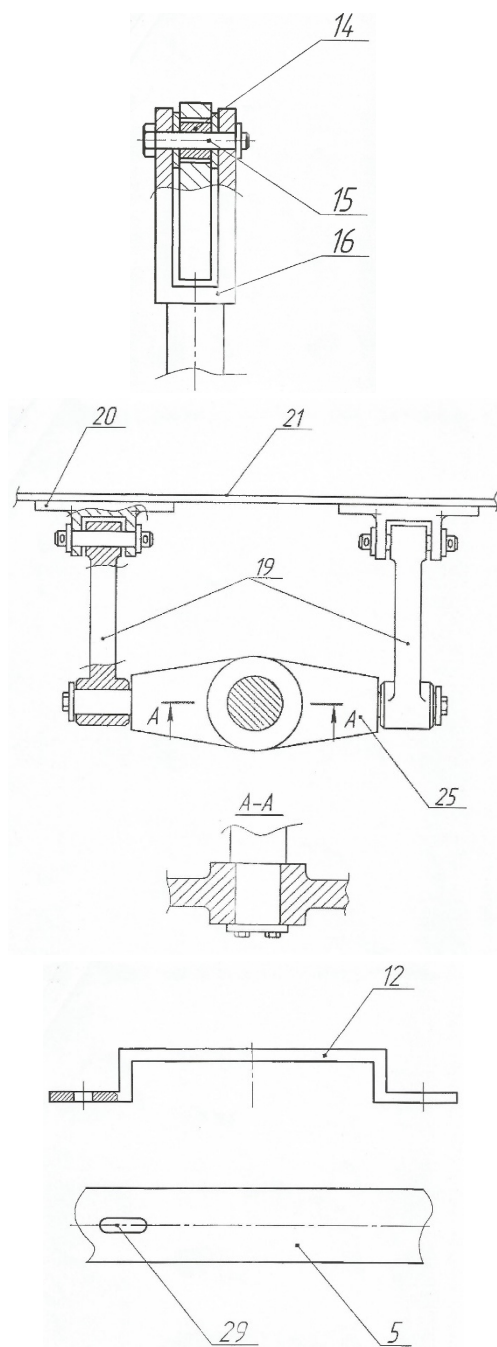


Рис. 12. Устройство составных частей отвального плуга с изменяемыми параметрами ЛОП

Лемех 1 с отвалом 2 прикреплены болтами с потайной головкой и квадратным подголовником с гайками и шайбами к опорной пластине 3, к которой с противоположной стороны крепятся нижние шарнирные соединения 7, 8 такими же болтами с гайками и шайбами. Оси 20 соединяются с винтами 10, которые установлены в отверстиях крепежной планки 11, соединенной с башмаком 6. Гайки 21 позволяют регулировать длину винтов 10.

Верхнее шарнирное соединение 9 (рис. 13) прикреплено болтами с потайной головкой и квадратным подголовником с гайками и шайбами к задней поверхности отвала 2 и посредством винтовой стяжки 12 соединяется со стойкой 4.

Работа рабочего органа отвального плуга с регулируемыми параметрами лемешно-отвальной поверхности осуществляется следующим образом.

Регулирование ЛОП производится в зависимости от почвенно-климатических условий работы плуга, которые могут изменяться

в больших пределах за достаточно короткое время. Регулирование параметров ЛОП включает в себя подбор необходимых углов постановки лемеха к дну и стенке борозды, а также угла загиба лемешно-отвальной поверхности с использованием способа по патенту на изобретение № 2535864, позволяющего получить параметры искомой ЛОП.

Перед началом работы рабочий орган с изменяемыми параметрами лемешно-отвальной поверхности необходимо отрегулировать для конкретных условий работы. Условия работы отвального рабочего органа плуга зависят от физико-механических свойств почвы, на которые влияют влажность, тип почвы, предыдущие обработки, количество растительных остатков и т.п. Тип лемешно-отвальной поверхности влияет на крошение и оборачиваемость подрезаемого пласта почвы. Изменяя параметры лемешно-отвальной поверхности, меняют ее тип, от которого в итоге зависит качество и энергоемкость отвальной и обработки почвы.

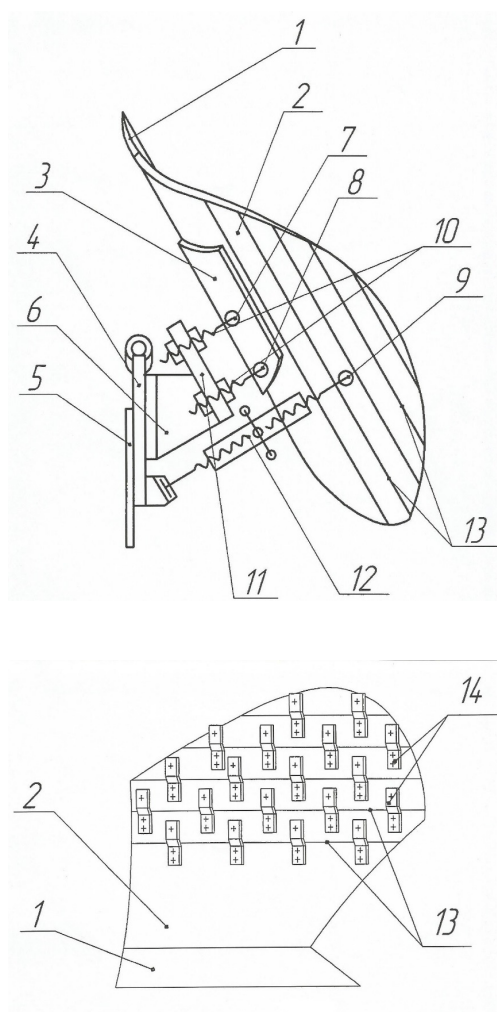


Рис. 13. Отвальный плуг с изменяемыми параметрами ЛОП путем изменения угла (ϵ)

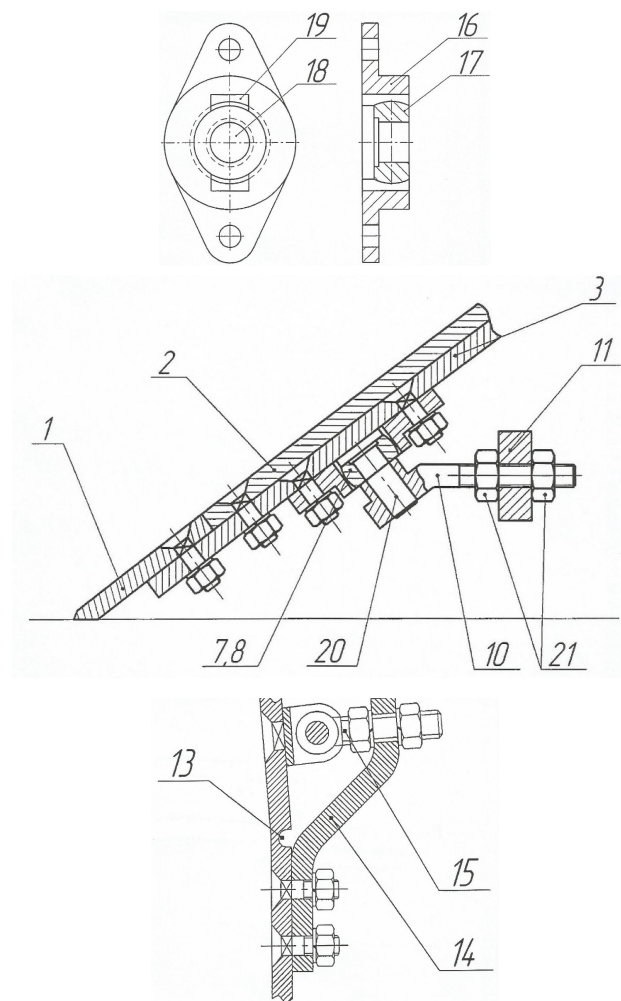


Рис. 14. Устройство составных частей отвального плуга с изменяемыми параметрами ЛОП



Для правильной настройки параметров лемешно-отвальной поверхности необходимо сначала проехать пробную делянку и оценить качество вспашки. После этого сначала изменяют угол установки лемеха к стенке борозды, изменяя длину двух нижних винтов, после этого начинают регулировать величину загиба отвальной поверхности при помощи вертикальных упругих пластин. Регулировку упругих пластин начинают с нижнего ряда вверх, изменяя длину регулировочного винта, расположенного в верхней части каждой упругой пластины, при этом происходит увеличение или уменьшение давления этим винтом на тыльную поверхность отвальной поверхности, что изменяет величину ее загиба. После окончания регулировки загиба отвальной поверхности его величину фиксируют верхним регулировочным винтом, устанавливая необходимую его длину, одновременно при этом изменится угол наклона лемеха к дну борозды. После этого производят пробную припашку плугом, оценивая качество его работы, если необходимо произвести дополнительную регулировку, тогда описанные выше операции производят в такой же последовательности еще раз, добиваясь наилучшего качества отвальной обработки почвы.

При рассмотрении движения пласта почвы по лемеху Л. В. Гячев [6] отмечает, что характер траектории относительного движения пласта определяется углом его вступления на лемех (η). На основе анализа механизма взаимодействия клина с почвой и физики процесса движения пласта по клину В. В. Бледных [3] было

получено уравнение (20) траектории относительного движения пласта:

$$\operatorname{tg} \eta = \cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \gamma. \quad (20)$$

Нами впервые введено понятие и математическое определение угла резания почвы в авторских свидетельствах № 1268120, 1771549, 1813316.

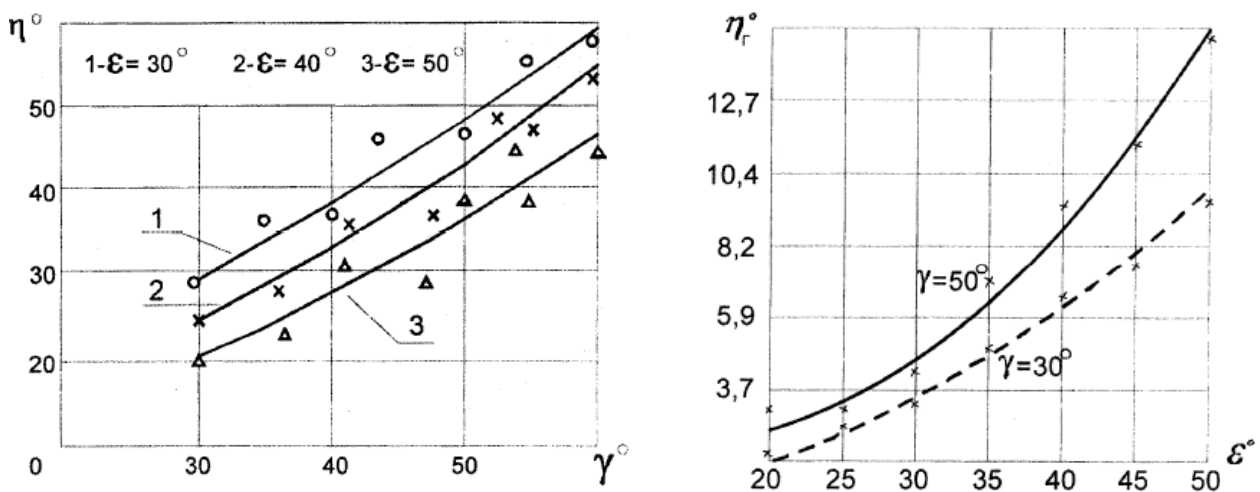
$$\cos \chi = \sqrt{\cos^2 \gamma + \cos^2 \varepsilon \cdot \sin^2 \gamma}, \quad (21)$$

$$\begin{cases} \cos \chi \cdot \sin \eta = \cos \varepsilon \cdot \sin \gamma, \\ \cos \chi \cdot \cos \eta = \cos \gamma, \\ \sin \chi = \sin \gamma \cdot \sin \varepsilon. \end{cases} \quad (22)$$

Связь угла резания почвы (χ) с траекторией относительного движения пласта (η) и параметрами клина (ε, γ) приведена в уравнении (22).

Таким образом, угол (η) определяет траекторию вступления пласта на лемех, а угол резания почвы (χ) определяет траекторию движения пласта по лемешно-отвальной поверхности. Поэтому они оказывают существенное влияние на качество крошения почвенного пласта [7, 8, 9].

Представленные экспериментальные данные (рис. 15–18) подтверждают вышеприведенные теоретические выводы. Экспериментально установлено, что траектория движения почвы по рабочему органу оказывает существенное влияние на качество крошения обрабатываемого пласта (рис. 15–18).



Δ – экспериментальные данные В. К. Шаршака; X – экспериментальные данные Л. Д. Тураева; o – экспериментальные данные П. Г. Свечникова

Рис. 15. Зависимость угла (η) и его горизонтальной проекции (η_r) от параметров клина (ε, γ)

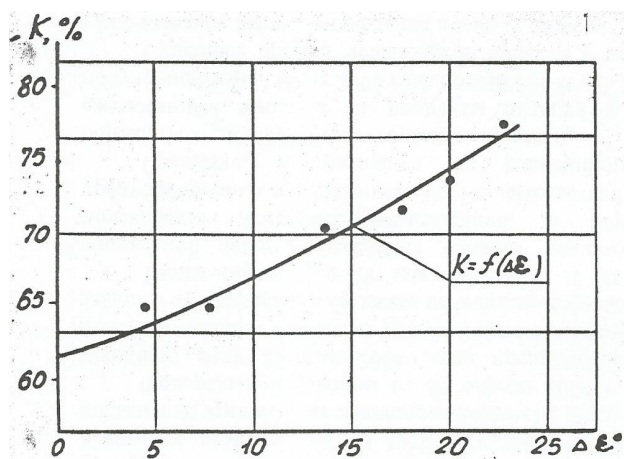


Рис. 16. Зависимость качества крошения почвенного пласта (K) от интенсивности изменения угла резания по длине лемеха ($\Delta\epsilon$)

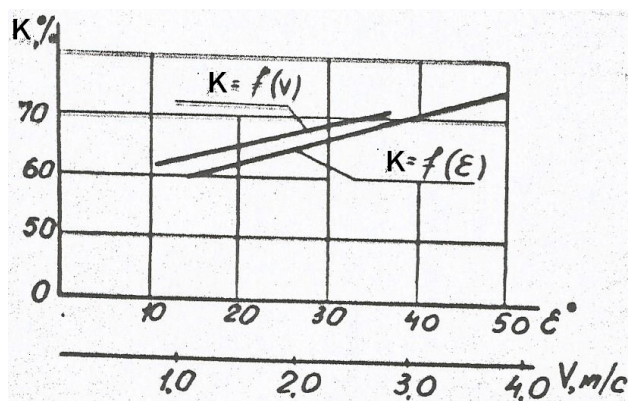


Рис. 17. Зависимость степени крошения почвы от угла крошения двугранного клина и скорости его движения

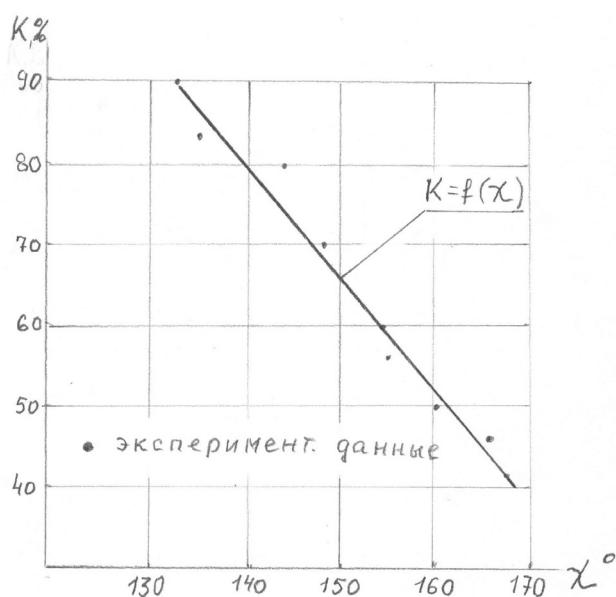


Рис. 18. Зависимость крошения почвенного пласта (K) от угла резания почвы (χ)

Таким образом, показано, что при одной и той же траектории движения пласта в поперечно-вертикальной плоскости, изменяя траектории в горизонтальной плоскости, можно управлять процессом оборота и крошения пласта. Исследована кинематика движения пласта по заданным траекториям в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях. Наличие теоретических траекторий движения пласта в двух плоскостях (ZOX и ZOY) позволило аналитически спроектировать ЛОП путем создания такой поверхности, которая сможет реализовать полученные траектории.

Получены уравнения, позволяющие вычислить скорость и ускорение любой точки нижней грани пласта, если заданы ее координаты (y, z) и поступательная скорость движения машины V_x .

Для винтового отвала шаг винта (S) и угловая скорость (ω) являются постоянными, и поэтому пласт не разрушается при прохождении по отвалу.

В случае культурного отвала картина меняется, так как шаг винтовых линий (S) и угловая скорость (ω) не являются постоянными. Вертикальные сечения пласта смещаются относительно друг друга и тем самым обеспечивают крошение пласта. Изменяя значения S и ω , можно получить заданное качество крошения почвенного пласта.

В статье обоснован способ получения заданной степени крошения пласта, заключающийся в том, что:

- определяются траектории движения почвы на основе требований агротехники;
- составляются дифференциальные уравнения движения почвы по этим траекториям;
- определяются нормальные силы, действующие на пласт при движении по заданным траекториям;
- по направлениям нормальных сил строится поверхность, реализующая данные траектории;
- снимаются параметры лемешно-отвальной поверхности и выставляются на реальном плуге при помощи соответствующих механизмов.

Список литературы

- Горячкин В. П. Проектирование разгибающихся поверхностей отвалов // Собр. соч. М. : Колос, 1965. Т. 2. С. 401–415.
- Бледных В. В. Кинематика отвальной вспашки почвы // Сб. научн. тр. / ЧИМЭСХ. Челябинск, 1983. С. 14–24.



3. Бледных В. В. Совершенствование рабочих органов почвообрабатывающих машин на основе математического моделирования технологических процессов : дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1989. 230 с.

4. Appel' P. Теоретическая механика. М. : Физматгиз, 1960. Т. 1. 160 с.

5. Бледных В. В., Худяков С. Я. Математическая модель рабочей поверхности корпуса плуга // Техника в сельском хозяйстве. 1985. № 5. С. 32.

6. Гячев Л. В. Теория лемешно-отвальной поверхности // Труды Азово-Черномор. ИМЭСХ. зерноград, 1961. Вып. 13.

7. V. Blednykh, P. Svechnikov. Theoretical Foundations of Tillage, Tillers and Aggregates. 2014 by Nova Science Publishers, Inc., New York. P. 174.

8. Blednykh V., Svechnikov P. Economic reasons of tillage quality // European science review. 2014. № 7–8. P. 103–105.

9. Blednykh V., Svechnikov P. Theory of a Tillage Wedge and its Applications. Berlin : Logos Verlag Berlin GmbH, 2013. P. 94.

Бледных Василий Ввасильевич, академик РАН, д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Свечников Петр Григорьевич, д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

* * *

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРА ДОЗАТОРА ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

М. В. Запевалов, А. М. Плаксин, С. М. Запевалов

В растениеводстве все больше внимания начинает уделяться применению органо-минерального удобрения. Одним из доступных компонентов при его приготовлении является птичий помет, который содержит достаточно высокое количество доступных для растений питательных веществ. С учетом этого была разработана технология производства гранулированного органо-минерального удобрения. Данная технология позволяет производить удобрение с содержанием питательных веществ 30–34%, которые могут вноситься в почву существующей системой машин. При приготовлении органо-минерального удобрения на основе птичьего помета важным и технологически сложным процессом является его дозирование. Точность дозирования зависит как от способа, так и от технических средств. В связи с этим целью исследований является обоснование основных технико-технологических параметров дозатора птичьего помета. В результате исследований разработана конструктивная схема дозатора, которая включает бункер, предназначенный для приема и хранения дозируемого помета, и конусный шнековый питатель. Дано аналитическое описание взаимосвязи: диаметра разгрузочного окна бункера с углом внутреннего трения помета при различной величине коэффициента сдвига; высотой конусной части бункера с учетом угла трения помета о поверхность конусной части бункера и его диаметра. Установлено, что при угле внутреннего трения помета от 43 до 46 градусов и начальном коэффициенте сдвига от 210 до 230 Н/м² диаметр разгрузочного окна бункера дозатора должен быть не менее 0,128 м. При диаметре верхней части бункера 1,0 м и угле трения помета о стальную поверхность в пределах 31...35°, высота конусной части должна составлять 0,24...0,28 м. Данные конструктивные и технологические параметры дозатора обеспечивают бесперебойное, равномерное поступление птичьего помета из его бункера в питатель.

Ключевые слова: органо-минеральное удобрение, птичий помет, физико-механические свойства, дозатор, параметры бункера, питатель дозатора.

С учетом современных требований к повышению плодородия почвы все больше внимания уделяется применению органо-минерального удобрения [1, 2]. Данное удобрение является местным удобрением. При этом минеральными компонентами, как правило, служат отходы местного промышленного производства и минеральные природные ресурсы, а органическими компонентами чаще всего являются отходы сельского хозяйства. В качестве минеральных компонентов целесообразно применение доступных недорогих веществ, как сульфат аммония, хлористый калий, фосфоритная мука, которые содержат достаточно высокое количе-

ство, необходимых для растений, питательных веществ [3, 4, 5]. Из органических веществ целесообразно применение птичьего помета [6, 7, 8]. Птицеводство является одной из самых рентабельных отраслей сельского хозяйства. В последние годы в России и Челябинской области в частности происходит интенсивное развитие птицеводства. По данным Росстата, за период с 2010-го по 2014 годы поголовье птицы в Челябинской области увеличилось почти на 60% (рис. 1). В связи с этим увеличился выход птичьего помета и составляет около 1,5 млн тонн в год. С одной стороны, птичий помет – это опасное для окружающей среды веще-



ство, а с другой – при правильном применении является хорошим сырьем для производства комплексных органо-минеральных удобрений [9, 10].

Качественные органо-минеральные удобрения (ОМУ) – это равномерно распределенные органические и минеральные компоненты в заданном соотношении по массе в единицы объема удобрения, готовые к внесению существующей системой машин [11]. От качества удобрения зависит эффективность его действия и применимость к конкретному виду растений, почвы и природно-климатическим условиям [12]. Исходя из этого, органо-минеральные удобрения могут характеризоваться следующими показателями:

- массовым соотношением органических и минеральных компонентов;
- равномерностью распределения органических и минеральных компонентов в массе удобрения (однородность органо-минеральной смеси);
- физико-механическими свойствами.

Обеспечение массового соотношения компонентов органо-минерального удобрения зависит от точности их дозирования. Минеральные компоненты по своим физико-механическим свойствам являются сыпучими материалами, процесс дозирования которых изучен достаточно полно [13, 14]. Помет относится к высоковязкой жидкости. Дозирование высоковязкой жидкости имеет целый ряд отличительных особенностей как от сыпучих, так и от жидких материалов и требует совершенствования технических средств [15].

Целью исследований является обоснование основных технико-технологических параметров дозатора птичьего помета.

Материалы и методы

С учетом реологических свойств помета и технологических особенностей для обеспечения технологического процесса равномерного дозирования помета была разработана конструктивная схема дозатора (рис. 2). Дозатор состоит из двух основных устройств: бункера для хранения помета, подаваемого на приготовление органо-минерального удобрения, 1 и питателя 2, предназначенного для равномерной подачи требуемого количества помета в смеситель. Основными оценочными критериями работы дозатора являются точность дозирования, производительность, затраты энергии. Внешними факторами, влияющими на работу дозатора, являются физико-механические свойства помета и требования по качеству процесса смешивания компонентов. В связи с этим, на основе обзора и анализа конструкций существующих дозаторов высоковязкой жидкости принята конструкция питателя, который представляет собой конусный шнек с вертикальной осью вращения, что способствует лучшему заполнению межвиткового пространства пометом, что повышает равномерность его подачи и производительность.

Основной функцией бункера дозатора является временное хранение и заполнение питателя необходимым количеством подаваемого помета, обеспечение непрерывности данного процесса. Это обеспечивается конструктивными параметрами бункера с учетом физико-

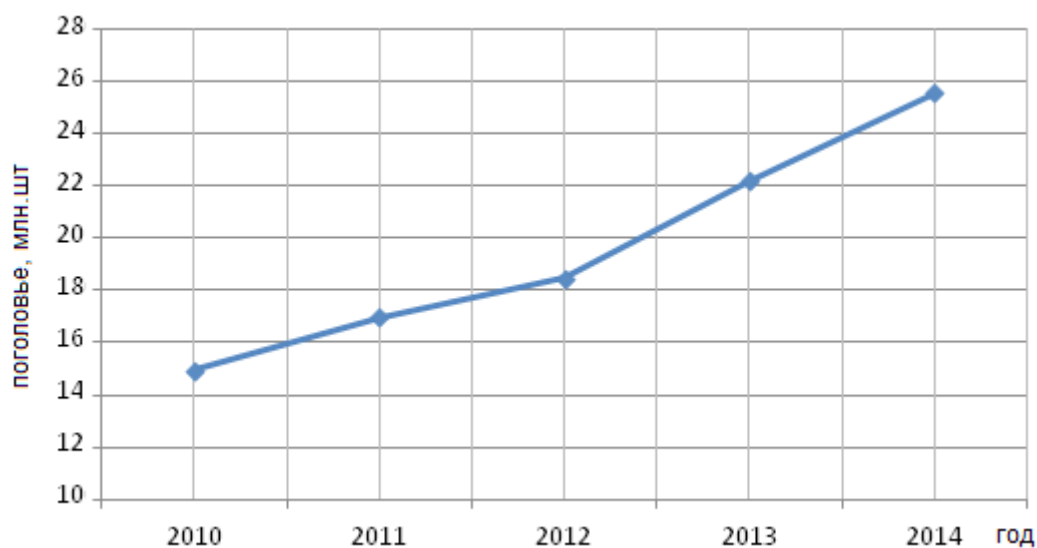
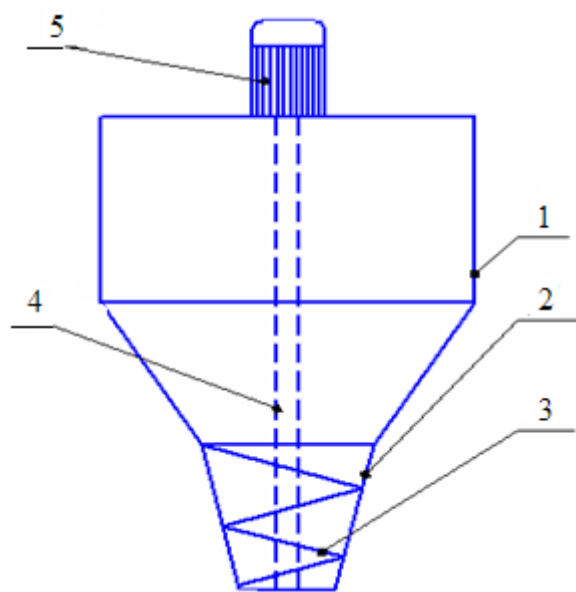


Рис. 1. Динамика изменения поголовья птицы в Челябинской области



1 – приемный бункер дозатора; 2 – корпус питателя;
3 – конусный шнек; 4 – вал питателя;
5 – мотор-редуктор

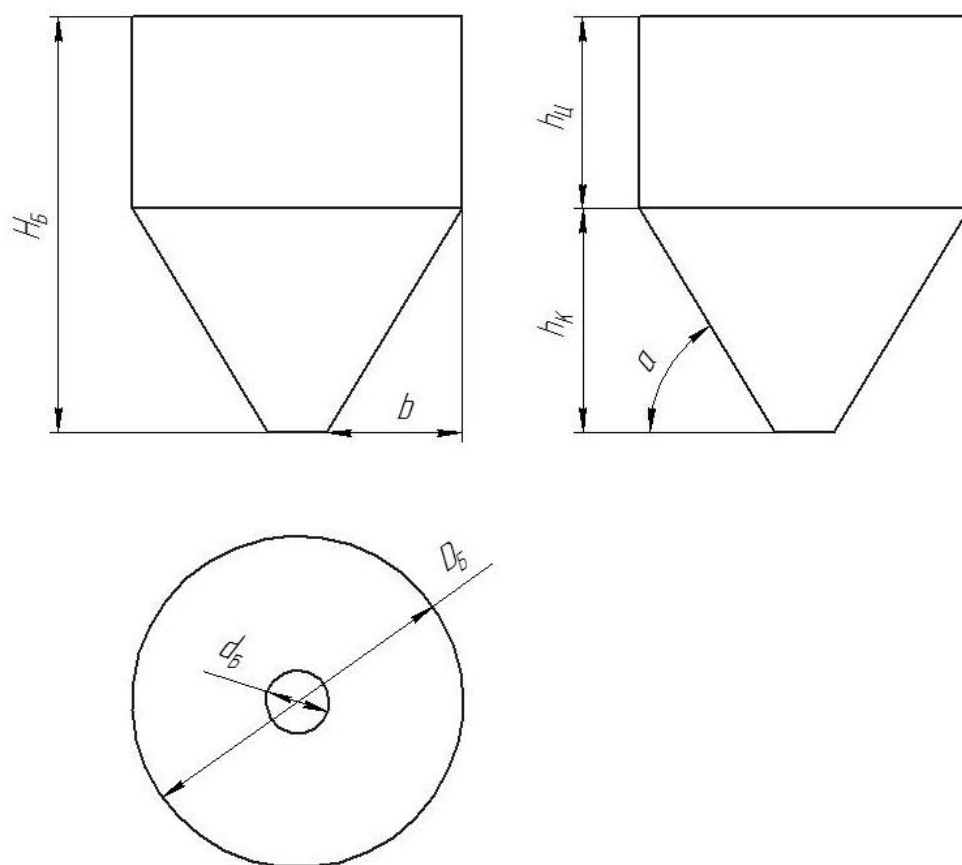
Рис. 2. Схема дозатора птичьего помета

механических свойств помета. Отмечаем, что разгрузочное окно бункера и загрузочная горловина питателя дозатора в месте их стыковки имеют одинаковые размеры.

Результаты исследований

Так как птичий помет представляет собой вязкое вещество, склонное к прилипанию к стенкам бункера и сводообразованию, то наиболее приемлемой конструкцией бункера является цилиндроконическая форма с дном в виде усеченного конуса (рис. 3). Для обеспечения равномерного его поступления в питатель необходимо обосновать размеры разгрузочного окна бункера. При этом необходимо учитывать гидравлический и сводообразующий радиус. Гидравлический радиус связан с диаметром разгрузочного окна, а сводообразующий радиус в основном зависит от физико-механических свойств помета [16, 17]:

$$R_{\Gamma} = \frac{F_{\text{PO}}}{L_{\text{PO}}} = \frac{d_{\text{Б}}}{4}, \quad (1)$$



$H_{\text{Б}}$ – высота бункера, м; $h_{\text{Ц}}$ – высота цилиндрической части бункера, м; $h_{\text{К}}$ – высота конической части бункера, м; a – угол конусности нижней части бункера, град; $D_{\text{Б}}$ – диаметр бункера, м; $d_{\text{Б}}$ – диаметр разгрузочного окна бункера, м; b – величина скоса бункера, м

Рис. 3. Схема бункера дозатора



$$R_{CB} = \frac{R_0 \cdot (1 + \sin \varphi_{BH})}{10\rho_{\Pi}}, \quad (2)$$

где R_{Γ} – гидравлический радиус, м;
 R_{CB} – сводообразующий радиус, м;
 F_{PO} – площадь разгрузочного окна, м²;
 L_{PO} – длина окружности разгрузочного окна, м;
 d_b – диаметр разгрузочного окна бункера, м;
 R_0 – начальное сопротивление сдвигу, Н/м²;
 φ_{BH} – угол внутреннего трения помета, град;
 ρ_{Π} – плотность помета, кг/м³.

Так как физико-механические свойства помета непостоянны и могут варьироваться в каком-то диапазоне, то должно выполняться условие:

$$R_{\Gamma} \geq R_{CB}. \quad (3)$$

С учетом выражений (1), (2) и (3), рациональный диаметр разгрузочного окна бункера дозатора определяется по уравнению:

$$d_b \geq \frac{4(1 + \sin \varphi_{BH}) R_0}{10\rho_{\Pi}}. \quad (4)$$

При угле внутреннего трения от 43 до 46 градусов и начальном коэффициенте сдвига от 210 до 230 Н/м² диаметр разгрузочного окна бункера дозатора должен быть не менее 0,128 м.

При определении угла конусности нижней части бункера для предотвращения сводообразования над разгрузочным окном должно выполняться условие:

$$\alpha \geq \mu, \quad (5)$$

где α – угол конусности нижней части бункера, град.;

μ – угол внешнего трения помета, град.

Диаметр верхней части бункера D_b (рис. 2) будет равен:

$$D_b = d_b + 2b. \quad (6)$$

При этом

$$b = \frac{h_k}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (7)$$

где b – размер скошенной части бункера, м;

h_k – высота конусной части бункера, м.

С учетом формул (5), (6) и (7) высота конусной части бункера будет определяться из уравнения:

$$h_k \geq \frac{(D_b - d_b) \operatorname{tg} \mu}{2}. \quad (8)$$

Так, например, при диаметре верхней части бункера 1,0 м и угле трения помета о стальную поверхность в пределах 31...35° высота конусной части должна составлять 0,24...0,28 м.

Выводы

На основании предварительных исследований по дозированию высоковязких жидкостей, к каким относится птичий помет, для обеспечения равномерного дозирования с наименьшими затратами энергии, предложена конструкция дозатора, который состоит из цилиндрического бункера с дном, выполненным в виде усеченного конуса, к которому присоединен конусный шнековый питатель, обеспечивающий равномерную подачу заданного количества помета. Для бесперебойного поступления помета из бункера, при угле внутреннего трения помета от 43 до 46 градусов и начальном коэффициенте сдвига от 210 до 230 Н/м² диаметр его разгрузочного окна должен быть не менее 0,128 м при диаметре верхней части бункера 1,0 м и угле трения помета о стальную поверхность в пределах 31...35°, высота конусной части должна составлять 0,24...0,28 м.

Список литературы

1. Рахимов Р. С. Обоснование компонентов, норм, технологии и средств механизации внесения экспериментального органо-минерального удобрения : отчет о НИР. Челябинск : ЧГАУ, 1999. 63 с.
2. Запевалов М. В. Механизированные процессы превентивного ухода за растениями. Технологическое и техническое обеспечение применения органо-минерального удобрения и химической обработки семян / LAPLAMBERT Akademik publishing, Germanu. 2011. 88 с.
3. ГОСТ 10873-73. Сульфат аммония.
4. ГОСТ 4568-95. Хлористый калий.
5. ГОСТ 5716-74. Фосфоритная мука.
6. Запевалов М. В. Утилизация птичьего помета // Вестник ЧГАУ. 2009. Т. 54. С. 124–129.
7. Малофеев В. И. Технология безотходного производства в птицеводстве. М. : Агропромиздат, 1986. 375 с.
8. Подготовка, переработка помета на птицефабриках и использование его в земледелии : науч.-практ. рекомендации / под общ. ред. В. И. Филатова. Сергиев Посад, 2001. 107 с.
9. Запевалов М. В. Параметры приготовления органо-минерального удобрения // Вестник ЧГАУ. 2010. Т. 57. С. 85–89.

10. Запевалов М. В. Технология приготовления органо-минерального удобрения на основе птичьего помета // Вестник Алтайского ГАУ. 2011. № 5. С. 84–90.
 11. Запевалов М. В., Запевалов С. М., Глемба К. В. К вопросу дозирования птичьего помета в составе органо-минеральных компонентов // Общественная научная организация «Наука и хозяйство». 2014. № 2. С. 13–19.
 12. Панников В. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М. : Агропромиздат, 1987. 512 с.
 13. Орлов С. П. Дозирующие устройства. Изд. 3-е, перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1966. 288 с.
 14. Каталымов А. В., Любартович В. А. Дозирование сыпучих и вязких материалов. Л. : Химия, 1990. 240 с.
 15. Chan I Chung. Extrusion of Polymers // Theory and Practice. Carl Hanser Munchen. 2005.
 16. Мартыненко Я. Ф., Чеботарев О. Н. Проектирование мукомольных и крупяных заводов с основами САПР. М. : Агропромиздат, 1992. 240 с.
 17. Первадчук В. П., Янков В. И. Неизотермическое течение аномально-вязкой жидкости в канале шнековой машины с учетом пристенного скольжения // ИФЖ. 1982. Т. 43. № 3. С. 501–502.
-

Запевалов Михаил Вениаминович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: miwen1@mail.ru.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Plaksin-am@mail.ru.

Запевалов Сергей Михайлович, аспирант кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: miwen1@mail.ru.

* * *

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

В. В. Качурин, Е. А. Лещенко

Приведены результаты анализа методик по обоснованию мобильных процессов устранения последствий отказов машинно-тракторных агрегатов в напряженные циклы выполнения технологических процессов в растениеводстве. Установлено, что основными задачами при разработке методик являлись: определение суммарной трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ за год или полевой период использования машин; обоснование рациональных величин радиуса переезда агрегатов, тракторов к стационарным постам обслуживания; обоснование процессов восстановления работоспособности тракторов, самоходных комбайнов. Отказы составных частей сельхозмашин (СЧМ) устранялись механизаторами из фонда запасных частей, который находился на многочисленных полевых станах. Фонд полезных трудозатрат специализированных мобильных звеньев рассчитывался: по нормативным данным коэффициентов использования времени смены и с учетом рациональных величин радиусов переезда для конкретных хозяйств. Работа мобильных звеньев планировалась и осуществлялась в одну смену. Общим несоответствием анализируемых методик современным требованиям проектирования и реализации процесса восстановления работоспособности механизированных посевных и почвообрабатывающих комплексов является отсутствие учета потерь времени мобильным звеном при простоях МТА из-за отказов на доставку СЧМ. Особенностью этого процесса является многочисленность отказов сельхозмашин в конструктивно сложных комбинированных агрегатах, удаленность которых от центральных инженерных центров СХП (ремонтные мастерские, склады, дилерские центры) составляет в среднем 30–80 км. В методиках не учитываются параметры оборотного фонда СЧМ: количество, номенклатура, цена обменных агрегатов.

Ключевые слова: методики, расстояние переездов, радиус обслуживания, мобильное звено.

Принципиальной особенностью производства зерновых культур в крупных агрохолдингах является наличие посевных площадей, которые рассредоточены от центральных организационно-инженерных центров на расстояние до 80 км. Технически процессы посева зерновых обеспечиваются комбинированными посевными почвообрабатывающими агрегатами, энергетической основой которых являются тракторы с единичной мощностью дизелей в диапазоне 300–500 л.с и 5–8 класса тяги. Ширина захвата посевных агрегатов составляет 10–16 м, а рабочая скорость доходит до 12–15 км/ч. Это потенциально позволяет иметь суточную производи-

тельность одного комплекса до 150...200 га/сут. Балансовая стоимость посевных комплексов (New Holland T8.360 + «Кузбасс», CASE315 + «Morris Maxim II», CASE530 + «Morris Concept 2000», К-744Р1 + СКП – 2,1) находится в пределах 7...15 млн руб., а масса агрегатов 18...25 тонн; практически в большинстве СХП объекты инженерной инфраструктуры и инженерно-технический персонал сокращены до минимума и способны выполнить лишь очистительно-моечные, сварочные операции и операции по агрегатному методу восстановления работоспособности машин после отказа их составных частей (СЧМ) [1].

Следует отметить, что тракторы в таких комплексах имеют относительно высокую ремонтпригодность и безотказность, последняя характеризуется наработкой на отказ в среднем (отказы 2 и 3 групп сложностей) в пределах 300–400 моточасов [2]. Т.е., при продолжительности посевной в пределах 400–500 астрономических часов, наработка тракторов составляет фактически не более наработки на отказ, а потребность в техническом обслуживании составляет 2...3 ТО-1. Т.о., даже при деградации инженерных служб с.-х. предприятий больших проблем обеспечения работоспособности тракторов в напряженные циклы их использования в растениеводстве нет.

Однако использование комбинированных конструктивно сложных, работающих на повышенных скоростях технологических машин в комплексах предопределяет их безотказность в 3–5 и более раз меньшую по сравнению с тракторами [3, 4].

Поломка, отказ СХМ предопределяет частые простои механизированных комплексов, что является одной из основных причин низкого значения у них коэффициента использования времени смены, который не превышает 0,5...0,6. Т.е. посевные, потенциально высокопроизводительные комплексы простаивают из-за отсутствия СЧМ в ожидании их доставки по несколько часов за смену. Даже без учета будущих потерь урожая из-за превышения агротехнической продолжительности полевых операций цена часа простоя таких агрегатов составляет 1,5...3 тыс. руб./ч.

Вышеизложенное, очевидно, предопределяет необходимость реализации процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов мобильными специализированными звеньями. Технической основой таких звеньев являются передвижные ремонтные мастерские.

Важнейшими параметрами, которые определяют эффективность процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов мобильными звеньями, являются: количество ПРМ-А (передвижные ремонтные мастерские) при имеющейся технической оснащенности циклов выполнения полевых работ; размеры и номенклатура оборотного ремонтного фонда для устранения последствий отказов; среднесуточный или цикловой пробег ПРМ-А, который зависит от рассредоточенности СХП, механизированных комплексов, их эксплуатационных свойств [5].

Цель исследования: совершенствование методики определения количества мобильных ремонтных звеньев и расстояния их переезда до места устранения последствий отказов МТА.

Задача исследования: установить недостатки методик по определению расстояния передвижения мобильных звеньев;

Результаты исследования

Информационной базой сравнительного анализа методик определения среднего расстояния переездов в различных отраслях производства (рациональной зоны обслуживания) ПРМ-А послужили научные труды известных ученых [6, 7, 8... 27].

Структура методик

В результате проведенного анализа в статье рассматриваются методики определения расстояния передвижения мобильных звеньев для восстановления работоспособности машинно-тракторных агрегатов (МТА). При рассмотрении методик указанных авторов были учтены достоинства и недостатки при восстановлении работоспособности МТА мобильными звеньями в современных условиях их использования.

Так, в работе Л.А. Завьялова и Ф.П. Попова учтена плотность распределения ремфонда (обслуживаемая техника), но используемая методика неприменима для сельского хозяйства, поскольку учет ведется не по количеству необходимых запасных частей, а по обслуживаемой территории [10]:

$$R = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot N_k}}, \quad (1)$$

где R – радиус обслуживания ПРМ, км;

Q – оптимальный годовой грузооборот, т;

N_k – плотность распределения ремфонда по обслуживаемой территории, т/км².

В работе применено понятие «радиус», что не совсем подходит для сельского хозяйства, т.к. рассредоточенность МТА на полях друг от друга подразумевает сложную геометрическую форму. Поэтому более правильно определять не радиус, а среднее расстояние переезда, которое описывается в работе Л. К. Аблина [6]:

$$L_{\text{ср}}^{\text{опт}} = \sqrt{\frac{H_{\text{год}} \left[B \cdot (\alpha_{\text{рен}} + E_n) + B_{\text{об}} \cdot (\alpha_{\text{рен.об}} + E_n) \right] + E_t \cdot M_{\text{м-н}} \cdot \gamma_{\text{м-н}}}{2 \cdot N_L \cdot m \cdot \alpha_{\text{ср}}}}, \quad (2)$$



где $L_{\text{ср}}^{\text{опт}}$ – среднее расстояние перемещения ПРМ, км;

$H_{\text{год}}$ – годовая трудоемкость ТО МТП подразделения, чел.-ч/год;

$B, B_{\text{об}}$ – балансовая цена (стоимость) мастерской, технологического оборудования, руб.;

$\alpha_{\text{рен}}, \alpha_{\text{рен.об}}$ – коэффициент годовых отчислений на реновацию мастерской, оборудования, 1/год;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, 1/год;

N_L – линейная плотность ТО, чел.-ч/год·км;

$E_{\text{т}}$ – коэффициент эффективности использования трудовых ресурсов, руб./чел.·г;

$M_{\text{м-н}}$ – штат мастеров-наладчиков и их помощников, чел.;

$\gamma_{\text{м-н}}$ – коэффициент использования мастеров-наладчиков на ПТО, СТТО;

m – число ездов в год всех тракторов на ТО в подразделении, шт./год;

$\alpha_{\text{ср}}$ – транспортные совокупные приведенные затраты на холостой перегон тракторов на ТО, руб./км.

Данная работа, в отличие от предыдущей, дает более полную картину расстояния перемещения, однако и в этой работе не указывается количественный показатель использования мобильных ремонтных звеньев, а также показатель трудоемкости работы ремонтных мастерских за год, что не совсем подходит для современных условий использования МТА, поскольку загрузка в течение года неравномерная.

В работе [20] автор предлагает использовать стационарный или передвижной тип поста путем сопоставления величин затрат на выполнение данного вида технического ухода стационарным $I_{\text{с}}$ и передвижным $I_{\text{п}}$ постами ТО.

Условие целесообразности применения того или иного типа поста выражается в виде следующих неравенств:

$I_{\text{с}} > I_{\text{п}}$ – тракторный агрегат должен обслуживаться в поле на месте работы;

$I_{\text{с}} < I_{\text{п}}$ – тракторный агрегат должен обслуживаться на ПТО,

где $I_{\text{с}}$ – затраты на выполнение технического обслуживания стационарным постом;

$I_{\text{п}}$ – затраты на выполнение технического обслуживания передвижным постом.

Изменение издержек наблюдается для любого типа поста с увеличением удаленности полей от стационарного поста технического обслуживания (ПТО). Поэтому допускается, что и для передвижных средств обслуживания так же, как и для стационарных, должен существовать максимальный радиус их использования,

выше которого должны быть какие-то иные технические средства и организационные формы обслуживания. Для обеспечения минимальных затрат на обслуживание должна существовать такая форма организации ТО, которая исключила бы возрастание издержек на техническое обслуживание, обусловленных транспортированием инструмента, необходимых приспособлений, оборудования и исполнителя какой-то части операций технического обслуживания. Такой организационной формой может стать индивидуальная форма, при которой тракторный агрегат снабжается необходимым инструментом, приспособлениями, оборудованием и запасом эксплуатационных материалов, требующихся для выполнения технического обслуживания.

В зависимости от величины издержек при индивидуальном обслуживании определяется решение по применению передвижных агрегатов.

На рисунке 1 представлен случай, когда применение передвижных средств экономически нецелесообразно. В этом случае равноценный радиус ПТО и индивидуального способа меньше или равен равноценному радиусу обслуживания агрегатом АТУ и ПТО, т.е.

$$R_{\text{рвц(ПТО-инд)}} > R_{\text{рвц(АТУ-ПТО)}}, \quad (3)$$

$$I_{\text{инд}} > I_{\text{рвц}} \text{ или } I_{\text{инд}} = I_{\text{с}} = I_{\text{п}}. \quad (4)$$

В том случае, когда равноценный радиус обслуживания АТУ, индивидуальный метод больше равноценного радиуса АТУ – ПТО:

$$R_{\text{рвц(АТУ-инд)}} > R_{\text{рвц(АТУ-ПТО)}}, \quad (5)$$

$$I_{\text{инд}} > I_{\text{рвц}}. \quad (6)$$

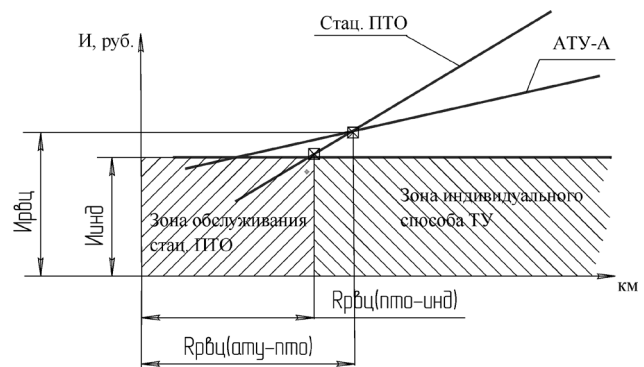


Рис. 1. Схема нецелесообразного использования мобильных звеньев

Использование передвижных средств целесообразно, так как общие издержки на выполнение ТО ниже, чем при индивидуальном методе (рис. 2).

В работе Г.И. Напалкова [20] рассматривается возможность определения обслуживания машинно-тракторных агрегатов, исходя из условия их рассредоточенности по обслуживаемым зонам. Основным недостатком данной работы является отсутствие комплексного подхода к системе технического обслуживания при использовании мобильных ремонтных ма-

стерских, поскольку не рассматриваются такие показатели, как затраты от простоя машинно-тракторных агрегатов.

Заслуживает внимания метод из работы, предложенный А.П. Соломкиным, А.Н. Петрищевым (рис. 3) [25], который учитывает разнобразную конфигурацию площади территории хозяйств и их подразделений и приводит данные площади к наиболее подходящей геометрической плоской фигуре: прямоугольнику, треугольнику, эллипсу или кругу.

Учитывая коэффициент искривленности дорог γ , получены средние радиусы ездки r ремонтных мастерских:

– для прямоугольника

$$r = \gamma \sqrt{\frac{bh^2}{18} + c^2b + \frac{m}{18} + d^2m + \frac{n}{18} + d_2^2n} ; \quad (7)$$

– для треугольника

$$r = \gamma \sqrt{\frac{bh^2}{18} + c^2b + \frac{m}{18} + d^2m + \frac{n^3}{18} + d_2^2n} ; \quad (8)$$

– для эллипса

$$r = \gamma \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{4} + c^2 + d^2} ; \quad (9)$$

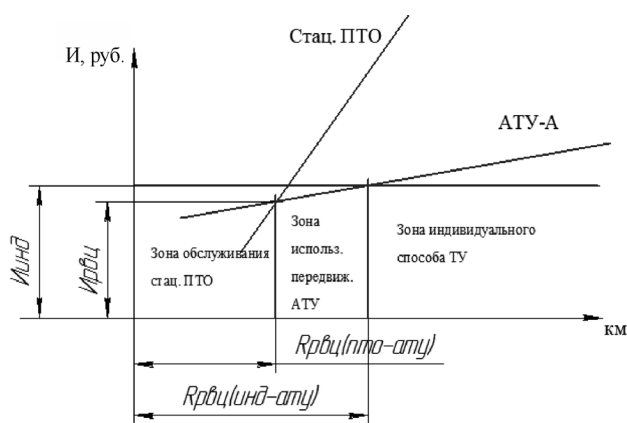


Рис. 2. Схема целесообразного использования мобильных звеньев

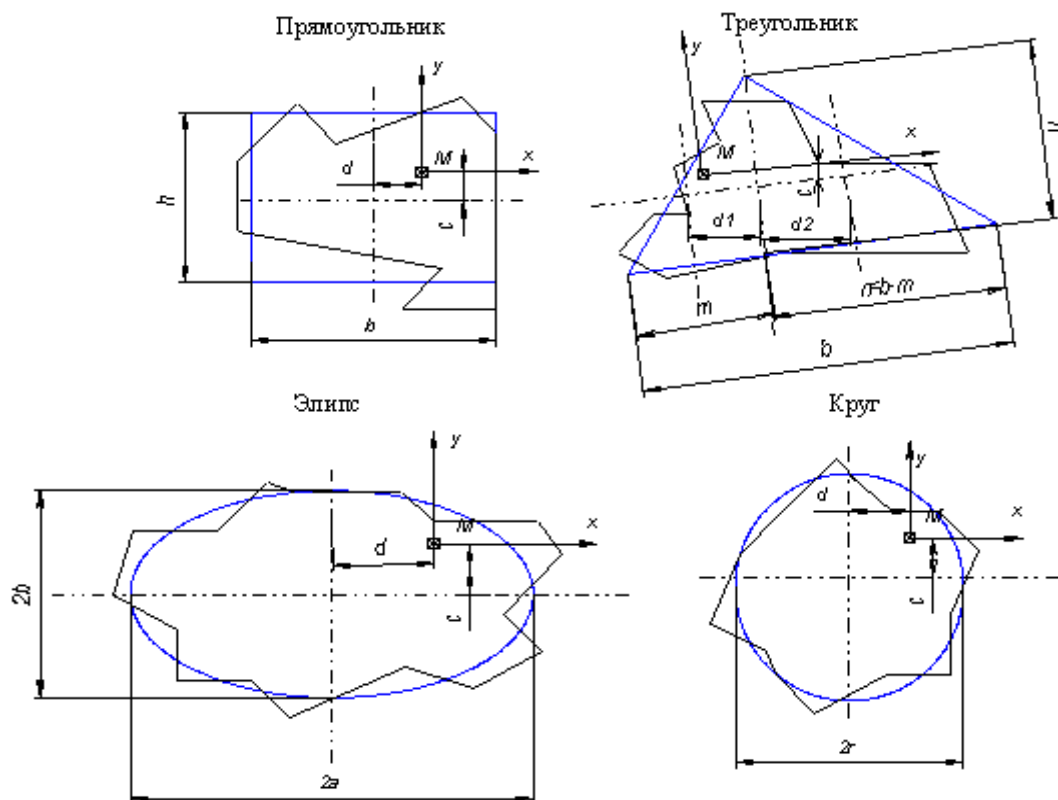


Рис. 3. Места расположения технических средств относительно сосредоточения средств технического обслуживания



– для круга

$$r = \gamma \sqrt{\frac{r^2}{2} + c^2 + d^2}, \quad (10)$$

где r – радиус ездов ремонтных мастерских, м;

γ – коэффициент искривленности дорог;

b – ширина фигуры, м;

h – высота фигуры, м;

m – минимальное расстояние от полюса M до крайней точки фигуры, м;

n – максимальное расстояние от полюса M до крайней точки фигуры, м;

c – расстояние от полюса M до горизонтальной оси, м;

d_1, d_2 – расстояние от полюса M до вертикальной оси, м.

Данный метод более полно, чем в других работах, раскрывает территориальную сущность задачи, однако и он содержит много условий и учитывает не все параметры для определения передвижения ремонтной мастерской, в частности неравномерность полей.

В работе [19] условный радиус доставки запасных частей мобильными ремонтными мастерскими определяется следующим образом:

$$r = \eta_r \eta_d R_{cp}, \quad (11)$$

где η_r – коэффициент, учитывающий конфигурацию территории рассматриваемого района;

η_d – коэффициент, учитывающий существующую в районе сеть дорог;

R_{cp} – среднее расстояние перегона автомобилей из хозяйств до СТОА в случае, если бы территория имела форму круга. Достоинством данной работы является использование коэффициентов конфигурации территории района, а также коэффициент, учитывающий сеть дорог.

ГОСНИТИ [8, 9, 18] предлагает объем работ по техническому обслуживанию распределять между стационарными постами и передвижными ремонтными мастерскими примерно следующим образом: выполнение работ на стационарных постах проводить в объеме 50–75% и передвижными средствами – 25–50%. Гусеничные тракторы предлагается обслуживать на стационарных постах технического обслуживания при их среднем радиусе от поста до места работы 2–3 км, а колесные тракторы – 4–6 км. Машины, работающие сверх этих расстояний, предлагается обслуживать передвижными ремонтными мастерскими. Средним радиусом предлагается считать расстояние, на которое удалено наибольшее количество ма-

шин от передвижного поста, обслуживающего эти машины в период полевых работ. Средний радиус определяется как 2/3 от максимального радиуса. Максимальным радиусом считается наибольшее расстояние от работающих машин до передвижного поста. Радиусы предлагается определять по плану землепользования хозяйства или по наблюдениям за работой машины и их обслуживанием.

Г.П. Каплун [12, 13, 14] считает, что создание оснащенных стационарных постов не решает задачи сокращения времени простоя по техническим причинам и сокращения работоспособности машин. Рассредоточенность машинно-тракторных агрегатов на значительной территории приводит к большим затратам времени на транспорт. Поэтому для устранения последствий отказов МТА большинство стационарных постов должны работать в тандеме с передвижными мастерскими. Для определения максимального расстояния перегона машинно-тракторных агрегатов для устранения последствий отказов предлагается следующая формула, выведенная на основании теоретических разработок проф. И. С. Левитского [15, 16] для оптимального радиуса устранения последствий отказов:

$$R = \frac{0,75V_{ар} \left[\frac{q_a \mu_a L_{cp}}{V} + r_n (q_a - d_{об}) \right]}{d + \Delta}, \text{ км}, \quad (17)$$

где $V_{ар}$ – средняя скорость агрегата, км/ч;

q_a – стоимость часа работы агрегата, руб./ч;

μ_a – коэффициент, характеризующий отношение пути пробега агрегата после обслуживания последнего трактора L_0 к пробегу до последнего обслуженного трактора L_3 за один рейс;

L_{cp} – среднее расстояние между тракторами, км;

V – транспортная скорость обслуживаемой машины, км/ч;

r_n – продолжительность устранения последствий отказов, ч;

$d_{об}$ – стоимость часа устранения последствий отказов, руб./ч;

d – стоимость одного часа транспортной работы трактора, руб./ч;

Δ – потери, вызванные увеличением сроков выполнения работ на 1 час, руб./ч;

$$\mu_a = 1 + \frac{L_0}{L_3}, \quad (18)$$

Л. К. Аблиным получена формула оптимального радиуса использования передвижной ремонтной мастерской [7]:

$$R_{ср.опт} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i \alpha_{ирен} + B_i E \tau_i) \gamma}{N_L \alpha_i m_i}}, \text{ км,} \quad (19)$$

где $R_{ср.опт}$ – средний оптимальный радиус обслуживания, км;

B_i – балансовая цена средств для устранения последствий отказов, руб.;

$\alpha_{ирен}$ – коэффициент годовых отчислений на реновацию средств для устранения последствий отказов, 1/год;

E – коэффициент эффективности использования трудовых ресурсов, руб./чел.-ч;

γ – коэффициент использования мастеров-наладчиков и их помощников;

τ_i – штат мастеров-наладчиков, чел.;

m_i – количество рейсов для устранения последствий отказов, шт.;

α – показатель транспортных затрат, руб./км;

N_L – плотность поступления заявок для устранения последствий отказов, заявка/км².

Выводы

Таким образом, анализ методик определения расстояния передвижения мобильных звеньев для восстановления работоспособности МТА показал, что каждая из методик может являться сопутствующим звеном для сокращения времени устранения последствий отказов машинно-тракторных агрегатов при сравнительном анализе показателей затрат, связанных с использованием мобильных звеньев и затрат от простоя машинно-тракторных агрегатов, но с учетом указанных замечаний.

Очевидно, что общим несоответствием анализируемых методик современным требованиям проектирования и реализации процесса восстановления работоспособности механизированных посевных и почвообрабатывающих комплексов являются показатели, которые не учитывают многомарочность состава машинно-тракторных агрегатов, криволинейность дорог и потери урожайности при устранении последствий отказов. Но при выборе передвижного или стационарного поста для отделения хозяйства указанные методики могут дать большую погрешность, так как не учитывают случайность процесса устранения последствий отказов машинно-тракторных агрегатов.

Список литературы

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Обоснование состава и планирование использования машинно-тракторного парка при возделывании зерновых культур в ПЗК ОАО «Птицефабрика Челябинская». Челябинск, 2006. 116 с.
2. Гуляренко А. А. Обоснование требований к безотказности и ремонтпригодности тракторов при использовании в растениеводстве Северного Казахстана (на примере тракторов 5–8 тягового класса) : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2012. 318 с.
3. Шахов В. А., Аристанов М. Г., Ларионов Е. П. Надежность зарубежной почвообрабатывающей техники в условиях Оренбургской области // Машинно-технологическая станция. 2010. № 6. С. 24–26.
4. Овсянников А. А., Петухов Д. А. Надежность отечественных и зарубежных посевных машин // Техника и оборудование для села. 2011. № 1. С. 36–38.
5. Плаксин А. М., Качурин В. В. Восстановление работоспособности машинно-тракторных агрегатов мобильными звеньями // Вестник ЧГАА. 2011. Т. 58. С. 134–137.
6. Аблин Л. К. Методика расчета оптимальных параметров функционирования службы технического обслуживания и диагностики машинно-тракторного парка // Научные труды. Челябинск, 1984.
7. Аблин Л. К. Определение эффективности использования постов технических уходов // Труды ЧИМЭСХ. Челябинск, 1969. Вып. 37.
8. Васьковский С. Е. Новые методы организации технического ухода за тракторами и сельскохозяйственными машинами // Наука – сельскому хозяйству. М., 1964.
9. Васьковский С. Е., Пасечников Н. С. Технический уход за тракторами. М. : Россельхозиздат, 1966.
10. Завьялов Л. А., Попов Ф. П. Основы организации агрегатного метода ремонта лесотранспортных машин. М. : Колос, 1975.
11. Зорин В. А. Российская энциклопедия самоходной техники. 1-е изд. М. : Просвещение, 2001.
12. Каплун Г. П. Некоторые элементы организации обслуживания сельскохозяйственной техники // Материалы всесоюз. координац. метод. совещ. по проблеме эксплуатации МТП, сост. 20–22/XII – 1966. М., 1968.
13. Каплун Г. П. Расчет эффективности передвижных агрегатов для технического ухода



за тракторами // Труды ЦНИИМЭСХ нечерноземной зоны СССР. Минск, 1967. Т. V. Вып. 2.

14. Каплун Г. П. Эффективность использования передвижных заправочных средств // Труды ЦНИИМЭСХ нечерноземной зоны СССР. Минск, 1966.

15. Левитский Е. С. Определение оптимальных программ ремонтных предприятий // Труды ВСХИЗО. М., 1967. Вып. XXV.

16. Левитский Е. С. Организация ремонта и проектирования сельскохозяйственных ремонтных предприятий. М. : Колос, 1964.

17. Лошкарев В. Г. Определение средневзвешенных расстояний при организации технического обслуживания машинно-тракторного парка // Труды ГОСНИТИ. М. : ГОСНИТИ, 1971. Т. 27.

18. Методические указания по расчету и планированию ремонтной базы сельского хозяйства по областям (краям) и республикам на 1971–75 гг. М., 1968.

19. Надежность строительных машин / Г. П. Гриневич, Е. А. Каменская, А. К. Алферов, А. В. Златопольский. М. : Стройиздат, 1975. 296 с.

20. Напалков Г. И. К вопросу организации технического обслуживания машинно-тракторного парка // Научные труды. Челябинск, 1974. Вып. 79.

21. Павлов Б. В. Скорая помощь на полях. М. : Колос, 1980.

22. Путинцева М. А. Организация специализированного технического обслуживания МТП // Материалы всесоюзн. координац. метод. совещ. по проблеме эксплуатации машинно-тракторного парка, сост. 20–22/XII – 1966. М., 1968.

23. Путинцева М. А., Бортдинов А. Новое в техническом обслуживании машинно-тракторного парка // Сборник науч. работ СибНИСХОЗа. № 8. Омск, 1963.

24. Ревуцкий Л. Д. Методы оптимизации размеров и размещения станций технического обслуживания автомобилей для сельского хозяйства // Труды ГОСНИТИ. Т. 30. М. : ГОСНИТИ, 1971.

25. Соломкин А. И., Петрищев А. Н. Модели реализации системы технического обслуживания машинно-тракторного парка в Северном Казахстане // Труды ГОСНИТИ. Т. 46. М. : ГОСНИТИ, 1976.

26. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка звеньями мастеров-наладчиков / М. А. Путинцева [и др.]. М. : Колос, 1968.

27. Хайкис М. Л. Ремонт дорожных машин агрегатным методом. М. : Колос, 1980.

Качурин Виталий Владимирович, канд. техн. наук, ассистент кафедры «Технология металлов, машиностроения и метрологии», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

Лещенко Евгения Анатольевна, канд. техн. наук, ассистент кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: etodlya_menya@mail.ru.

* * *

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕПРЕРЫВНОЙ ЗАГРУЗКОЙ И НАКОПИТЕЛЯМИ КОНЕЧНОЙ ЕМКОСТИ

Л. И. Королькова, Н. Машрабов

Метод исследования случайных процессов, непрерывных во времени и дискретных по состояниям, применен для оценки показателей многофазных систем обслуживания сельскохозяйственной техники. На первом этапе составляется схема функционирования системы. На втором этапе с использованием схемы рассчитываются показатели процесса. Схема включает в себя состояния и переходы между ними. В последующих смежных состояниях процессы обслуживания, не закончившиеся на предыдущих рабочих местах, будут характеризоваться остаточными временами обслуживания. Расчет остаточного времени обслуживания позволяет исследовать нестационарное поведение системы. Для трех трехфазных систем, отличающихся распределением времени обслуживания, были исследованы показатели, связанные с блокированием системы и простоями рабочих мест в течение времени, отведенного на функционирование системы. Получено, что при величине коэффициента вариации времени обслуживания $v = 0,94$ вероятность того, что хотя бы одно рабочее место будет заблокировано в течение отведенного времени, равна 0,204, а при $v = 0,23$ вероятность составляет 0,002. При этом длительность рассматриваемой блокировки снижается с 0,6 единиц времени до нуля. Проведено сравнение систем, время обслуживания которых близко к экспоненциальному распределению, которое часто используется при исследовании многофазных систем обслуживания. Получено, что при росте среднего времени обслуживания с 0,45 до 8,88 единиц времени вероятность блокировки уменьшается с 0,204 до 0,007. Однако средняя длительность блокировки возрастает с 0,6 до 1,19 единиц времени. Для систем, близких к марковским, вероятность первой блокировки уменьшается по мере роста среднего времени обслуживания, однако длительность ее увеличивается. Вероятность второй блокировки мала и при малом среднем времени обслуживания, и при большом. Из результатов расчетов следует необходимость уменьшения разброса времени обслуживания относительно его среднего значения.

Ключевые слова: схематизация, остаточное время обслуживания, вероятность, длительность блокировки рабочих мест, длительность простоя рабочих мест.

Протекание производственных процессов ремонта и технического обслуживания, а также множества других технологических процессов во времени хорошо описывается методами теории массового обслуживания.

Поточный характер производства, ремонта и обслуживания моделируется многофазными системами массового обслуживания (СМО), в которых объекты обрабатываются на последовательно расположенных рабочих местах (фазах). В подавляющем числе работ исследуются двухфазные СМО с экспоненциальным временем обслуживания (марковские системы). При этом рассматриваются системы с надежными и

ненадежными рабочими местами, с конечными или бесконечными промежуточными накопителями между ними [1–7]. В [8, 9] оценивалась пропускная способность марковских систем, состоящих из пяти и более рабочих мест с неидентичными временами обслуживания. Нестационарные характеристики таких систем рассмотрены в [10]. Если время обслуживания объекта отличается от экспоненциального, то число фаз в исследуемой системе обычно не превышает двух [11–14].

Из обзора видно, что случай многофазных систем, функционирующих в течение некоторого конечного, отведенного для работы вре-



мени, с произвольным распределением времен обслуживания на каждом рабочем месте изучен слабо. Большая часть работ касается исследования работы двухфазных систем без указаний, как рассматриваемый подход может быть распространен на случай, когда число последовательно соединенных рабочих мест больше двух. Авторы, скорее, идут по пути усложнения уже рассмотренных ими систем путем ограничения мест для ожидания, учета ненадежности рабочих мест, проверок после каждой фазы. Но гораздо большим приближением к практическим СМО является отказ от показательного распределения времени обслуживания объектов. Установлено, что в широком классе случаев перенесение результатов с экспоненциального закона на произвольный «принципиально невозможно» [15]. Еще в первой половине XX в. А.К. Эрланг для решения практических задач массового обслуживания был вынужден отказаться от показательного распределения времени обслуживания.

На основании обзора можно сделать вывод, что отсутствует достаточно общий метод изучения различных систем обслуживания с произвольным распределением времен обслуживания на рабочих местах при нестационарном режиме работы СМО.

Для исследования многофазных систем обслуживания предлагается метод, разработанный для изучения случайных процессов, непрерывных во времени и дискретных по состояниям [16]. В [17] метод был применен для получения характеристик, связанных с блокированием приборов, четырехфазной СМО с непрерывной загрузкой без промежуточных накопителей.

Описание метода

Исходными являются данные распределения времени обслуживания на рабочих местах, характеризующиеся функцией распределения $F_i(t) = P\{T_i < t\}$, где i – номер рабочего места.

Первым этапом реализации метода является схематизация процесса функционирования системы. Схема включает в себя состояния и переходы между ними. Состояния представляются составом длительностей одновременно протекающих процессов обслуживания. Если процесс ограничен отведенным временем, то оно будет представлять состояние как любая другая длительность. Состояние прекращается с завершением обслуживания на любом рабочем месте или с окончанием отведенного времени. При этом общий процесс переходит

в другое состояние, что на схеме обозначается стрелкой. У стрелки в скобках записывается обозначение номера рабочего места (фазы), завершение обслуживания на котором в предыдущем смежном состоянии обусловило переход в следующее состояние. С окончанием отведенного времени все остальные процессы приостанавливаются с остаточными временами обслуживания. Принципиальным отличием от схемы, представленной в [18] и других поздних работах, является *односторонность* переходов, что позволяет исследовать показатели системы за интересующий промежуток времени.

В общем случае с использованием схемы можно вычислить: остаточные времена обслуживания объектов, остаточное отведенное время, вероятности переходов между состояниями, безусловные и условные длительности состояний, продолжительности от исходного до любого несмежного с ним состояния.

В исходном (нулевом) состоянии времена обслуживания известны (заданы). В последующих смежных состояниях процессы обслуживания, не закончившиеся на предыдущих рабочих местах, будут характеризоваться *остаточными временами обслуживания*.

Алгоритм расчета функции распределения остаточного времени обслуживания объекта.

1. Из множества процессов обслуживания, представляющих состояние k , выделяется процесс i_k , связанный с рабочим местом, на котором закончилось обслуживание. Процесс i_k характеризуется известной функцией распределения времени обслуживания $F_{ik}(t) = P\{T_{ik} < t\}$. Для рабочего места j , на котором обслуживание не закончилось, необходимо найти функцию распределения $F_{jk}^{(x)}(t)$ остаточного от состояния k времени обслуживания для следующего состояния x ; $F_{jk}(t)$ – функция распределения времени обслуживания объекта на j -м рабочем месте в состоянии k .

2. Вычисляется функция распределения времени работы z рабочих мест, представляющих состояние k без рабочих мест i_k и j_k :

$$P_{kx}(t) = P\{Y_{kx} < t\} = P\{\min(T_{zk}) < t\} = 1 - \prod_z [1 - F_{zk}(t)].$$

3. Для рабочего места i_k находится условная функция распределения времени обслуживания, которое меньше времени обслуживания группы рабочих мест, представляющих состояние k без рабочих мест i_k и j_k :

$$Q_{kx}(t) = P\{X_{kx} < t\} = P\{T_{ik} < t \mid T_{ik} < Y_{kx}\} = \\ = Q_{kx}^+(t)/Q_{kx}^+(\infty),$$

где $Q_{kx}^+(t) = \int_0^t [1 - P_{kx}(z)] dF_{ik}(z).$

4. Функция распределения остаточного от состояния k времени обслуживания на рабочем месте j_k в состоянии x :

$$F_{jk}^{(x)}(t) = P\{T_{jk}^{(x)} < t\} = P\{T_{jk} - X_{kx} < t \mid T_{jk} > X_{kx}\} = \\ = [F_{jk}^{(x)+}(0) - F_{jk}^{(x)+}(t)]/F_{jk}^{(x)+}(0),$$

где $F_{jk}^{(x)+}(t) = \int_t^\infty Q_{kx}(z-t) dF_{jk}(z).$

Для того, чтобы и далее вычислялись все показатели для состояния x , переобозначим $F_{jk}^{(x)}(t)$ в $F_{jx}(t)$, аналогично, как и для состояния k .

Произвольное состояние k характеризуется длительностями V_{kx} пребывания системы в этом состоянии при условии завершения первым каждого по отдельности обслуживания i_k из числа всех обслуживаний, представляющих это состояние [19]; при этом система перейдет в состояние x . Функция распределения продолжительности V_{kx} :

$$S_{kx}(t) = P\{V_{kx} < t\} = P\{T_{ik} < t \mid T_{ik} < U_{kx}\} = \\ = S_{kx}^+(t)/S_{kx}^+(\infty),$$

где $S_{kx}^+(t) = \int_0^t [1 - G_{kx}(z)] dF_{ik}(z);$

$$G_{kx}(t) = P\{U_{kx} < t\} = P\{\min(T_{jk}) < t\} = \\ = 1 - \prod_{j \neq i}^m [1 - F_{jk}(t)].$$

С вычислением $S_{kx}(t)$ одновременно определяется вероятность перехода системы из состояния k в состояние x :

$$s_{kx} = P\{T_{ik} < U_{kx}\} = S_{kx}^+(\infty).$$

Численный пример

В настоящей работе с использованием метода исследуются характеристики следующей системы обслуживания:

- многофазная система состоит из надежных (не отказывающих) последовательно расположенных трех рабочих мест, которые осуществляют однолинейное обслуживание;

- объекты поступают на первое рабочее место непрерывно; перед вторым и третьим рабочими местами имеются промежуточные накопители, вмещающие по два объекта каждый;

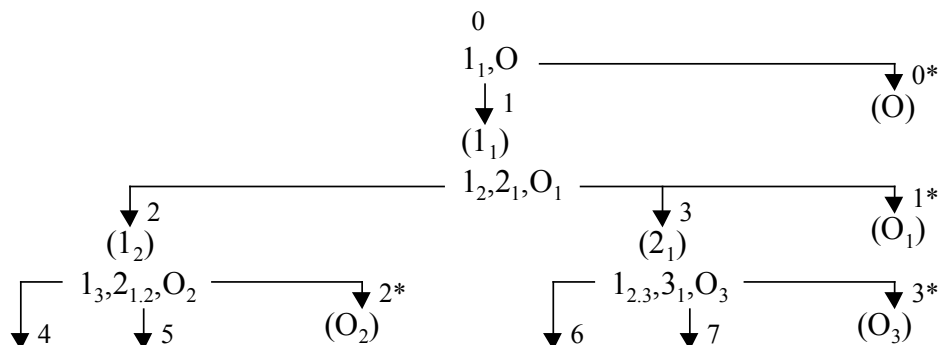
- если промежуточный накопитель перед рабочим местом заполнен, то обслуженный объект блокирует это рабочее место;

- времена обслуживания объектов на рабочих местах идентичны и характеризуются функцией распределения произвольного вида $F(t)$;

- система функционирует в течение некоторого отведенного детерминированного времени t_0 .

Для исследуемой системы (рис. 1) исходное, нулевое, состояние определяется двумя процессами: обслуживанием первого объекта на первом рабочем месте и отведенным временем, что на рисунке соответственно обозначено 1_1 и O ; буква t опущена.

Исходное состояние завершится либо в связи с окончанием отведенного времени – в этом случае процесс переходит в состояние 0^* , либо в результате окончания обслуживания. В последнем случае процесс переходит в состояние 1 (число, справа у стрелки), которое характеризуется: обслуживанием первого объекта на втором рабочем месте (1_2), второго объекта на





первом рабочем месте (2_1) и остаточным отведенным временем (O_1). Теперь уже существуют три возможности реализации общего процесса обслуживания. Первым может закончиться обслуживание первого объекта на втором рабочем месте, и общий процесс перейдет в состояние 2; либо первым будет обслужен второй объект на первом рабочем месте (переход в состояние 3), либо закончится отведенное время (переход в состояние 1^*).

Состояние 2 характеризуется обслуживанием первого объекта на третьем рабочем месте, продолжением обслуживания второго объекта на первом рабочем месте и остаточным отведенным временем. При этом второе рабочее место будет простаивать. Состояние 3 характе-

ризуется продолжением обслуживания первого объекта на втором рабочем месте, обслуживанием третьего объекта на первом рабочем месте и остаточным отведенным временем. При этом второй объект находится в накопителе перед вторым рабочим местом, ожидая обслуживания. В состоянии 4 СМО перейдет по окончании обслуживания первого объекта на третьем рабочем месте и поскольку второй объект обслуживается на первом рабочем месте, второе и третье рабочие места простаивают. Таким образом, уже с состояния 2 наблюдаются простои рабочих мест; в состоянии 3 начинается заполнение накопителей.

Правая и левая ветви схемы (см. рис. 1) представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

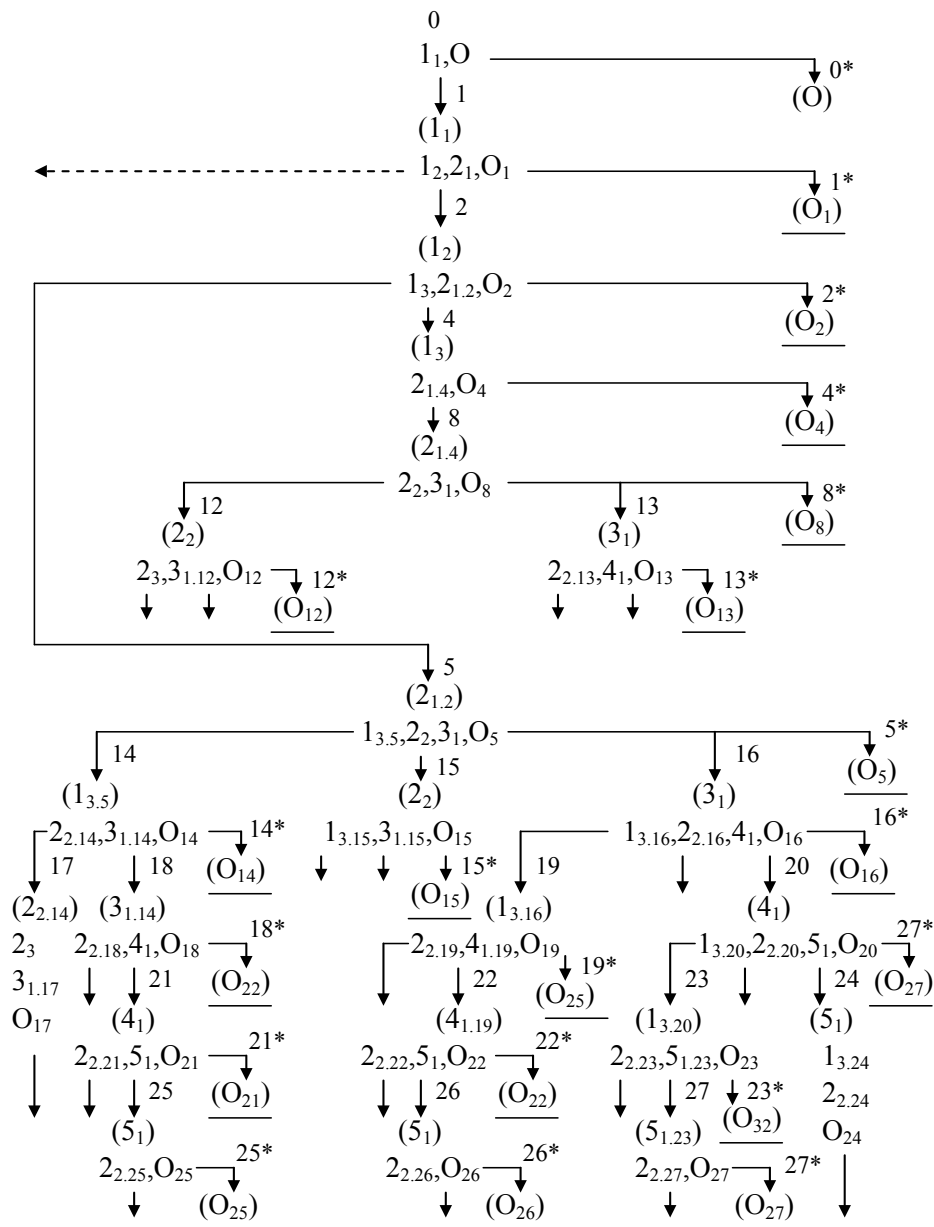


Рис. 2. Схема процесса функционирования в отведенном времени трехфазной системы с непрерывной загрузкой (левая ветвь)



Аналогичным образом рассчитываются средние длительности блокировок $\bar{b}_{1,k}$ рабочих мест системы, находящихся в состояниях $k = 24, 25, 26, 27, 39, 41, \dots$. В результате средняя длительность $\bar{b}_1$ первой блокировки по крайней мере одного рабочего места в течение отведенного времени:

$$\bar{b}_1 = s_{0,24}^n \cdot \bar{b}_{1,24} + s_{0,25}^n \cdot \bar{b}_{1,25} + s_{0,26}^n \cdot \bar{b}_{1,26} + s_{0,27}^n \cdot \bar{b}_{1,27} + s_{0,32}^n \cdot \bar{b}_{1,32} + s_{0,39}^n \cdot \bar{b}_{1,39} + s_{0,42}^n \cdot \bar{b}_{1,42} + \dots,$$

где $s_{0,k}^n = s_{0,k}/s$, $s = \sum_k s_{0,k}$, $k = 24, 25, 26, 27, 32, 39, 42, \dots$.

Вероятность s_2 второй по счету блокировки в течение отведенного времени: $s_2 = s_{0,41} + s_{0,43} + \dots$.

Средняя длительность $\bar{b}_2$ второй по счету блокировки в течение отведенного времени:

$$\bar{b}_2 = s_{0,41}^n \cdot \bar{b}_{2,41} + s_{0,43}^n \cdot \bar{b}_{2,43} + \dots,$$

где $s_{0,k}^n = s_{0,k}/s$, $s = \sum_k s_{0,k}$, $k = 41, 43, \dots$.

Рассмотрим три трехфазных системы обслуживания, работающих в течение времени $t_0 = 10$ ед.вр. (единиц времени). Распределения времени обслуживания на рабочих местах каждой СМО примем подчиняющимися закону Вейбулла $F(t) = 1 - \exp(-\lambda \cdot t^\alpha)$, параметры которого подобраны так, чтобы распределение времени обслуживания любой СМО отличалось по форме от распределения времени обслуживания в других СМО, изменяясь при этом на интервале $[0; 10]$. Сравним показатели, связанные с блокированием и простоем рабочих мест.

Из таблицы следует, что чем больше коэффициент вариации, тем больше вероятность и длительность блокировки, несмотря на то, что средняя длительность обслуживания много выше при $\alpha = 5$ нежели, чем при $\alpha = 1,05$. Таким образом, следует снижать разброс времени обслуживания относительно его среднего.

В таблице 2 представлены вероятности и длительности простоев рабочих мест. Например, простой второго рабочего места наблюдается, когда первый объект обслуживается на третьем рабочем месте, а обслуживание второго

Таблица 1 – Вероятности и длительности блокировок

№ СМО	1	2	3
Параметры блокировок	$F(t) = 1 - \exp(-2,303t^{1,05})$ $\bar{t} = 0,45, \nu = 0,94$	$F(t) = 1 - \exp(-0,46t^2)$ $\bar{t} = 1,31, \nu = 0,52$	$F(t) = 1 - \exp(-3,68e^{-3}t^5)$ $\bar{t} = 2,83, \nu = 0,23$
s_1	0,204	0,068	0,002
$\bar{b}_1$	0,60	0,49	$4 \cdot 10^{-5}$
s_2	0,069	0,014	$1 \cdot 10^{-6}$
$\bar{b}_2$	0,32	0,57	0,50

Таблица 2 – Вероятности и длительности простоев рабочих мест (РМ)

№ СМО	1		2		3	
Характеристики распределений	$F(t) = 1 - \exp(-2,303t^{1,05})$ $\bar{t} = 0,45, \nu = 0,94$		$F(t) = 1 - \exp(-0,46t^2)$ $\bar{t} = 1,31, \nu = 0,52$		$F(t) = 1 - \exp(-3,68e^{-3}t^5)$ $\bar{t} = 2,83, \nu = 0,23$	
Параметры простоев	вероятность	длительность	вероятность	длительность	вероятность	длительность
РМ 2, первый простой	0,585	0,24	0,590	0,82	0,590	1,72
РМ 2, второй простой	0,339	0,44	0,339	0,59	0,337	0,38
РМ 3, первый простой	0,582	0,32	0,580	0,55	0,636	0,57
РМ 3, второй простой	0,353	0,37	0,356	0,58	0,381	0,50

объекта на первом рабочем месте еще не завершилось.

Сравним СМО, времена обслуживания которых близки к экспоненциальному распределению ($\alpha = 1,05$) с различным средним временем обслуживания.

Вероятность первой блокировки уменьшается по мере роста среднего времени обслуживания, однако длительность ее увеличивается. Вероятность второй блокировки мала и при малом среднем времени обслуживания, и при большом.

Рассмотрим случай первого простоя второго рабочего места. Согласно схеме и расчетным соотношениям при одинаковой длительности обслуживания на рабочих местах, вероятности состояний 2 и 3 одинаковы, если время обслуживания T существенно меньше отведенного времени t_0 . Таким образом, вероятность перехода в состояние 2 $s_{0,2} = 0,5$. По правой ветви простоя второго рабочего места наблюдается в состоянии 29 и $s_{0,2} > 0,5$. Однако в случае $\bar{t} > 4$ существенна вероятность окончания отведенного времени, поэтому, например, с вероятностью 0,776 ($1 - 0,224$) может закончиться обслуживание первого объекта на втором рабочем месте или завершиться отведенное время. При этом средняя длительность блокировки

существенно возрастает. Таким образом, метод позволяет детально рассмотреть функционирование системы обслуживания.

Выводы

Метод позволяет исследовать нестационарное поведение многофазной системы массового обслуживания с непрерывной загрузкой на первом рабочем месте и промежуточными накопителями.

Для трех трехфазных систем, отличающихся распределением времени обслуживания, были исследованы показатели, связанные с блокированием системы и простоями рабочих мест. Получено, что чем больше коэффициент вариации времени обслуживания, тем больше вероятность и длительность блокировки, при том что время обслуживания в каждой системе изменялось на одном и том же интервале от 0 до 10 ед. вр. Из результатов расчетов следует необходимость уменьшения рассеяния времени обслуживания относительно его среднего. Вероятность первого и второго простоя второго по счету рабочего места на указанном интервале времени не зависит от закона распределения времени обслуживания, составляя 0,59 и 0,339 соответственно.

Таблица 3 – Вероятности и длительности блокировок

№ СМО	1	2	3	4	5
Параметры блокировок	$\lambda = 2,303$ $\bar{t} = 0,45$	$\lambda = 1$ $\bar{t} = 0,99$	$\lambda = 0,5$ $\bar{t} = 1,92$	$\lambda = 0,2$ $\bar{t} = 4,59$	$\lambda = 0,1$ $\bar{t} = 8,88$
s_1	0,204	0,203	0,195	0,053	0,007
$\bar{b}_1$	0,60	0,91	1,41	1,37	1,19
s_2	0,069	0,068	0,054	0,008	0,001
$\bar{b}_2$	0,32	0,69	1,21	1,58	1,55

Таблица 4 – Вероятности и длительности простоев рабочих мест (РМ)

Характеристики распределений	$\lambda = 2,303$ $\bar{t} = 0,45$		$\lambda = 1$ $\bar{t} = 0,99$		$\lambda = 0,5$ $\bar{t} = 1,92$		$\lambda = 0,2$ $\bar{t} = 4,59$		$\lambda = 0,1$ $\bar{t} = 8,88$	
Параметры простоев	вероятность	длительность	вероятность	длительность	вероятность	длительность	вероятность	длительность	вероятность	длительность
РМ 2, первый простой	0,585	0,24	0,584	0,51	0,582	0,97	0,438	1,63	0,224	1,60
РМ 2, второй простой	0,339	0,44	0,334	0,94	0,326	1,63	0,185	10^{-6}	0,056	10^{-8}
РМ 3, первый простой	0,582	0,32	0,582	0,76	0,563	1,32	0,300	1,42	0,090	1,20
РМ 3, второй простой	0,353	0,37	0,453	0,85	0,318	1,58	0,105	2,84	0,022	2,57



Проведено сравнение систем, время обслуживания которых близко к экспоненциальному распределению. Получено, что вероятность первой блокировки уменьшается с 0,204 до 0,007 по мере роста среднего времени обслуживания с 0,45 ед. вр. до 8,88 ед. вр.; однако длительность ее увеличивается с 0,6 ед. вр. до 1,19 ед. вр. Вероятность второй блокировки мала и при малом среднем времени обслуживания, и при большом, изменяясь в пределах от 0,001 до 0,069.

Длительности простоев не подчиняются какой-либо закономерности, что связано с окончанием отведенного времени, т.е. рассмотрением процесса обслуживания как нестационарного.

Возможно исследование системы обслуживания без учета времени t_0 . Метод может применяться и для исследования более сложных систем. Так, при произвольно распределенном времени поступления заявки это время добавляется в исходное состояние. Время функционирования системы может быть случайным, что более точно моделирует ее работу. Последний случай в литературе не встречался.

Список литературы

1. Perlman Y., Elalouf A., Bodinger E. Dynamic repair priority for a transfer line with a finite buffer // *Journal of Manufacturing Systems*. 2014. V. 33. P. 16–26.
2. Matveev S.A., Moiseev A.N., Nazarov A.A. Investigation of the multi-stage queueing system GI/(M/∞)K by means of the raw moment method // *Доклады ТУСУРа*. Томск, 2014. № 3 (33). С. 129–133.
3. Вискова Е.В. Двухфазная система массового обслуживания с марковским потоком и обслуживанием в дискретном времени // *Информационные процессы*. 2005. Т. 5. № 3. С. 247–253.
4. Papadopoulos H.T., O'Kelly M.E.J. Exact analysis of production lines with no intermediate buffers // *European Journal of Operational Research*. 1993. V. 65. P. 18–137.
5. Xiajun Yu, Ronggui Luo On properties of a serial service system of two service counters with finite waiting space // *Acta Mathematica Science*. 1995. V. 15. № 1. P. 31–38.
6. Gopalan M.N., Anantharaman N. Stochastic modelling of a two-stage transfer-line production system with end buffer and random demand // *Microelectronica and Reliability*. 1992. V. 32. № 1–2. P. 11–15.
7. Клименок В.И., Тарамин О.С. Двухфазная система обслуживания с групповым марковским потоком и повторными вызовами // *Автоматика и телемеханика*. 2010. № 1. С. 3–17.
8. Papadopoulos H.T., Heavey C., O'Kelly M.E.J. Throuput rate of multistation reliable production lines with interstation buffers: (I) Exponential case // *Computers in Industry*. 1989. V. 13. P. 229–244.
9. Yi Cheng Su, M. Jeya Chandra An approximation analysis for multistage production lines // *Computers and Operations Research*. 1995. V. 22. № 8. P. 779–791.
10. Dinçer C., Deler B. On the distribution of throughput of transfer lines // *Journal of the Operational Research Society*. 2000. V. 51. P. 1170–1178.
11. Chandrasekar B., Chandrasekhar P., Ramesh N.K. A tandem queue with dependent structure for interarrival and service times: an estimation study / 41st International Conference on Computers and Industrial Engineering (CIE41). CA USA, Los Angeles. October 23–26. 2011. P. 145–150.
12. Nishida T. Optimal allocation of service rate for interchangeable parallel two-stage tandem queue // *Mathematics Japonica*. 1995. V. 41. P. 211–215.
13. Yoneyama K., Ishii H. The throughput rate of interchangeable parallel two-stage tandem queue with correlated service times // *Computers Mathematic Applications*. 1997. V. 33. P. 29–37.
14. Jongyoon K., Stanley B.G. Integrated quality and quantity modeling of a production line // *Journal of Operations Research Spectrum*. 2005. V. 27. № 2–3. P. 287–314.
15. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. М. : Наука, 1987. 336 с.
16. Корольков И. В., Королькова Л. И. Дискретные по составу и непрерывные во времени случайные процессы // *Обзорные прикладной и промышленной математики*. 2001. Т. 8. Вып. 2. С. 614–615.
17. Королькова Л. И., Переверзев П. П. Оптимизация процессов предприятия на основе новой методики расчета характеристик многофазной системы массового обслуживания с непрерывной загрузкой без промежуточных накопителей // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 3. Режим доступа : <http://www.science-education.ru/103-6424>.
18. Gopalan M.N., Dinesh U.K. Analysis of an n-unit cold-standby system with general failure and repair time distributions // *International*

Journal of Quality & Reliability Management.
1995. V 12. № 3. P. 77–85.

19. Gupta R., Mumtaz S.Z., Rastogi N. Profit analysis of a system with mutual changeover of units and correlated failures and repairs // Journal of Quality in Maintenance Engineering. 1999. V 5. № 2. P. 51–55.

Королькова Любовь Ивановна, д-р техн. наук, профессор кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»
E-mail: korolkovali@rambler.ru.

Машрабов Нематулла, д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: nmashrabov@yandex.ru.

* * *

УДК 621.863 : 629.083

ЧЕТЫРЕХСТОЕЧНЫЙ ПОДЪЕМНИК БАЛКОННОГО ТИПА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

О. Н. Костюченкова, М. В. Кожухова

Качественное и своевременное выполнение технического обслуживания автотранспортного средства позволяет восстановить работоспособность и поддерживать его техническое состояние на необходимом уровне. Поэтому развитие системы технического обслуживания привело к необходимости введения прогрессивных форм и методов организации, технологии обслуживания и ремонта автомобилей, созданию современного оборудования и специального инструмента. На станциях технического обслуживания в качестве основного оборудования при организации различных рабочих постов основных производственных участков все большее применение находят автомобильные подъемники. Они позволяют оптимально организовать технологический процесс обслуживания и ремонта автомобилей, что является одним из основных их преимуществ, по сравнению с другим технологическим оборудованием. Подъемник балконного типа относится к подъемникам для подъема автомобилей и удерживания их в поднятом положении, которые используются во время ремонта и технического обслуживания легковых автомобилей и автобусов малого класса. Конструкция такого подъемника позволяет облегчить доступ к транспортному средству и одновременно выполнять ремонтные работы на трех уровнях. Благодаря установке траверсы дополнительного подъема автомобиля для вывешивания одной из осей, между поверхностями качения подъемника достигается легкий доступ к транспортному средству. Спроектированный четырехстоечный подъемник балконного типа позволяет достичь повышения эффективности ремонтных работ, проводимых на станциях технического обслуживания, а дальнейшее усовершенствование конструкции позволит вывести технологии ремонта транспортных средств на новый уровень.

Ключевые слова: автомобиль, техническое обслуживание, четырехстоечный подъемник, гидросистема, траверса.

Развитие системы технического обслуживания (ТО) привело к необходимости введения прогрессивных методов и форм организации, технологии ремонта и обслуживания автомобилей, созданию современного оборудования и специального инструмента.

При проведении технического обслуживания и текущего ремонта (ТР) используется осмотровое и подъемно-транспортное оборудование. Это обусловлено тем, что при выполнении, например, всего объема работ по ТО-1 и ТО-2 сбоку выполняется 10–20 % работ, снизу – 40–45 %, сверху 40–45 % работ [1]. Использование этого оборудования обеспечивает по-

вышение производительности труда, а также качественное выполнение работ.

На станциях технического обслуживания в качестве основного оборудования при организации различных рабочих постов основных производственных участков все большее применение находят автомобильные подъемники. Они используются при техническом обслуживании и текущем ремонте автомобиля для подъема автомобиля над уровнем пола на требуемую для удобства обслуживания высоту [2].

Подъемники по сравнению с канавами любых типов имеют то преимущество, что работы снизу автомобиля производятся с уровня пола

помещения при нормальных гигиенических условиях и хорошем доступе к нижним частям автомобиля. Кроме того, подъемники обладают универсальностью (в пределах своей грузоподъемности) и занимают относительно меньшую по сравнению с канавами площадь [3]. Более 80% заездов транспортных средств на СТО связано с вывешиванием автомобилей [2].

Во всем мире в настоящее время выпускается большое количество подъемников различного назначения и разнообразных конструкций.

Для проведения регулировочных работ, вывешивания небольших грузовых автомобилей, автомобилей с нестандартной развесовкой, проведения осмотровых работ каждое СТО и АТП вынуждены иметь четырехстоечный платформенный подъемник. Регулировочные работы, по наблюдениям, составляют 1–10% от объема ТО и ТР, которые требуют применения именно таких подъемников [4].

Получили распространение в применении четырехстоечные подъемники с поднимающимися вместе с подъемной платформой рабочими площадками (рис. 1). На рисунке 2 представлен один из примеров оборудования тупиковых рабочих постов подъемником с рабочими площадками на два места [5].

Принципиальное отличие подъемников балконного типа от четырехстоечных подъемников заключается в том, что вместе с колеиной рамой поднимается рабочая площадка (балкон), позволяющая одновременно производить работы на 3 уровнях: под автомобилем и на балконе подъемника сбоку и сверху автомобиля [6, 7].

Подъемник балконного типа относится к автосервисному оборудованию. А точнее, к подъемникам для подъема автомобилей и удерживания их в поднятом положении, кото-

рые используются на станциях технического обслуживания и в гаражных мастерских во время ремонта и технического обслуживания легковых автомобилей и автобусов малого класса (рис. 3). По принятой классификации это стационарный, напольный, четырехстоечный, электрогидравлический, с тросовой передачей, платформенный с ровными направляющими автомобильный подъемник.

Прототипом данной конструкции подъемника является «Устройство для обслуживания транспортного средства» [8–11].

Облегчить доступ к транспортному средству на четырехстоечном подъемнике балконного типа позволяет установка траверсы для вывешивания одной из осей автомобиля [10, 12–15].

Подъемник содержит четыре вертикально установленные колонны, которые жестко зафиксированы к полу, две параллельные поперечины, на которых опираются две поверхности качения. На колонне управления смонтирован гидравлический силовой агрегат, который включает в себя электродвигатель, шестеренный гидравлический насос, бак для рабочей жидкости, клапан максимального давления, гибкий шланг подачи и слива жидкости в гидросистему. Движение поперечин осуществляется при помощи тросов. Каждая колонна включает в себя стальной трос, предохранительную пластину с отверстиями, находящимися на одинаковом расстоянии один от другого, с которыми взаимодействуют соответствующие запоры, а также направляющую вертикального перемещения поперечин. В верхней части каждой колонны установлены наконечник предохранительной пластины и наконечник стального троса, которые закреплены с помощью резьбового стержня (фиксатора). Поверхности качения выполнены воедино с платформами балконных

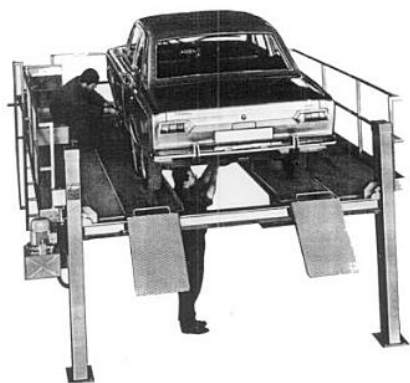


Рис. 1. Подъемник четырехстоечный балконного типа

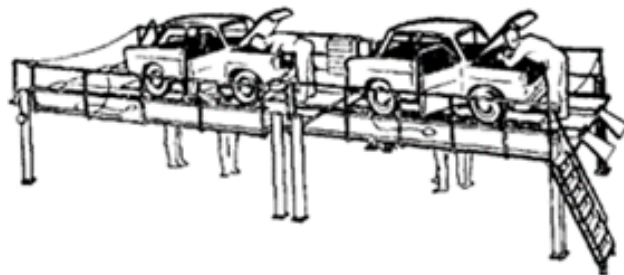


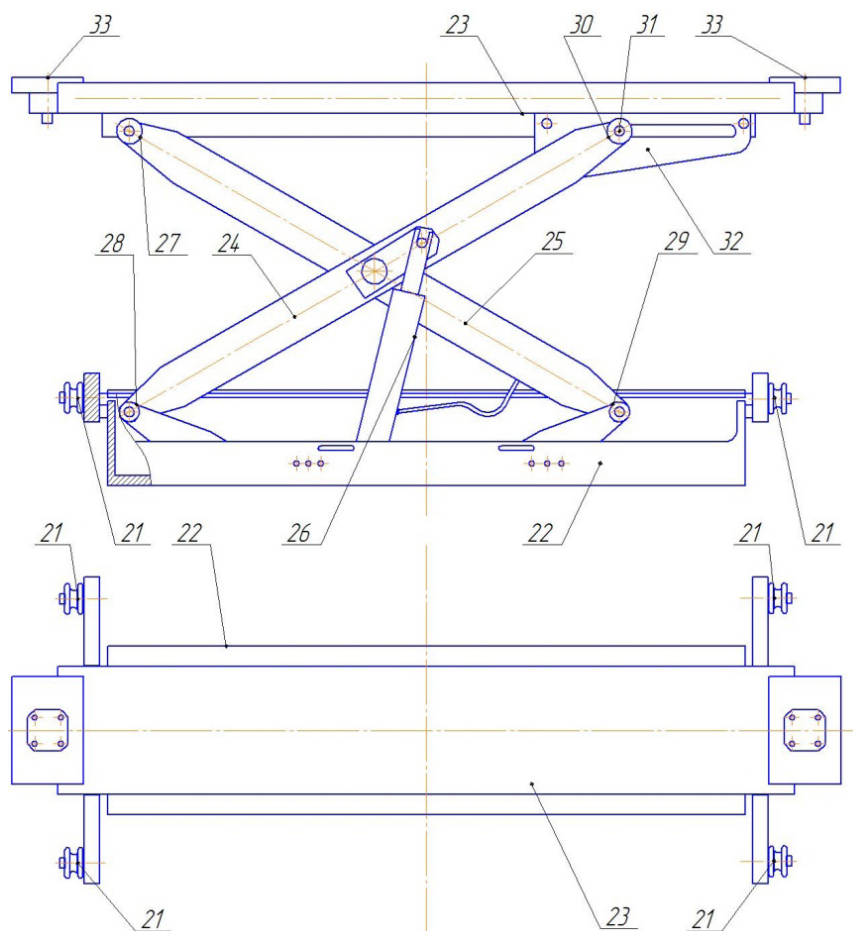
Рис. 2. Стоечный подъемник с рабочими площадками на два места

Работа подъемника балконного типа осуществляется следующим образом. Поднимаемый автомобиль устанавливается на поверхности качения подъемника балконного типа путем заезда своим ходом по трапам до соприкосновения передних колес с перемещающимися упорами, которые обеспечивают заданное фиксированное положение автомобиля.

При нажатии кнопки «Вкл» на пульте управления запускается двигатель, приводящий в действие гидравлический силовой агрегат. Начинается подача рабочей жидкости насосом в гидроцилиндр, где создается давление, необходимое для работы тросовой системы, которая обеспечивает подъем поперечин подъемника параллельно друг другу, вертикально между двумя стойками. Нажав кнопку «Вверх» начинается плавный подъем поперечин при помощи запоров, форма которых позволяет выходить из одного проема и устанавливаться в следующем верхнем проеме предохранительной пластины колонн. Подъем

поперечин осуществляется вместе с поверхностями качения, автомобилем на них, и платформами балконных площадок, с рабочими на них. Въездные трапы, навешанные на поверхности качения, принимают вертикальную позицию при подъеме, блокируя колеса автомобиля с задней стороны. Нажав кнопку «Останов», при достижении необходимой высоты подъема, поверхности качения начинают двигаться вниз. Движение будет остановлено автоматически как только запоры войдут в ближайшие отверстия предохранительных пластин. Срабатывает блокировочная система, благодаря которой поднятый автомобиль удерживается не тросовой системой подъемника, а запорами поперечин в отверстиях предохранительных пластин. Блокировочная система предотвращает несвоевременный спуск поперечин, а также срыв автомобиля и обеспечивает безопасность проведения работ.

При необходимости с помощью гидравлического силового агрегата приводится в дей-



21 – роликовая опора; 22 – основание траверсы; 23 – подвижная грузовая площадка;
24, 25 – ножничная стойка; 26 – силовой гидроцилиндр; 27–30 – концы ножничных стоек;
31 – опора качения; 32 – кронштейн, 33 – раздвижная опорная лапа

Рис. 4. Устройство траверсы подъемника балконного типа



ствие траверса дополнительного подъема, которая установлена между поверхностями качения. Траверсу передвигают по направляющим поверхностям качения с помощью роликовых опор, установленных на основании траверсы под переднюю или заднюю ось автомобиля. Опорные лапы, расположенные на площадке, раздвигаются для попадания к точкам подхвата на автомобиле. Нажатием кнопки «Поднять» на пульте управления включается подача рабочей жидкости через шланг гидравлического силового агрегата, жидкость поступает в гидроцилиндр, который приводит в действие шарнирно связанные ножничные стойки траверсы. Верхний конец одной из стоек перемещается по направляющей кронштейна, тем самым приводя в движение подвижную грузовую площадку. Приподняв автомобиль до необходимого уровня нажимают кнопку «Выкл.трав.» на пульте управления, тем самым прекращая подачу рабочей жидкости в гидроцилиндр. Движение ножничных стоек прекращается, срабатывает предохранительное устройство самопроизвольного опускания. Для опускания грузовой площадки в исходное положение над основанием нажимают кнопку «Опустить» на пульте управления, в гидроцилиндр поступит рабочая жидкость и произойдет обратное движение ножничных стоек. Траверса примет первоначальное положение и сможет снова передвигаться по направляющим между поверхностями качения.

При необходимости спуска автомобиля с подъемника балконного типа необходимо нажать на кнопку «Вверх», произойдет выход запоров из проемов предохранительных пластин колонн и открыть выпускной клапан гидравлического силового агрегата. Обеспечив достаточный зазор для высвобождения запоров (10–15 мм), необходимо нажать на кнопку «Вниз» пульта управления и удерживать ее до полного опускания поперечин подъемника. Рабочая жидкость вытекает из гидроцилиндров под действием веса автомобиля в бак, поверхности качения с автомобилем опускаются в исходное положение. В нижнем положении автомобиль, прошедший обслуживание, выезжает с поверхностей качения «задним ходом» по въездным трапам, которые приняли свое первоначальное положение при соприкосновении с полом.

Выводы

В процессе конструирования подъемника балконного типа были выявлены его преимущества:

- небольшое энергопотребление, большая грузоподъемность;
- возможность использования для работ по проверке и регулировке развал-схождения, благодаря горизонтальной платформе;
- высокая производительность работ, по сравнению с осмотровыми канавами и подъемниками без балконов;
- повышение эффективности ремонтных работ при помощи установленной траверсы, которая облегчает доступ к нужной части автомобиля при его техническом обслуживании.

Дальнейшее усовершенствование конструкции подъемника балконного типа позволит вывести технологии ремонта транспортных средств на новые уровни.

Список литературы

1. Туревский И. С. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей : учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2007. 432 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник / Е. С. Кузнецов [и др.]. М. : Наука, 2004. 535 с.
3. Крамаренко Г. В. Техническое обслуживание автомобилей. М. : Транспорт, 1968. 400 с.
4. Гусев Г. А., Абрамкин В. А. Оптимизация использования платформенного четырехстоечного автомобильного подъемника // Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова. 2015. Т. 3. № 4-1. С. 180–184.
5. Афанасьев Л. Л., Колясинский Б. С., Маслов А. А. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей: альбом чертежей. М. : Транспорт, 1969. 192 с.
6. Сарбаев В. И., Селиванов С. С., Коноплев В. Н. Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие. М. : МГИУ, 2003. 284 с.
7. Пат. СССР №1136987, В66F7/02. Устройство для обслуживания транспортного средства ; опубл. 30.01.1985.
8. Lee J.H., Cho J.U. Convergence Technique Study through CAE due to the Shape of Lift for Car // Journal of the Korean Convergence Society. 2015. Vol. 6. № 5. PP. 49–54.
9. Son I. S., Kim C. H., Bae S. H., Lee J. Y. Rescue Lift Development Using Structural Analysis // Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers. 2015. Vol. 14. № 1. PP. 111–116.
10. Cho J. U., Han M. S. Structural Durability Analysis Related to Shape and Direction of Bicycle

Frames // Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers. 2013. Vol. 6. № 22. PP. 969–975.

11. Kang S. S., Lee J. H. Evaluation of Fatigue Life and Structural Analysis for Dish-Type and Spoke-Type Automobile Wheels // Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers. 2011. Vol. 35. № 10. PP. 1315–1321.

12. Фастовцев Г. Ф. Современный автосервис. М. : Знание, 1980.

13. Шахнес М. М. Оборудование для ремонта автомобилей : справочник. М. : Транспорт, 1978.

14. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей : справочник. М. : Транспорт, 1988.

15. Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособ. для техникумов / С. А. Чернавский [и др.]. М. : Машиностроение, 1979. 351 с.

Костюченкова Оксана Николаевна, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Транспортная техника и технологии», АО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина».

E-mail:oxy_uno@mail.ru.

Кожухова Мария Владимировна, магистрант 2 курса, кафедра «Транспортная техника и технологии», АО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина».

E-mail: kozhuhova.mariya@mail.ru.

* * *

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ СПОСОБОМ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ

О. Н. Ларин, С. С. Куков, А. В. Гриценко, К. В. Глемба

По соотношению числа отказов двигателей внутреннего сгорания цилиндропоршневая группа занимает второе место (20 %) после топливной аппаратуры (45 %). Герметичность камер сгорания является одним из важнейших ресурсных параметров технического состояния двигателя. На сегодняшний день в связи с усложнением конструкции двигателей все более актуальным становится применение и разработка новых методов диагностирования ЦПГ. Например, ЦПГ автомобиля с автоматической коробкой передач невозможно продиагностировать с помощью К-69М по утечке воздуха через неплотности. В настоящее время заводы-производители диагностических средств рекомендуют осуществлять контроль герметичности ЦПГ методом динамической компрессии. Однако предлагаемые ими средства диагностирования не обеспечивают заданную скорость развертки осциллограммы динамического давления, отображая ложную информацию. Для возможности проведения достоверных экспериментальных исследований необходимо выбрать датчик давления, блок питания и регистрирующую аппаратуру. Выбор датчика давления марки WIKA OT-01 обосновывается тем, что он полностью соответствовал необходимым для проведения эксперимента характеристикам и точностью. В качестве регистрирующего средства предлагается использовать USB-осциллограф Постоловского с программой «UsbOscilloscope». При проведении эксперимента площадь суммарного износа изменяется от 0,5 мм² до 1,6 мм². Обороты прокрутки коленчатого вала составляли от 100 до 300 мин⁻¹ с шагом 50 мин⁻¹. Выбор шага связан с погрешностью измерений, применяемых при диагностировании средств. Результаты эксперимента представлены при температуре охлаждающей жидкости 20 °С и 90 °С. В результате хронометрирования операций процесса диагностирования общее время диагностирования ЦПГ двигателя безразборным методом для одного автомобиля ГАЗ составляет 36,3 чел.-мин. Срок окупаемости приборного средства 0,2 лет. Экономический эффект от внедрения одного диагностического средства составил 40 508 руб. на один пост в год.

Ключевые слова: двигатель, цилиндропоршневая группа, диагностирование, износ, частота вращения, давление, фаза, осциллограмма давления, режимы, параметры.

По соотношению числа отказов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) цилиндропоршневая группа (ЦПГ) занимает второе место (20 %) после топливной аппаратуры (45 %) [1, 2]. Герметичность камер сгорания является одним из важнейших ресурсных параметров технического состояния двигателя [3, 4]. Цилиндропоршневая группа двигателя работает в наиболее тяжелых условиях: газовая среда, высокая температура, большие циклические нагрузки. При этом происходит интенсивный износ поршневых колец и поверхности тела цилиндра. Вследствие износа падает компрессия в цилиндрах, двигатель теряет мощность,

хуже запускается, увеличивается расход масла и топливных материалов, ухудшаются экологические параметры.

На сегодняшний день в связи с усложнением конструкции двигателей все более актуальным становится применение и разработка новых методов диагностирования ЦПГ.

В настоящее время руководством по техническому обслуживанию двигателей легковых автомобилей, ЦПГ рекомендуют диагностировать, применяя ряд средств [5–9]. Точность и достоверность оценки технического состояния ЦПГ указанными приборами очень низкие.

Цель работы: повышение эффективности диагностирования ЦПГ двигателей внутреннего сгорания способом оценки динамической компрессии.

Теоретические исследования.

Выбор диагностических параметров

Износ ЦПГ значительно влияет на максимальное давление конца сжатия и на положение коленчатого вала двигателя, при котором достигается максимальное давление (фазу максимального давления). Значительная величина изменения значений предполагает их использование в качестве диагностических параметров.

На величину давления конца сжатия и фазу будут влиять в режиме прокрутки вала двигателя стартером: 1) обороты коленчатого вала двигателя; 2) температура охлаждающей жидкости. Диагностические параметры должны иметь максимальную чувствительность к изменению структурных параметров, описывающих техническое состояние ЦПГ и иметь однозначную связь с ними. Для выбора диагностических параметров определим величину коэффициента чувствительности для давления конца сжатия и фазы максимального давления для различных режимов прокрутки.

Коэффициент чувствительности диагностического параметра определяется зависимостью:

$$K = \Delta\P / \Delta S, \quad (1)$$

где $\Delta\P$ – изменение диагностического параметра;
 ΔS – изменение структурного параметра.

Адиабатный процесс будет подчиняться уравнению состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона [10–15]:

$$PV = \mu RT, \quad (2)$$

где P – давление, Па;

V – объем, мм³;

μ – молярная масса вещества;

R – газовая постоянная, Дж/кг;

T – температура, К.

Вычислим изменение давления в зависимости от изменения объема надпоршневого пространства:

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k, \quad (3)$$

где P_1 – давление в начале такта сжатия, Па;

V_1 – объем надпоршневого пространства в начальный момент сжатия, мм³;

V_2 – объем надпоршневого пространства в каждый последующий момент сжатия (через 2 градуса поворота коленчатого вала), мм³;

k – показатель адиабаты для воздуха равен 1,4.

При передаче тепла стенкам цилиндра изменится и значения давления воздуха в цилиндре. Значения давления воздуха в цилиндре вычисляются по следующему уравнению [11, 14, 15]:

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot T_3}{T_2}, \quad (4)$$

где P_3 – давление в цилиндре с учетом передачи тепла стенкам цилиндра, Па;

T_2 – температуры в камере сгорания без учета теплообмена, К;

T_3 – температура воздуха в цилиндре при передаче тепла стенкам цилиндра, К.

Примем, что в результате утечки происходит адиабатное расширение воздуха в цилиндре на величину ΔV , тогда давление в результате расширения воздуха определим по уравнению:

$$P_4 = P_3 \cdot \left(\frac{V_2}{V_2 + \Delta V} \right)^k, \quad (5)$$

где ΔV – объем воздуха, просочившегося через зазоры ЦПГ, при повороте коленчатого вала на 2 градуса, мм³.

Методика исследований

Для возможности проведения экспериментальных исследований необходимо выбрать датчик давления, блок питания и регистрирующую аппаратуру. Выбор датчика давления марки WIKA OT-01 обосновывается тем, что он полностью соответствует необходимым для проведения эксперимента характеристикам и точностью [6, 7].

Характеристики датчика: диапазон давления: от 0 до 16 бар; давление перегрузки: в 1,5 раза; точность: $\pm 0,25\%$; $\pm 0,5\%$; температура смещения нуля: $0,03\%$; диапазон термокомпенсации: 0–50 °С; температура эксплуатации: от –30 до 120 °С; источник питания: 15–30 В постоянного тока; входной сигнал 4–20 мА; подключение двухпроводное.

Датчик давления необходимо питать блоком питания 20 В. Для этого специально был разработан источник питания. Схема блока питания включает в себя трансформатор 36 В, конденсатор, сопротивление 140 Ом и стабилизатор модели Д816А.

В качестве регистрирующего средства использовался USB-осциллограф Постоловского с программой «UsbOscilloscope» [5].



Рис. 1. Датчик давления, вкрученный в свечное отверстие цилиндра двигателя ЗМЗ-4062

Результаты экспериментальных исследований

Вычислим коэффициент чувствительности максимального давления для двух значений площади суммарного износа: 0,5 мм² и 1,6 мм². Проведем измерение величины изменения давления при оборотах прокрутки вала от 100 до 300 мин⁻¹ с шагом 50 мин⁻¹. Выбор шага связан с погрешностью измерений, применяемых при диагностировании диагностических приборов. Результаты измерения величины давления для поршневых колец в холодном двигателе, имеющем температуру охлаждающей жидкости 20 °С представлены в таблице 1, а при температуре охлаждающей жидкости 90 °С – представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты измерения величины давления для поршневых колец в холодном двигателе, имеющем температуру охлаждающей жидкости 20 °С

n , мин ⁻¹	$S = 0,5$ мм ²	$S = 1,6$ мм ²
100	11,55	6,25
150	13,15	8,31
200	14,09	9,77
250	14,7	10,84
300	15,14	11,67

Таблица 3

n , мин ⁻¹	$S = 0,5$ мм ²	$S = 1,6$ мм ²
100	12,39	7,75
150	13,79	9,64
200	14,61	10,94
250	15,14	11,89
300	15,52	12,61

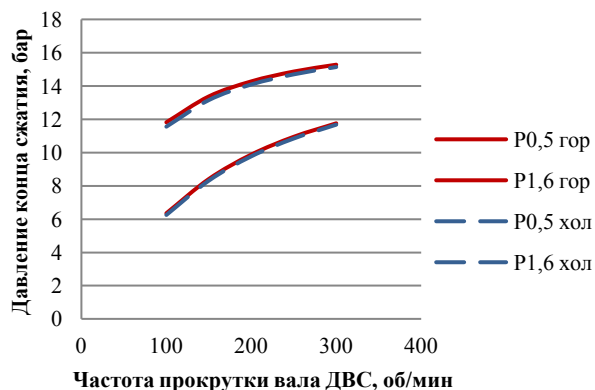


Рис. 2. Изменение давления конца сжатия в зависимости от износа поршневых колец на различных режимах прокрутки стартером и температуре ДВС

Таблица 2 – Результаты измерения величины давления для поршневых колец в холодном двигателе, имеющем температуру охлаждающей жидкости 90 °С

n , мин ⁻¹	$S = 0,5$ мм ²	$S = 1,6$ мм ²
100	11,83	6,35
150	13,38	8,41
200	14,28	9,88
250	14,87	10,95
300	15,28	11,76

Таблица 4

n , мин ⁻¹	$S = 0,5$ мм ²	$S = 1,6$ мм ²
100	12,7	7,9
150	14,04	9,78
200	14,82	11,08
250	15,32	12,01
300	15,67	12,72

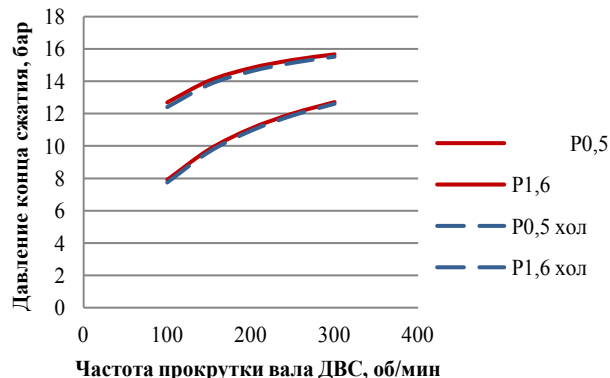


Рис. 3. Изменение давления конца сжатия в зависимости от износа гильзы на различных режимах прокрутки стартером и температуре ДВС

По полученным данным таблиц 1 и 2 строим графики (рис. 2).

Далее экспериментально определили величину давления конца сжатия для аналогичных режимов при износе цилиндров. Результаты вычислений представлены в таблицах 3 и 4.

По данным таблиц 3 и 4 построена зависимость (рис. 3).

Величина изменения структурного параметра ΔS , вызвавшая изменение давления конца сжатия, составляет $1,1 \text{ мм}^2$. Вычислим величину изменения давления ΔP и коэффициента чувствительности для различных режимов прокрутки коленчатого вала двигателя стартером. Результаты представлены в таблицах 5 и 6.

По полученным данным таблиц 5 и 6 построим графики зависимости коэффициента чувствительности давления конца сжатия при износе поршневых колец и цилиндра $S = 1,6 \text{ мм}^2$ на различных оборотах ДВС и температуре (рис. 4 и 5).

Давление, безусловно, является одним из важнейших параметров КПД работы ДВС, который стоит учитывать, но, как оказалось, фаза более чувствительна к изменению технического состояния ЦПГ.

Таблица 5 – Коэффициент чувствительности для различных режимов прокрутки коленчатого вала двигателя стартером при износе поршневых колец $S = 1,6 \text{ мм}^2$

$n, \text{ мин}^{-1}$	Коэффициент чувствительности при 363 К	Коэффициент чувствительности при 293 К
100	4,9	4,8
150	4,5	4,4
200	4,0	3,9
250	3,5	3,5
300	3,2	3,1

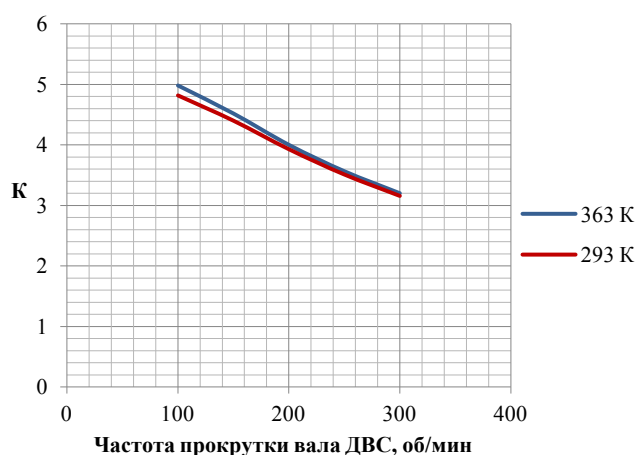


Рис. 4. Коэффициент чувствительности давления конца сжатия при износе поршневых колец $S = 1,6 \text{ мм}^2$ на различных оборотах ДВС и температуре

Определим, как будет смещаться фаза в зависимости от различных режимов диагностирования, и выберем, на каком угле прохождения поршня создается максимальное давление. Для получения более точных значений, шаг контроля сократили до 25 мин^{-1} .

Данные смещения фазы в градусах при различных температурах 20°C и 90°C и износе поршневых колец представлены в таблицах 7 и 8.

По данным таблиц 7 и 8 построим зависимости смещения фазы в градусах при температуре 20°C и 90°C и различном износе поршневых колец.

Величина изменения структурного параметра ΔS , вызвавшая смещение фазы, составляет $1,1 \text{ мм}^2$. Вычислим величину смещения фазы ΔP и коэффициента чувствительности для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером. Результаты представлены в таблице 9.

По полученным данным таблицы 9 построим графики зависимости значения коэффициента чувствительности давления конца сжатия для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером (рис. 7).

Таблица 6 – Коэффициент чувствительности для различных режимов прокрутки коленчатого вала двигателя стартером при износе цилиндра $S = 1,6 \text{ мм}^2$

$n, \text{ мин}^{-1}$	Коэффициент чувствительности при 363 К	Коэффициент чувствительности при 293 К
100	4,3	4,2
150	3,8	3,7
200	3,4	3,3
250	3,0	2,9
300	2,6	2,6

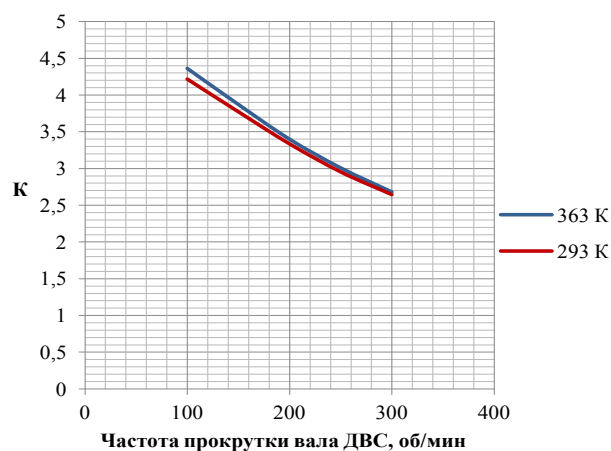
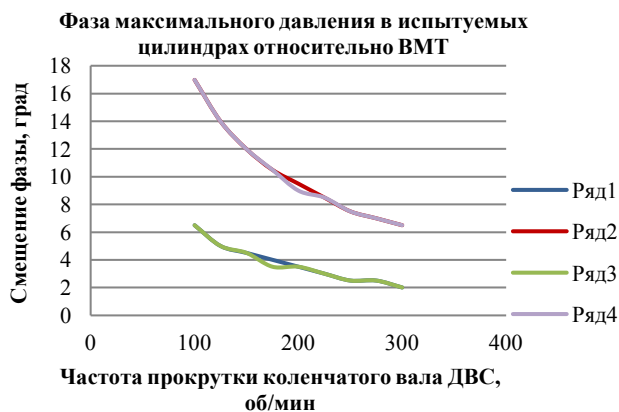


Рис. 5. Коэффициент чувствительности давления конца сжатия при износе цилиндра $S = 1,6 \text{ мм}^2$ на различных оборотах ДВС и температуре



Таблица 7 – Данные смещения фазы в градусах при температуре 20 °С и различном износе поршневых колец

$n, \text{мин}^{-1}$	$S = 0,5 \text{ мм}^2$	$S = 1,6 \text{ мм}^2$
100	6,5	17
125	5	14
150	4,5	12
175	4	10,5
200	3,5	9,5
225	3	8,5
250	2,5	7,5
275	2,5	7
300	2	6,5



Ряд 1 и 3 – смещение фазы в цилиндре с утечкой $S = 0,5 \text{ мм}^2$; ряд 2 и 4 – смещение фазы в изношенном цилиндре с утечкой $S = 1,6 \text{ мм}^2$

Рис. 6. Зависимости смещения фазы в градусах при температуре 20 и 90 °С и различном износе поршневых колец

Таблица 9 – Значения коэффициента чувствительности давления конца сжатия для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером

$n, \text{мин}^{-1}$	Коэффициент чувствительности при 293 К	Коэффициент чувствительности при 363 К
100	9,5	9,5
125	8,1	8,1
150	6,8	6,8
175	5,9	6,3
200	5,4	5,0
225	5,0	5,0
250	4,5	4,5
275	4,0	4,0
300	4,0	4,0

Таблица 8 – Данные смещения фазы в градусах при температуре 90 °С и различном износе поршневых колец

$n, \text{мин}^{-1}$	$P = 0,5 \text{ мм}^2$	$P = 1,6 \text{ мм}^2$
100	6,5	17
125	5	14
150	4,5	12
175	3,5	10,5
200	3,5	9
225	3	8,5
250	2,5	7,5
275	2,5	7
300	2	6,5

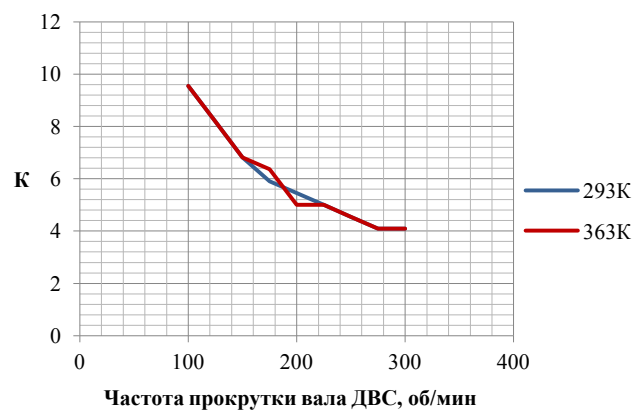


Рис. 7. Графики зависимости значения коэффициента чувствительности давления конца сжатия для различных режимов прокрутки вала двигателя стартером

Выводы

В результате хронометрирования операций процесса диагностирования общее время диагностирования ЦПГ двигателя безразборным методом для одного автомобиля ГАЗ составляет 36,3 чел.-мин. Достоверная оценка технического состояния ЦПГ указанным способом позволяет избежать дорогостоящего ремонта двигателя и свести до минимума простои автомобиля при капитальном и текущем ремонте двигателя, повысить коэффициент технической готовности мобильных машин. За базовый прибор был взят пневмотестер, так как процесс диагностирования при помощи него имеет высокую достоверность и схожие затраты на обслуживание с нашим методом диагностирования, но он обладает большей трудоемкостью. К тому же пневмотестер неприменим на автомобилях с автоматической трансмиссией, в то время как их количество возросло и составляет до 50% согласно данным «автостат» [16]. Приведенные расчеты показали высокую экономическую эффективность разработанного способа

диагностирования ЦПГ и рекомендаций по его использованию в практике диагностирования. Срок окупаемости прибора составляет 0,2 года. Экономический эффект от внедрения одного диагностического средства составил 40 508 руб. на один пост в год [16].

Список литературы

1. Сазонов К. А. Диагностирование цилиндро-поршневой группы двигателей внутренне-го сгорания пневматическим способом при низких рабочих давлениях : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1997. 22 с.
2. Иванов Р. В. Диагностирование ДВС по параметру мощности механических потерь : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2010. 40 с.
3. Понизовский А. Ю. Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы авто-тракторных дизелей по разности расходов воз-духа на впуске и выпуске в пусковом режиме : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2010. 111 с.
4. Пичугин А. И. Повышение эффектив-ности диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильных двигателей путем со-вершенствования методов и средств распо-знавания ее состояний : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Саратов, 2011. 23 с.
5. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с програм-мой USB осциллограф). Режим доступа : http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf.
6. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Ex-perimental Studies of Cylinder Group State During Motoring // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. P. 1188–1191.
7. Плаксин А. М., Гриценко А. В., Глем-ба К. В. Экспериментальные исследования технического состояния цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя старте-ром // *Пром-Инжиниринг : труды II междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «Южно-Ураль-ский государственный университет» (НИУ). Челябинск, 2016. С. 111–113.*
8. Куков С. С., Гриценко А. В. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транс-портных и технологических машин агропро-мышленного комплекса // *АПК России*. 2016. Т. 23. № 2. С. 400–407.
9. Куков С. С., Гриценко А. В., Бакайкин Д. Д. Совершенствование процесса диагностирова-ния цилиндропоршневой группы // *Материалы LV междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. Ч. II. С. 77–82.*
10. Дьяченко В. Г. Теория двигателей вну-треннего сгорания : учебник / пер. с укр. языка. Харьков : ХНАДУ, 2009. 340 с.
11. Обозов А. А., Таричко В. И. Математи-ческое имитационное моделирование рабочего процесса автомобильного ДВС в целях изуче-ния диагностической информации // *Двигателе-строение*. 2013. № 2 (252). С. 21–26.
12. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет ав-томобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высш. шк., 1980. 400 с.
13. Дементий Л. В., Кузнецов А. А., Ме-нафова Ю. В. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче. Краматорск : ДГМА, 2002. 260 с.
14. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theo-retical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. P. 1182–1187.
15. Гриценко А. В., Куков С. С., Глемба К. В. Теоретическое обоснование диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокру-тки двигателя стартером // *Пром-Инжиниринг : труды II междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный уни-верситет» (НИУ). Челябинск, 2016. С. 114–117.*
16. Формирование инвестиционного меха-низма в сфере технического сервиса в сельском хозяйстве : монография / В. И. Черноиванов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Черноиванова. М. : ГОСНИТИ, 2013. 298 с.

Ларин Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Россий-ского института стратегических исследований.

E-mail: larin_on@mail.ru.



Куков Станислав Семенович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: kukov24@mail.ru/

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Глемба Константин Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
E-mail: glemba77@mail.ru.

* * *

УДК 629.3.014.2.032 : 631.431.73

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ КЛАССА 3 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Г. А. Окунев, Н. А. Кузнецов

При оценке эффективности машинно-тракторных агрегатов важную роль играет соответствие энергетических средств экологическим требованиям при выполнении технологических операций. Многократный проход тяжелых машин переуплотняет не только пахотный слой, но и подпахотный горизонт, что затрудняет и ограничивает развитие корневой системы. Выполнение технологических операций может осуществляться различными техническими средствами, отличающимися между собой типом ходовой системы и массой. Возникает необходимость в выборе тракторов, обеспечивающих выполнение комплекса технологических операций с минимальным воздействием движителей на почву. Этот показатель характеризует экологическое соответствие тракторов при выполнении технологических операций. Основным направлением, позволяющим выравнять сезонность полевых работ, является использование универсального комплекса машин. Колесные тракторы по отношению к гусеничным более универсальные. Применение колесных тракторов на полевых работах сдерживается из-за высокого удельного давления движителей на почву. Площадь пятна контакта колеса с почвой определяет удельное давление трактора на почву. Площадь пятна контакта колеса с почвой зависит от агрофона, диаметра и ширины колеса. На основании исследований были смоделированы зависимости удельного давления трактора ХТЗ-150К-09 на почву от различной ширины и диаметра колесных движителей с учетом различного давления воздуха в шинах. Установленные зависимости показали возможность использования трактора ХТЗ-150К-09 на шинах низкого давления 23,1R26, обеспечивающие удельное давление на почву 50 кПа при давлении воздуха в шинах 80 кПа.

Ключевые слова: трактор, масса, ширина, диаметр, колесо, давление, почва, работа, плотность, оценка.

В настоящее время при оценке эффективности машинно-тракторных агрегатов важную роль играет соответствие энергетических средств экологическим требованиям при выполнении технологических операций [1, 2, 15–18].

В процессе выполнения технологических операций наблюдается уплотняющее воздействие движителей агрегатов на почву. В результате разрушается ее структура, возрастает эрозийная деградация пахотного горизонта, образуется, так называемая, плужная подошва, ограничивающая процесс накопления и отдачи влаги подпахотного слоя. При этом нарушается микрофлора, например, в пахотном слое прак-

тически исчезли дождевые черви, способствующие поддержанию структуры почвы и каналов в ней, необходимых для обеспечения режима питания корневой системы растений влагой и воздухом. Многократный проход тяжелых машин переуплотняет не только пахотный слой, но и подпахотный горизонт, что затрудняет и ограничивает развитие корневой системы. В результате возрастает удельное сопротивление почвы при обработке [3–5].

Исследования многих авторов показывают, что за последние 30 лет удельное сопротивление почвы возросло не менее чем на 25...30%. А повторяющиеся воздействия движителей ма-



шин обуславливают выраженную неравномерность плотности пахотного слоя со всеми вытекающими негативными последствиями.

Выполнение технологических операций может осуществляться различными техническими средствами, отличающимися между собой типом ходовой системы и массой. В результате возникает необходимость в выборе тракторов обеспечивающих выполнение комплекса технологических операций с минимальным воздействием движителей на почву. Этот показатель характеризует экологическое соответствие тракторов при выполнении технологических операций.

В процессе возделывания сельскохозяйственных культур наблюдается выраженная сезонность производства, которая обуславливает неравномерную загрузку техники в течение года и, как следствие, увеличение затрат. Следует отметить, что основным направлением, позволяющим выравнять сезонность полевых работ, является поточно-цикловой метод, который основан на последовательном выполнении нескольких циклов полевых работ [6, 19, 20]. Вторым направлением является использование универсального комплекса машин, способных выполнять различные технологические операции в течение сезона полевых работ [7, 8, 21, 22, 23]. Использование данного комплекса позволяет не только упорядочить загрузку механизаторов в течение года, но и уменьшить номенклатуру парка тракторов. Колесные тракторы по отношению к гусеничным более универсальны, так как могут, кроме полевых работ, выполнять еще и транспортные работы. Однако применение колесных тракторов на полевых работах сдерживается из-за высокого удельного давления движителей на почву, особенно в весенний период полевых работ, когда почва легко поддается деформации. В результате для выполнения весеннего цикла полевых работ хозяйства вынуждены приобретать гусеничные тракторы как соответствующие допустимому уровню воздействия на почву [9, 10, 11, 24, 25, 26, 27, 28].

Задачей совершенствования колесных тракторов является в приближении их технических характеристик к допустимым экологическим требованиям при выполнении полевых работ прежде всего весеннего периода.

Удельное давление единичного колесного движителя трактора на почву можно представить следующей зависимостью, кПа:

$$q_i = q_{\max i} \cos\left(\frac{\pi x}{L_k}\right), \quad (1)$$

где $q_{\max i}$ – максимальное удельное давление на почву, кПа;

x – переменная величина длины пятна контакта колеса с почвой, находящаяся в диапазоне от $-L_k/2$ до $L_k/2$, м;

L_k – длина пятна контакта с почвой, м.

Рассмотрим процесс качения колесного движителя по деформируемому грунту, с учетом его нагружения (рис. 1).

Из представленного рисунка видно, что длину площади пятна контакта колеса с деформируемым грунтом можно представить в виде:

$$L_k = 2mtg\left(\arccos\frac{m}{r_0}\right), \quad (2)$$

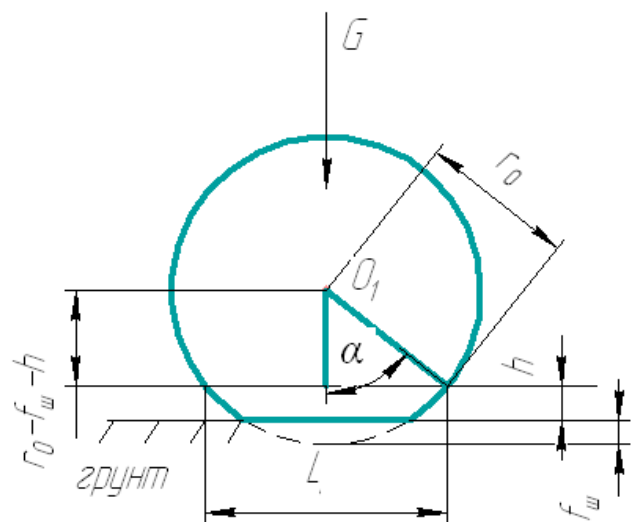
где m – параметр ($m = r_0 - h - f_{\text{ш}}$), отражающий деформацию шины и почвы, м.

Предположим равномерное распределение удельного давления по проекции площади пятна контакта колеса с почвой. Тогда с учетом вышеизложенного удельное давление на почву можно рассматривать как среднее и выразить следующим образом:

$$q_i = \frac{m_k(b, D)gn_k + \alpha_i m_{\text{тр}}g}{b \cdot 2mtg\left(\arccos\frac{m}{r_0}\right)}, \quad (3)$$

где m_k – масса колеса, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;



G – нагрузка на колесо, кН; r_0 – свободный радиус качения, м; h – глубина следа, м; $f_{\text{ш}}$ – радиальная деформация шины, м; α – половина угла контакта колеса с почвой, град.

Рис. 1. Процесс движения колеса по деформируемому грунту

n_k – количество колес на единичном движителе, шт.;

α_i – коэффициент, учитывающий распределение масс в тракторе;

$m_{тр}$ – масса трактора, кг;

b – ширина площади пятна контакта, м;

D – диаметр колеса, м.

Из представленной зависимости видно, что приблизить удельное давление колесных тракторов к допустимому значению, равному 50 кПа, при наименьшей влагоемкости почвы (НВ) можно за счет уменьшения массы трактора и увеличения площади пятна контакта колеса с почвой. Одним из рациональных направлений является увеличение площади контакта, так как уменьшение массы тракторов связано с ухудшением их сцепных свойств.

Согласно исследованию, проведенному Д.И. Нарadowым [13], при определении влияния радиальной нагрузки на изменение контурной площади пятна контакта шины на жестком основании были получены следующие формы и размеры колеса, которые представлены на рисунке 2.

Из представленного рисунка видно, что контурная площадь пятна контакта колеса, установленного для трактора класса тяги 0,2 «Уралец» с жестким основанием, зависит от радиальной нагрузки и имеет форму прямоугольника с определенной длиной и шириной.

Из представленной зависимости (3) видно, что с увеличением ширины и диаметра колеса снижается удельное давление на почву вследствие увеличения площади пятна контакта колеса с почвой. Расчеты показывают, что ширина колеса по отношению к диаметру существенно

изменяет удельное давление трактора на почву, независимо от давления воздуха в шинах. К примеру, из рисунка 3 а видно, что при ширине колеса $B_{ш} = 0,540$ м и диаметре $D = 1,4$ м удельное давление трактора на почву составило 63,2 кПа. С увеличением диаметра колеса до $D = 1,8$ м давление на почву снизилось до 58,6 кПа. При увеличении ширины колеса с $B_{ш} = 0,540$ м до $B_{ш} = 0,74$ м удельное давление на почву снизилось до 48,9 кПа. Из этого следует, что увеличение диаметра колеса на 22 % уменьшает удельное давление на почву на 7,3 %, при увеличении ширины колеса на 27 % удельное давление на почву снижает на 23 %.

Изменение внутреннего давления воздуха в шинах также изменяет удельное давление трактора на почву. Данную закономерность можно проследить на примере контурных графиков, которые представлены на рисунке 3.

Из полученных данных видно, что с уменьшением давления воздуха в шинах уменьшается удельное давление трактора на почву, что говорит о существенном влиянии этого показателя на данную величину. Так, при постоянных параметрах движителей трактор ХТЗ-150К-09 с колесами шириной $B = 540$ мм и диаметром $D = 1400$ мм, при давлении воздуха в шине 160 кПа создается удельное давление на почву 67,8 кПа. С уменьшением давления воздуха в шинах до 120 кПа удельное давление на почву составляет 63,2 кПа и при давлении воздуха в шинах 80 кПа – 56,1 кПа.

Из контурного графика на рисунке 3 б видно, что в интервале диаметра колес 1000–1800 мм при давлении воздуха в шинах 160 кПа рациональным диапазоном ширины колесного движителя для трактора ХТЗ-150К-09, обеспечивающего его экологическое соответствие при выполнении полевых работ, является величина $B_{ш} = 720–850$ мм.

Представленные данные графиков 3 а и 3 в показывают, что в диапазоне диаметра колес 1000–1800 мм рациональной шириной колеса при давлении воздуха в шинах 120 кПа является значение в интервале $B_{ш} = 650–790$ мм. Соответственно, при давлении воздуха в шинах 80 кПа: ширина колеса $B_{ш} = 560–680$ мм.

На основании полученных рациональных значений параметров колес к трактору ХТЗ-150К-09 видно, что исходя из существующих типов колесных движителей для тракторов общего назначения наиболее близкие значения, удовлетворяющие допустимому удельному давлению трактора ХТЗ-150К-09 на почву являются

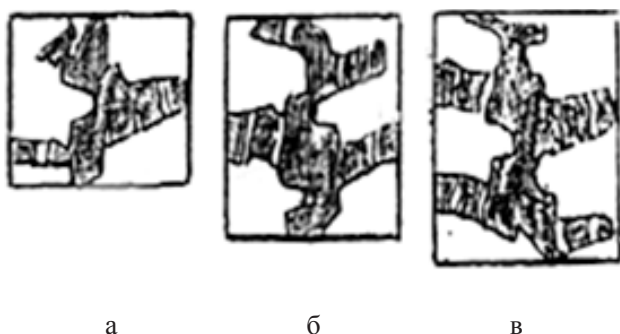


Рис. 2. Форма и размер контурной площади пятна контакта в зависимости от нагрузки на жестком основании при давлении воздуха в шине $P_w = 160$ кПа:

а – нагрузка 900 кг ($L = 94$ мм, $B = 115$ мм);

б – нагрузка 1394 кг ($L = 118$ мм, $B = 115$ мм);

в – нагрузка 2921 кг ($L = 124$ мм, $B = 115$ мм)



ся колеса 21,3R24 в сдвоенном варианте и шина низкого давления 23,1R26.

С целью оценки вариантного сравнения удельного давления на почву трактора ХТЗ-150К-09 с колесами 21,3R24 и 23,1R26 был выполнен расчет среднего удельного давления движителей на почву при различном давлении воздуха в шинах, который представлен в таблице 1.

Полученные данные о влиянии внутреннего давления воздуха в шинах и типа колеса на изменение удельного давления на почву показывают, что применение сдвоенных колес 21,3R24 при различном давлении воздуха в шинах обеспечивает его экологическую совместимость при выполнении полевых работ. Это подтверждается в работе [12] авторами О.Л. Уткин-Любовцов и др. (НАТИ), где показано, что трактор Т-150К на сдвоенных колесах 21,3R24 с полной массой 8500 кг создает давле-

ние на почву 35 кПа. Применение шины низкого давления 23,1R26 обеспечивает допустимое воздействие на почву при давлении воздуха в шинах 80–100 кПа.

Таким образом, из рассматриваемых типов колес, применяемых на тракторе ХТЗ-150К-09, наиболее рациональным вариантом с позиции его экологической совместимости при выполнении весеннее полевых работ является шина низкого давления 23,1R26. К тому же применение спаренных колес сопровождается дополнительными затратами, связанными с изготовлением и монтажом на трактор, что предопределяет эффективность использования одинарных колес, обеспечивающих выполнение полевых работ с допустимым воздействием на почву, что необходимо учитывать при создании колесного трактора класса 3 отечественного производства.

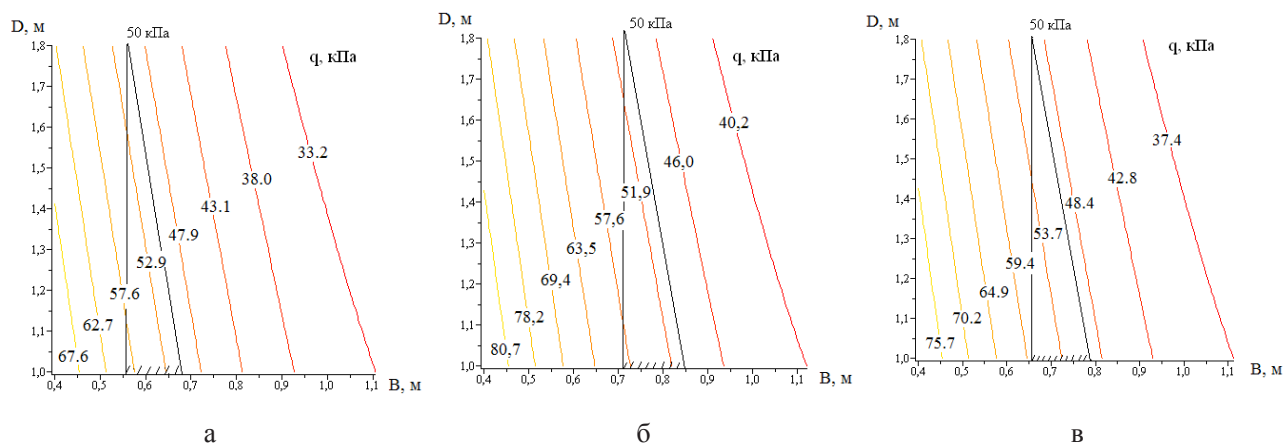


Рис. 3. Определение параметров колес к трактору ХТЗ-150К-09, соответствующих допустимому удельному давлению на почву при давлении воздуха в шинах: а – 120 кПа; б – 160 кПа; в – 80 кПа

Таблица 1 – Расчетные удельные давления на почву трактора ХТЗ-150К-09

Размер колес	Давление воздуха в шинах, P_w , кПа	Ширина B , мм	Диаметр D , м	Масса, M , кг	Площадь пятна контакта, F , м ²	Давление колес, на почву q , кПа
21,3R24(4)	160	540	1400	7980	0,382	65,4
21,3R24(8)		1080	1400	8980	0,684	40,2
23,1R26		587	1605	8100	0,43	58,8
21,3R24(4)	140	540	1400	7980	0,394	63,4
21,3R24(8)		1080	1400	8980	0,707	38,9
23,1R26		587	1605	8100	0,44	56,9
21,3R24(4)	120	540	1400	7980	0,41	61
21,3R24(8)		1080	1400	8980	0,737	37,3
23,1R26		585	1605	8100	0,462	54,7
21,3R24(4)	100	540	1400	7980	0,432	57,81
21,3R24(8)		1080	1400	8980	0,778	35,3
23,1R26		587	1605	8100	0,487	51,9
23,1R26	80	587	1605	8100	0,522	48,4

Для оценки влияния типоразмера шин трактора ХТЗ-150К-09 с колесами 21,3R24 и 23,1R26 на уплотняющее воздействие почвы были проведены производственные опыты по определению плотности и твердости почвы на фоне обработанного пара (таблицы 2, 3).

Вывод

Из представленных опытных данных полученных в результате определения агрофизических показателей почвы фона обработанного парового поля видно, что при использовании трактора ХТЗ-150К-09 на шинах низкого давления 23,1R26 с давлением воздуха в шинах 80кПа снижается плотность и твердость по слоям почвы в сравнении с одинарными колесами 21,3 R24, что позволяет его задействовать на комплексе весенних полевых работ.

Список литературы

1. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А. Последствия влияния на почву тракторов среднего класса при оценке эффективности их использования // АПК России. 2016. Т. 75. № 1. С. 53–59.
2. 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. 2013. Вып. 1(36). С. 51–56.
3. Азаров Н. К., Казанков Л. Б. Деформация почвы ходовыми системами различных движителей. Проблемы интенсификации по-

чвозащитного земледелия // Тр. ВАСХНИЛ. Целиноград, 1992. С. 145–151.

4. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Бражников А. А. Воздействие машинных агрегатов на почву и тенденции формирования машинно-тракторного парка // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 69. С. 51–54.

5. Окунев Г. А., Кузнецов Н. А., Бражников А. А. Обоснование давления воздуха в шинах трактора ХТЗ-150К-09 при выполнении полевых работ // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 69. С. 55–58.

6. Шепелев С. Д. Окунев Г. А. Проектирование поточных линий на уборке урожая : монография. Челябинск, 2006. С. 161.

7. Окунев Г. А., Рахимов Р. С. Совершенствование механизации земледелия на базе универсального трактора РТ-М-160 с комплексом машин многоцелевого назначения // Вестник ЧГАА. 2011. Т. 59. С. 53–57.

8. Эксплуатационно-технологические показатели тракторов общего назначения : монография / Г. А. Окунев, С. Д. Шепелев, Н. А. Кузнецов, В. Л. Астафьев. Челябинск, 2014. 184 с.

9. 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.

10. Окунев Г. А. Особенности технического переоснащения хозяйств // Сельский механизатор. 2014. № 11. С. 24–25.

11. Окунев Г. А., Ружьев Л. Л. Техническое переоснащение производства, поиск эффективных вариантов // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 70. С. 108–115.

Таблица 2 – Показатели плотности почвы по следу тракторов, г/см³

Марка трактора	Марка шины	Влажность почвы, %			
		14,4	22,1	23,7	24,1
		Слой почвы, см			
		0...5	5...10	10...15	15...20
К-744РЗ	30,5 R 32	1,15	1,17	1,19	1,22
ХТЗ-159К-09(4)	21,3R24	1,03	1,09	1,12	1,15
ХТЗ-159К-09(4)	23,1R26	0,98	1,06	1,09	1,13
ХТЗ-159К-09(8)	21,3R24	0,91	1,02	1,04	1,08
Вне колеи	–	0,78	0,97	1,04	1,08

Таблица 3 – Показатели твердости почвы по следу тракторов, МПа

Марка трактора	Марка шины	Влажность почвы по соответствующим слоям почвы, %			
		14,4	22,1	23,7	24,1
		Слой почвы, см			
		0...5	5...10	10...15	15...20
К-744РЗ	30,5 R 32	2,1	2,9	3,1	3,5
ХТЗ-159К-09(4)	21,3R24	1,84	2,6	2,8	3,2
ХТЗ-159К-09(4)	23,1R26	1,76	2,4	2,6	3
ХТЗ-159К-09(8)	21,3R24	1,4	2	2,2	2,5
Вне колеи	–	0,41	0,79	0,96	1,2



12. Уткин-Любовцов О. Л., Шабаров А. А., Ляско М. И. Оценка сдвигания колес тракторов классов 30 и 50 кН по некоторым показателям // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1980. № 3.

13. Нарadowый Д. И. Повышение эффективности тракторного транспортного агрегата на базе трактора кл. 0,2 «Уралец» в сельскохозяйственном производстве совершенствовани-ем его схемы и параметров : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2014.

14. Русанов В. А. Основные положения, использованные при разработке ГОСТов по нормам и методам оценки воздействия движителей на почву (ГОСТ 26955-86, 29953-86 и 26954-86) // Воздействие движителей на почву. ВИМ : сб. научных трудов. Т. 118. С. 6–45.

15. 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.

16. Brunotte J., Sommer C., Isensee E., Weiskopf P. Der Boden unter Druck // Landtechnik. 2005. Vol. 60. N 3. P. 150–151. Нем.

17. Peth S., Horn R. Zur Abschätzung von Bodenspannungen unter landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen // Landtechnik. 2004. Vol. 59. № 5. P. 268–269. Нем.

18. Holtkemeyer V. Messung der Reifenverformung bei verschiedenen Radlasten und Luftdrücken // Landtechnik. 2005. Jg. 60. № 2. S. 76–79. Нем.

19. Окунев Г. А., Рахимов И. Р., Кузнецов Н. А. Тенденции развития механизированных процессов в земледелии // АПК России. 2014. Т. 68. С. 53–59.

20. 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.

21. 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.

22. Прядкин В. И., Годжаев З. А. Мобильные энергосредства сельскохозяйственного назначения на шинах сверхнизкого давления // Технология колесных и гусеничных машин. 2014. № 6. С. 33–39.

23. 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.

24. Демидков А. Н. Сравнение колесных и гусеничных тракторов по технико-экономическим и почвенно-экологическим показателям. Повышение эффективности работы сельскохозяйственных тракторов и их двигателей // Сборник научных трудов ЧГАУ. Челябинск : ЧГАУ, 1991. С. 4–8.

25. Докин Б. Д., Елкин О. В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2015. № 1. С. 18–22.

26. 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.

27. Астафьев В. Л., Бобков С. И., Плохотенко М. А. Обоснование тракторного парка для условий Северного Казахстана // АПК России. 2013. Т. 65. С. 56–60.

28. Астафьев В. Л., Бобков С. И., Плохотенко М. А. Обоснование тяговых классов тракторов на посеве и основной обработке почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в Северном Казахстане // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 4 (8). С. 18–20.

Окунев Геннадий Андреевич, д-р техн. наук, профессор, кафедра «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 «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

* * *

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ МОДУЛЕЙ КОМБИНИРОВАННОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

И. Р. Рахимов, А. Н. Галимов, А. В. Саплин, Б. М. Губайдуллин

Обоснованы рациональные параметры ширины захвата модуля, ширина междурядья, количество рабочих органов, расстояние между рядами рабочих органов и количество рядов рабочих органов. С учетом этих параметров разработана конструктивная схема модуля орудия и всего орудия. Зная условия работы орудия (глубина обработки, удельное сопротивление почвы), получены аналитические зависимости по определению сил, действующих на рабочие органы и опорные колеса модуля, а также тягового сопротивления модуля. Для определения рациональных параметров модуля и механизма навешивания модуля к раме орудия составлено уравнение равновесия модуля относительно мгновенного центра вращения и получена зависимость для определения реакции почвы на опорные колеса, при допустимых значениях которого согласно агротехническим требованиям оцениваются их рациональные параметры. Исследования по полученным формулам проведены при определенных пределах изменения исходных параметров. Анализ полученных данных позволил установить рациональные параметры модуля и механизма навешивания модуля к раме орудия. Они составляют: расстояние от точки присоединения нижних продольных тяг к раме орудия до точки опоры колеса, до центра сопротивления модуля и до центра тяжести модуля – 1,6...1,7 м; расстояние между рядами лап – 0,65 м; высота стойки рабочих органов для лап – 0,65 м, для рыхлителей – 0,75 м; параметры механизма навешивания модуля к раме орудия – 0,35 м, 0,5 м, 0,35 м, 0,55 м при глубине обработки 0,05 м; 0,6 м – при глубине обработки 0,1 м; 0,65 м при глубине обработки 0,1...0,3 м; сила тяжести модуля – 3...4 кН. Эти данные позволят производителям сельскохозяйственной техники проектировать и выпускать орудия с высокой степенью универсализации.

Ключевые слова: конструктивная схема, комбинированное, универсальное, орудие, сменные модули, рабочие органы, опорные колеса, параметры, механизм навески, тяговое сопротивление.

Вновь создаваемые комбинированные и универсальные орудия со сменными модулями для выполнения различных способов обработки почвы должны отвечать требованиям технологии возделывания сельскохозяйственных культур для конкретных условий работы [1, 8, 9].

Кроме того, эти орудия должны выполнять все элементы технологического процесса работы (транспорт, заглубление, рабочий процесс, выглубление, повороты в положениях дальнего и ближнего транспортирования) с соблюдением агротехнических и энергетических требований [2].

На выполнение этих требований основное влияние оказывает выбранная конструктивная схема орудия и схема навешивания сменных модулей к раме орудия. В связи с этим выбор конструктивной схемы орудия и обоснование параметров сменных модулей и способа их навешивания к раме орудия с целью обеспечения лучших агротехнических показателей к обработке почвы при минимальном тяговом сопротивлении является актуальным при проектировании орудия.

Целью данной работы является обоснование конструктивной схемы и рациональных параметров сменных модулей универсальных орудий.

Материалы и методы

На основе анализа существующих научно-исследовательских работ и наших исследований [3–7, 12] наиболее перспективной является модульная схема широкозахватного культиватора, представленная на рисунке 1.

Основным преимуществом данной схемы является возможность навешивания на раму орудия через механизм навески 5 автосцепкой сменных однотипных модулей 4 с различными типами рабочих органов и опорными колесами 6. Сменные модули для выполнения рекомендованной технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны иметь следующие типы рабочих органов [10, 11]:

– игольчатые зубовые бороны с возможностью регулирования угла атаки в пределах от 15° до 90° для закрытия влаги, мульчирования поверхности поля, равномерного разбрасывания измельченной соломы по поверхности поля с одновременной заделкой семян сорняков в поверхностный слой почвы для прорастания;

– пружинные S-образные рабочие органы с долотообразными или стрелчатыми лапами, глубина обработки – 6–8 см;

– лапы для предпосевной обработки почвы с глубиной обработки 6–8 см;

– лапы с долотом для основной обработки почвы на глубину 12–16 см;

– щелерезы на глубину обработки 16...30 см.

Сменные подпружиненные катки 7 крепятся к основной раме орудия и имеют следующее конструктивное исполнение:

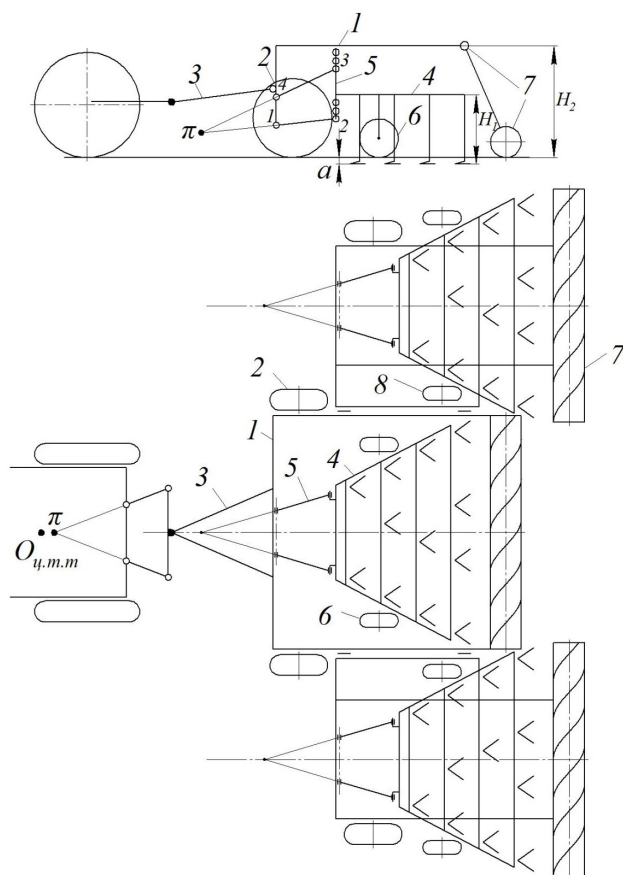
– прутковые катки одинарного или двойного исполнения для предпосевной обработки почвы с мульчированием поверхности поля с различными типами прутков для разных типов почвы;

– катки для интенсивного рыхления при основной обработке почвы;

– при неровном рельефе поверхности поля впереди катков дополнительно устанавливаются выравниватели.

Конструктивные параметры модуля культиватора оказывают существенное влияние на качественные и энергетические показатели работы всего орудия. Поэтому обоснование рациональных параметров модуля является первостепенной задачей при проектировании нового орудия. На основе ранее проведенных исследований [2–7, 13] установлено, что ширина захвата модуля, находящаяся в пределах 2,1–2,9 м, имеет лучшую устойчивость хода орудия по глубине обработки и меньшие колебания величины тягового сопротивления. При разработке универсальных сменных модулей необходимо учитывать возможность использования их как сменного модуля при создании почвообрабатывающего посевного агрегата для посева зерновых культур.

В зоне Южного Урала рациональное значение междурядья составляет $b' = 0,21$ м. На основе проведенных исследований [8, 11] установлено, что при такой ширине междурядья количество рядов рабочих органов, исключаящих возможность забивания растительных остатков и соломы между рабочими органами, равняется четырем. На пневматических



- 1 – основная рама; 2 – опорные колеса орудия;
3 – прицепное устройство; 4 – сменные модули с различными типами рабочих органов;
5 – механизм навешивания модулей; 6 – опорные колеса модулей; 7 – сменные катки или бороны;
8 – шарнирная связь между секциями; H_1 – высота стойки рабочих органов, м; H_2 – расстояние от поверхности поля до рамы орудия, м; a – глубина обработки, м; π – мгновенного центра вращения орудия; ц.т.т. – центр тяжести трактора

Рис. 1. Конструктивная схема комбинированного универсального орудия

сеялках используются распределители потока семян, которые распределяют семена на 6, 9, 12, 16, 24, 32 и т.д. сошников. Тогда для обеспечения ширины захвата модуля в указанных выше пределах (2,1...2,9 м) необходимо установить на модуль 12 рабочих органов. При этом ширина захвата модуля составляет $B = 2,52$ м. Тогда конструктивная схема модуля культиватора имеет вид, представленный на рисунке 2.

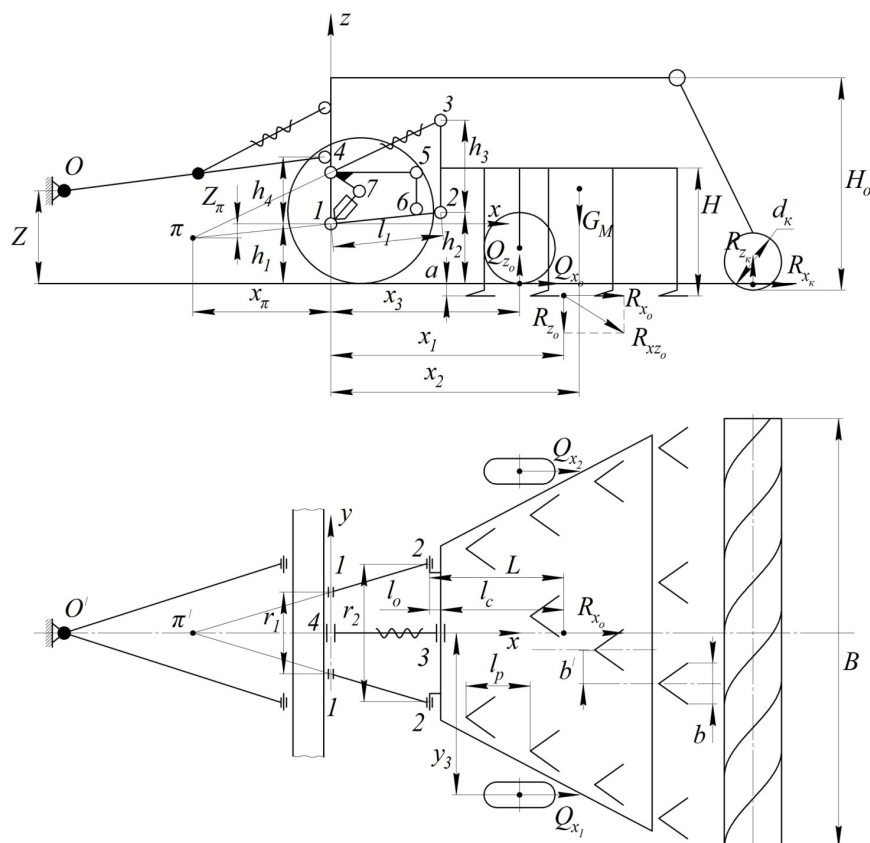
В процессе работы на каждый рабочий орган культиватора действуют силы R_{xi} и R_{zi} . Сум-

марное среднее значение этих сил составляет $R_{x0} = \sum_{i=1}^n R_{xi}$ и $R_{z0} = \sum_{i=1}^n R_{zi}$, где n – количество рабочих органов на раме орудия.

Значение силы R_{x0} , кН, определяется по формуле:

$$R_{x0} = kab'n, \quad (1)$$

где k – удельное сопротивление почвы, кН/м²;
 a – глубина обработки, м;



h_1 – высота крепления нижних продольных тяг к раме орудия, м; h_2 – высота крепления нижних продольных тяг к раме модуля, м; h_3 – расстояние между верхней и нижними точками крепления тяг к раме модуля вдоль оси z , м; h_4 – расстояние между верхней и нижними точками крепления тяг к раме орудия вдоль оси z , м; H_0 – высота рамы модуля до уплотненной катком поверхности поля, м; B – ширина захвата модуля, м; b – ширина захвата лапы, м; x_1 – расстояние от присоединительного пальца до центра сопротивления модуля, м; x_2 – расстояние от присоединительного пальца до центра тяжести модуля, м; x_3 – расстояние от присоединительного пальца до вертикальной составляющей реакции опорного колеса, м; x_π и z_π – координаты мгновенного центра вращения, выражающиеся через параметры навески, м; d_k – диаметр прикатывающего катка, м; G_M – сила тяжести модуля, кН; R_{x0} и R_{z0} – горизонтальная и вертикальная составляющие силы R_{x0} , действующей на рабочий орган, кН; Q_{x1} , Q_{x2} , Q_{z1} , Q_{z2} – горизонтальные и вертикальные составляющие реакций связей, действующих на опорные колеса, кН; r_1 – расстояние между точками крепления продольных тяг на раме орудия, м; r_2 – расстояние между точками крепления продольных тяг на раме модуля, м; l_0 – расстояние между верхней и нижними точками крепления вдоль оси x , м; l_p – расстояние между рабочими органами вдоль оси x , м; L – расстояние от точки крепления нижних продольных тяг до условного среднего рабочего органа вдоль оси x , м

Рисунок 2. Конструктивная схема модуля культиватора



b' – расстояние между следами рабочих органов по ходу движения, м;

$$b' = b - \Delta b,$$

где b – ширина захвата лапы, м;

Δb – величина перекрытия лап, м; для культиваторов $\Delta b = 0,03$ м.

Величина силы R_{x0} , кН, определяется по формуле:

$$R_{x0} = \delta R_{x0}, \quad (2)$$

где δ – коэффициент пропорциональности, зависит от свойств почвы и глубины обработки;

$\delta = \pm 0,2$ – для культиваторных лап;

$\delta = 0,1 \dots 0,4$ – для рыхлительных рабочих органов.

Под действием силы тяжести модуля G_m , кН, и сил R_{x0} и R_{z0} рабочие органы заглубляются в почву, и на опорных колесах возникают горизонтальные Q_{x1} и Q_{x2} , кН, и вертикальные Q_{z1} и Q_{z2} , кН составляющие реакции.

Обозначим $Q_{x0} = Q_{x1} + Q_{x2}$ и $Q_{z0} = Q_{z1} + Q_{z2}$, причем

$$Q_{x0} = \mu Q_{z0}, \quad (3)$$

где μ – коэффициент сопротивления перекатыванию колеса, $\mu = 0,1 \dots 0,3$.

Тогда тяговые составляющие модуля P_x и P_z , кН,

$$P_x = R_{x0} + Q_{x0} \text{ и } P_z = R_{z0} + Q_{z0}. \quad (4)$$

Для определения реакции на опорные колеса модуля составим уравнение моментов относительно мгновенного центра вращения орудия π :

$$\sum M_\pi = -R_{x0}(x_1 + x_\pi) - G_m(x_2 + x_\pi) + Q_{z0}(x_3 + x_\pi) + Q_{x0}(h_1 - z_\pi) + R_{x0}\left(\frac{a}{2} + h_1 - z_\pi\right) = 0, \quad (5)$$

где x_π и z_π – координаты мгновенного центра вращения, выражающиеся через параметры навески, м;

$$x_\pi = \frac{h_4}{h_3 - h_4} \sqrt{l^2 - (h_2 - a - h_1)^2},$$

$$z_\pi = \frac{h_4(h_2 - a - h_1)}{h_3 - h_4}. \quad (6)$$

Из уравнения (5) выразим Q_{z0} , кН:

$$Q_{z0} = \frac{\left(G_m(x_2 + x_\pi) - \left[-kab'n \left[\frac{a}{2} + h_1 - z_\pi - \delta(x_1 + x_\pi) \right] \right] \right)}{x_3 + x_\pi + \mu(h_1 - z_\pi)}. \quad (7)$$

При известном Q_{z0} при различных параметрах модуля орудия, свойств почвы и глубины обработки можно определить P_x и P_z по формуле (4).

Для выбора рациональных параметров модуля и механизма навешивания модуля согласно расчетной схеме (рис. 2) выбраны следующие исходные данные для расчетов (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные для предварительных расчетов

№ п/п	Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Значение показателя
1	Сила тяжести модуля	G_m	кН	2...6
2	Координата центра тяжести модуля	x^m	м	1...2,2
3	Удельное сопротивление почвы	k	кН/м ²	15...50
4	Глубина обработки рабочих органов	a	м	0,05...0,3
5	Ширина междурядья	b'	м	0,21
6	Количество рабочих органов	n	шт.	12
7	Высота крепления нижних продольных тяг к раме орудия	h_1	м	0,15...0,35
8	Высота крепления нижних продольных тяг к раме модуля	h_2	м	0,4...1,0
9	Расстояние между верхней и нижними точками крепления тяг к раме модуля	h_3	м	0,4...0,7
10	Расстояние между верхней и нижними точками крепления тяг к раме орудия	h_4	м	0,3...0,5
11	Длина нижних продольных тяг	l_1	м	0,5...1,0
12	Расстояние от присоединительного пальца до центра сопротивления модуля	x_1	м	1...2,2
13	Расстояние от оси подвеса до точки опоры колес	x_3	м	0,7...2,2
14	Коэффициент сопротивления перекатыванию колес	μ		0,1...0,2
15	Коэффициент пропорциональности для лап	δ		$\pm 0,2$
16	Коэффициент пропорциональности для рыхлительных рабочих органов	δ		0,1...0,4

Результаты исследований и их анализ

Согласно зависимости (7), изучены влияние конструктивных параметров $x_1, x_2, x_3, h_1, h_2, h_3, h_4$, а также силы тяжести модуля G_m , удельного сопротивления почвы k , глубины обработки a на величину реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} .

В качестве примера на рисунке 3 представлены зависимость силы Q_{z0} от конструктивных параметров при $\delta = 0, a = 0,1$ м, $G_m = 4$ кН, $k = 30$ кН/м². Как видно из графиков, все конструктивные параметры оказывают влияние на силу Q_{z0} . При значениях параметров x_1, x_2 и x_3 в пределах $1,6 \dots 1,7$ м сила Q_{z0} остается постоянной. Эти параметры соответствуют положению центра сопротивления орудия, т.е. точке приложения равнодействующей всех сил сопротивления, действующих на рабочие органы. При увеличении или уменьшении коэффициентов δ и k параметры x_1, x_2 и x_3 не меняются, а меняется только величина силы Q_{z0} . Поэтому конструктивные параметры x_1, x_2 и x_3 принимаем в пределах $1,6 \dots 1,7$ м.

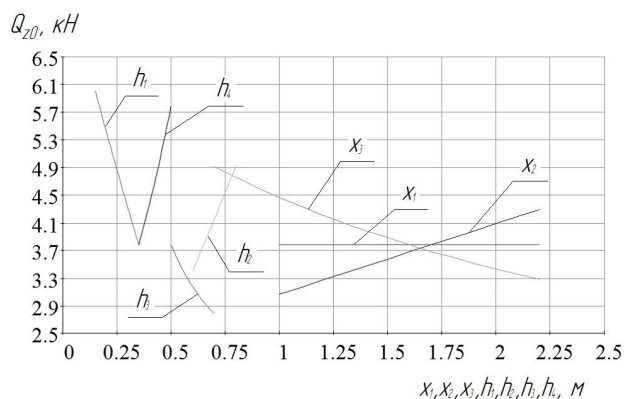


Рис. 3. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от параметров модуля при $x_1, x_2, x_3, h_1, h_2, h_3, h_4$ при $\delta = 0, \mu = 0,1, a = 0,1$ м, $G_m = 4$ кН, $k = 30$ кН/м²

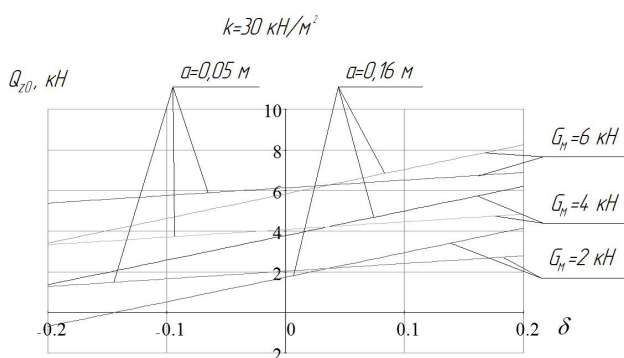


Рис. 4. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от коэффициента пропорциональности δ при различных значениях силы тяжести модуля G_m и глубины обработки $a, k = 30$ кН/м²

На рисунках 4 и 5 представлены зависимости силы Q_{z0} от коэффициента δ при различных значениях силы тяжести модуля G_m , глубины обработки a и удельного сопротивления почвы k . Видно, что с увеличением δ значение силы Q_{z0} возрастает, однако интенсивность возрастания силы Q_{z0} с увеличением a и k усиливается.

Параметры механизма навешивания модуля к раме орудия h_1, h_2, h_3 и h_4 оказывают влияние на заглубление и выглубление орудия и на устойчивость хода орудия по глубине обработки. Для обеспечения пути заглубления в пределах $3 \dots 4$ м угол вхождения лапы в почву, согласно формуле Г. Н. Синеокова, для различной глубины обработки a должен находиться в пределах $2 \dots 4^\circ$. Тогда, согласно зависимости (6), разница $h_3 - h_4$ равна $0,15$ м при длине нижних продольных тяг $l_1 = 0,5$ м.

С учетом конструктивных соображений принимаем $h_4 = 0,35$ м. Тогда $h_3 = 0,5$ м.

Изучено также влияние параметров механизма навешивания модуля на раму орудия h_1, h_2, h_3 и h_4 на реакцию почвы на опорное колесо Q_{z0} (см. рис. 3). Установлено, что с увеличением h_1 от $0,15$ до $0,35$ м при принятых h_3 и h_4 реакция почвы на опорное колесо Q_{z0} уменьшается почти в 2 раза. Это снижает тяговое сопротивление всего орудия (зависимость 4), поскольку, согласно зависимости (3), при этом уменьшается составляющая силы Q_{x0} . Принимаем h_1 равной $0,35$ м. При этом также снижается вероятность забивания соломы и растительных остатков под механизмом навешивания модулей.

Далее при принятых параметрах h_2, h_3 и h_4 изучено влияние высоты крепления нижних продольных тяг к раме модуля h_2 на реакцию почвы на опорное колесо Q_{z0} при различных значениях глубины обработки a и удельного

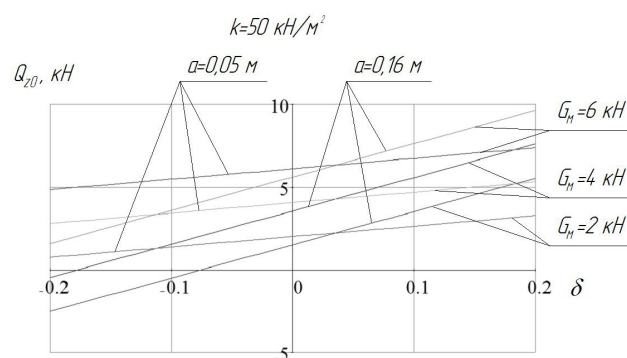


Рис. 5. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от коэффициента пропорциональности δ при различных значениях силы тяжести модуля G_m и глубины обработки $a, k = 50$ кН/м²



сопротивления почвы k (рисунки 6...9). Установлено, что для каждой глубины обработки a при изменении удельного сопротивления почвы k существует высота h_2 , которая обеспечивает постоянное значение реакции почвы Q_{z0} . При $a = 0,3$ м $h_2 = 0,86$ м, при $a = 0,16$ м $h_2 = 0,69$ м и при $a = 0,05$ м $h_2 = 0,55$ м, которые являются рациональными для этих глубин обработки. При этих рациональных параметрах h_2 реакция почвы на опорное колесо Q_{z0} зависит только от силы тяжести модуля G_m (рис. 10). Тогда для обеспечения реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} в рациональных пределах 3...4 кН сила тяжести модуля не должна превышать $G_m = 4$ кН. С учетом конструктивных соображений и допустимых значений Q_{z0} принимаем $h_2 = 0,65$ м при глубине обработки $a = 0,16...0,3$ м, $h_2 = 0,6$ м при $a = 0,1$ м и $h_2 = 0,55$ м при $a = 0,05$ м.

При обоснованных параметрах модуля орудия ($x_1, x_2, x_3, h_1, h_2, h_3, h_4, l_1, G_m, B$), согласно зависимости (4), определены величины тя-

гового сопротивления модуля P в зависимости от удельного сопротивления почвы k и глубины обработки a (рис. 11), которые могут быть использованы при обосновании общей ширины захвата проектируемого орудия в зависимости от мощности на крюке трактора.

Выводы

На основе проведенных исследований обоснована конструктивная схема комбинированного универсального орудия со сменными модулями для обработки почвы (рис. 1), разработана конструктивная схема модуля орудия и схема расположения рабочих органов и опорных колес на раме модуля (рис. 2), разработана методика обоснования параметров модуля, на основе которых установлены рациональные параметры модуля орудия.

Они составляют:

– расстояние от точки присоединения нижних продольных тяг к раме орудия до точки

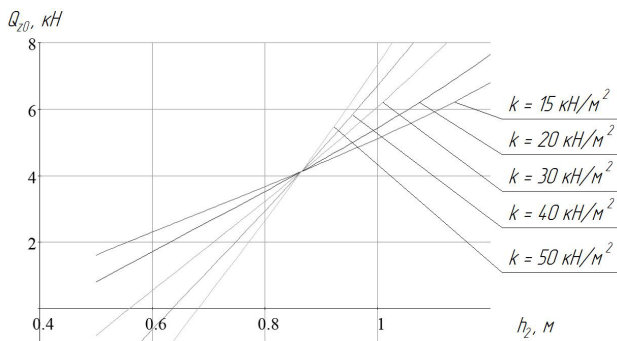


Рис. 6. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от высоты присоединения нижних продольных тяг к раме модуля h_2 . Чизельный рабочий орган, $a = 0,3$ м, $H_1 = 0,75$ м, $G_m = 4$ кН

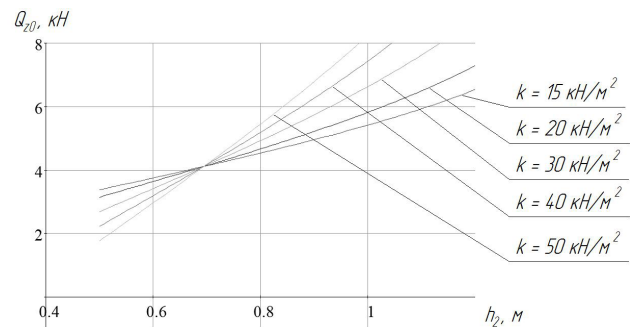


Рис. 7. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от высоты присоединения нижних продольных тяг к раме модуля h_2 : $a = 0,16$ м, $H_1 = 0,65$ м, $G_m = 4$ кН

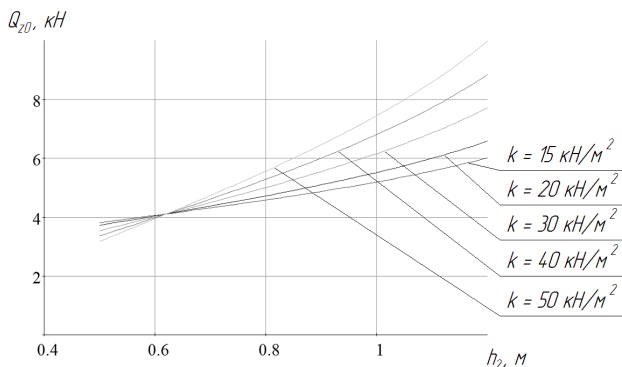


Рис. 8. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от высоты присоединения нижних продольных тяг к раме модуля h_2 : $a = 0,1$ м, $H_1 = 0,65$ м, $G_m = 4$ кН

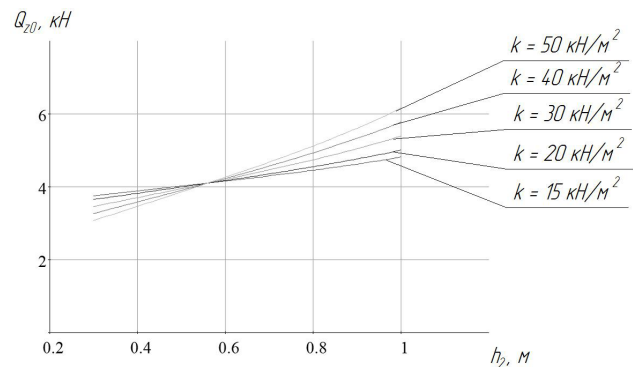


Рис. 9. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от высоты присоединения нижних продольных тяг к раме модуля h_2 : $a = 0,05$ м, $H_1 = 0,65$ м, $G_m = 4$ кН

опоры колеса x_3 , до центра сопротивления модуля x_1 и до центра тяжести модуля $x_2 = 1,6 \dots 1,7$ м;
 – расстояние между рядами лап $l_c = 0,65$ м;
 – высота стойки рабочих органов для лап $H_1' = 0,65$ м, для рыхлителей $H_1'' = 0,75$ м;
 – параметры механизма навешивания модуля к раме орудия $h_1 = 0,35$ м, $h_3 = 0,5$ м, $h_4 = 0,35$ м, $h_2 = 0,55$ м при глубине обработки $a = 0,05$ м, $h_2 = 0,6$ м при глубине обработки $a = 0,1$ м, $h_2 = 0,65$ м при глубине обработки $a = 0,1 \dots 0,3$ м;
 – сила тяжести модуля $G_m = 3 \dots 4$ кН.

Список литературы

1. Этапы, достижения и задачи модернизации технологии и импортозамещающих технических средств для производства зерна в экстремальных условиях / Н. К. Мазитов [и др.] // Труды XIII междунар. симпозиума «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» (5–7 декабря 2012 г. Казань). 2012. С. 387–392.
2. Рахимов Р. С. Повышение эффективности работы противозерозионных почвообрабатывающих машин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 1990. 28 с.
3. Любимов А. И., Рахимов Р. С., Янкелевич В. Г. Обоснование параметров модуля широкозахватного плоскореза // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов : сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. Челябинск, 1985. Вып. 183. С. 49–61.
4. Обоснование месторасположения колес и ширины захвата модуля плоскореза / Р. С. Рахимов, А. С. Буряков, Н. Т. Хлызов, В. Ю. Блау // Почвообрабатывающие машины и динамика

агрегатов : сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. Челябинск, 1979. Вып. 149. С. 18–25.

5. Галиахметов С. Г., Волостникова Н. И. Обоснование параметров подъемно-установительных механизмов модуля широкозахватного плоскореза // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов : сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. Челябинск, 1981. Вып. 167. С. 70–75.
6. Рахимов Р. С., Янкелевич В. Г. Выбор конструктивной схемы и рациональных параметров широкозахватного плоскореза // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов : сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. Челябинск, 1985. Вып. 183. С. 62–74.
7. Любимов А. И., Рахимов Р. С., Янкелевич В. Г. Элементы системы автоматизированного проектирования широкозахватных машин. Челябинск, 1988. 75 с.
8. Противозасушливая ресурсосберегающая технология и машины для производства зерновых культур в зоне Южного Урала / Р. С. Рахимов [и др.] // Вестник ЧГАА. 2011. Т. 58. С. 84–88.
9. Разработка системы машин для реализации инновационных технологий в растениеводстве Республики Башкортостан / И. И. Габитов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 57–62.
10. Культиватор КУБМ-14,7 для поверхностной обработки почвы / З. С. Рахимов [и др.] // Вестник ЧГАА. 2006. Т. 47. С. 104–107.
11. Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях / Ю. Ф. Лачуга [и др.]. Рязань : ГНУ ВНИМС, 2014. 246 с.

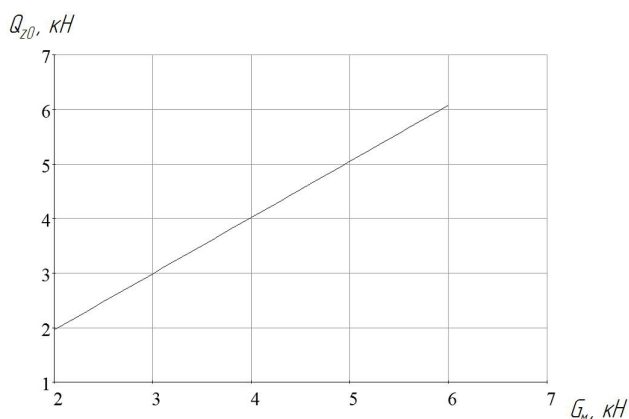


Рис. 10. Зависимость реакции почвы на опорное колесо Q_{z0} от силы тяжести модуля G_m при рациональных параметрах h_2

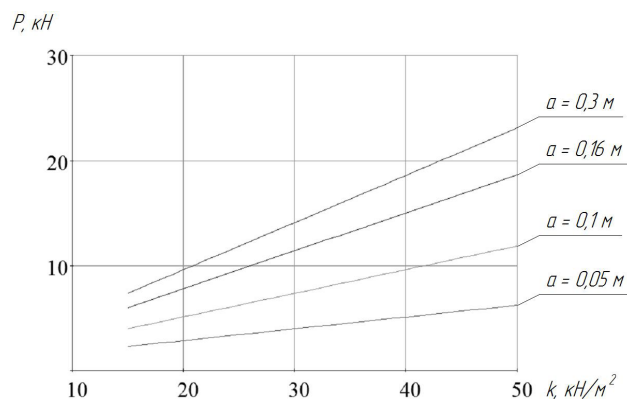


Рис. 11. Зависимость тягового сопротивления P от удельного сопротивления почвы k при различных значениях глубины обработки a и рациональных параметрах механизма навески модуля



12. Шульгин И. Г., Вервейн К. К., Герш А. А. Результаты сравнительных испытаний культиваторов-плоскорезов // Науч. тр. ЦелинНИИ-МЭСХ. Алма-Ата, 1981. 75 с.

13. Ворокосов И. В. Результаты предварительных испытаний универсального орудия для обработки почвы // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 3 (3). С. 68–69.

Рахимов Ильдар Раисович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: ildarr@bk.ru.

Галимов Алексей Наилевич, преподаватель, ЧОУ ДПО «УЦ АСКОН-Урал».

E-mail: galimov@ascon.ru.

Саплин Александр Вячеславович, начальник отдела технической политики, Министерство сельского хозяйства Челябинской области.

E-mail: a.v.saplin@chelagro.ru.

Губайдуллин Булат Миннибаевич, руководитель центра профессиональной подготовки, Пластовский технологический филиал ГБПОУ Копейский политехнический колледж им. С. В. Хохрякова.

E-mail: Bulat-gubajdullin@yandex.ru.

* * *

УДК: 636.22/.28.:612.66

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА
И БЕЛКОВОГО ОБМЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ
КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВЫЙ ПОРОДЫ**

Б. К. Балабаев, М. А. Дерхо

В работе представлены результаты изучения возрастных особенностей обмена белков и тиреоидных гормонов у животных казахской белоголовой породы. Объектом исследования служили телки перед осеменением (I группа), первотелки (II группа), коровы после второго отела в возрасте 3 лет (III группа), коровы после 3-го и 4 отелов в возрасте 5 лет (IV группа) и коровы после 6-го и 7 отелов в возрасте 8 лет (V группа). Установлено, что интенсивность белкового обмена, определяющая в крови животных казахской белоголовой породы уровень общего белка и основных белковых фракций (альбуминов, глобулинов), зависела от живой массы, возраста и количества отелов. Возрастной прирост концентрации общего белка был результатом увеличения содержания альбуминов и активации альбуминсинтезирующей активности гепатоцитов. Уровень белковых параметров в крови полновозрастных коров (5, 8 лет) отличались низкой вариабельностью, что было возможно благодаря повышению в их организме функциональной активности щитовидной железы и концентрации тироксина и трийодтиронина в периферической крови. Метаболизм тиреоидных гормонов и их биологические эффекты определялись скоростью биоконверсии T_4 в T_3 , а также стабильностью надмолекулярных комплексов альбумин – T_3 или T_4 , глобулин – T_3 или T_4 . Максимальная скорость обмена тиреоидных гормонов была характерна для организма 8-летних коров, что служило основой для сохранения продуктивного долголетия животных, а также поддержания активности обмена белков.

Ключевые слова: кровь, белки, тироксин, трийодтиронин, телки, коровы.

Эндокринная система занимает одно из центральных мест в специализированном управлении различными процессами жизнедеятельности организма животных за счет непосредственной секреции гормонов, а также при участии нервной, иммунной и тканевых контролирующих систем [10, 14, 18, 23]. Трудно определить такие физиолого-биохимические процессы, которые не находились бы под регулирующим влиянием гормонов. В то же время ни один из гормонов, как правило, полностью не обеспечивает регуляцию отдельных функций. Для этого необходимо одновременное действие ряда гормонов в определенной последовательности и взаимодействии [8].

Одно из центральных мест в гормональной системе организма животных по функциональной значимости занимает щитовидная железа, которая посредством гормонов оказывает комплексное действие на все системы, органы и физиологические процессы, контролируя обмен веществ и энергии [5, 19, 20]. Тиреоидные гормоны обладают широким спектром биологического действия. Они участвуют в стимуляции энергетических и пластических процессов за счет ускорения катаболизма; стабилизации и модификации структуры биомембран; регуляции роста, развития и дифференцировки тканей, в том числе нервной, и рубцовых про-



цессов; обеспечении воспроизводительной функции; формировании продуктивности животного; физиологической адаптации и т.д. [6, 7, 17, 19, 27 и др.]. Физиологические эффекты тиреоидных гормонов являются следствием их способности связываться с клеточными рецепторами практически всех органов и тканей и влиять на экспрессию генов [25].

В литературе достаточно много внимания уделяется изучению патологии щитовидной железы, роли тиреоидных гормонов в формировании ответной реакции организма при стрессе, молочной продуктивности и т.д. [7, 9, 11, 12, 16, 19]. В то же время вопросы, касающиеся функционирования щитовидной железы в условиях «нормы», имеют весьма противоречивые и трудносопоставимые данные, что обусловлено индивидуальной вариабельностью и возрастной изменчивостью тиреоидного фона организма в зависимости от породы животных, возраста, физиологического состояния и т.д.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучение влияния возраста и количества отелов на тиреоидный фон и белковый и обмен в организме животных казахской белоголовой породы.

Материал и методы

Экспериментальная часть работы выполнена в 2016 г. на базе животноводческой фермы племенного хозяйства ПК «Буденовский» (Республика Казахстан, Костанайская обл. Мендыкаринский р-н, с. Буденовка), лабораторные исследования – на базе кафедры органической, биологической и физколлоидной химии Института ветеринарной медицины Южно-Уральского ГАУ.

Объектом исследования служили особи женского пола казахской белоголовой породы, из которых по принципу сбалансированных групп с учетом возраста, физиологического состояния, времени после отела было сформировано 5 опытных групп: первая группа состояла из телок перед осеменением; вторая – из первотелок (28 мес.); третья – из коров после второго отела (3 года); четвертая – из животных после 3 и 4-го отелов (5 лет) и пятая – из коров 6 и 7 отелов (8 лет).

Материалом исследований служила кровь, которую брали утром до кормления из подхвостовой вены. В сыворотке крови определяли концентрацию общего белка, альбуминов (Alb) с помощью наборов реактивов «Эко-сервис», общего тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3)

иммуноферментным методом с помощью наборов реактивов «Витал Девелопмент Корпорэйшн»; уровень глобулинов (Gl), величину белкового коэффициента (Alb/Gl) и соотношения T_4/T_3 – расчетным методом. Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel – 2003» и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследования

Живая масса животных планомерно возрастала с увеличением возраста, превышая 1 класс стандарта породы [1], что отражалось на интенсивности белкового обмена. Минимальный уровень белковых параметров крови был характерен для телок перед осеменением. Концентрация общего белка составила $62,87 \pm 1,02$ г/л, который на $35,04 \pm 1,69\%$ был представлен альбуминами, обуславливая величину белкового коэффициента $0,54 \pm 0,04$ усл. ед. По мере увеличения живой массы коров, возраста и количества отелов наблюдалось увеличение в крови животных количества общего белка за счет альбуминов. При этом возрастало как абсолютное, так и относительное содержание белка, что инициировало повышение значения Alb/Gl-коэффициента (табл. 1)

Известно, что альбумины являются основными транспортными белками крови и резервом аминокислот [5, 23]. Поэтому увеличение уровня альбуминов отражало степень его использования в процессах жизнедеятельности животных в качестве пластического материала и белка-переносчика.

Анализ протеинограммы крови животных позволил выявить следующие особенности (табл. 1): а) у полновозрастных коров (5, 8 лет) содержание общего белка и его основных фракций не зависело от возраста, что можно расценивать как достижение организмом животных состояния «физиологической зрелости»; б) уровень глобулинов в крови самок казахской белоголовой породы достоверно не зависел от живой массы, возраста и количества отелов, свидетельствуя о высоком уровне иммунологической реактивности и здоровье их организма.

На следующем этапе нашей работы мы оценили функциональную активность щитовидной железы в организме животных опытных групп по уровню в крови общего тироксина и трийодтиронина.

Так, в крови телок и коров казахской белоголовой породы тироксин преобладал над

трийодтиронином, свидетельствуя о том, что в их организме: а) щитовидная железа синтезировала, в основном, тироксин; б) гормон T_4 обладал низкой метаболической активностью; в) тироксин являлся предшественником трийодтиронина.

Данные о способности щитовидной железы в организме крупного рогатого скота казахской белоголовой породы синтезировать T_4 согласуются с результатами работ [2, 11, 16, 18, 22], в которых также отмечено, что в периферической крови животных голштинской, черно-пестрой, красной степной, голштинизированной черно-пестрой, холмогорской пород основным тиреоидным гормоном является тироксин. Превосходство T_4 над T_3 в крови животных может быть результатом того, что плазменные белки в большей степени связывают тироксин, чем трийодтиронин [19], или более высокого сродства трийодтиронина к транспортным белкам плазмы [10].

Низкая метаболическая активность T_4 в организме телок и коров опытных групп связана с длительностью катаболизма гормона. Согласно данным Р.М. Соловьева (2011), период полураспада циркулирующего в организме крупного рогатого скота тироксина превышает период полураспада трийодтиронина в 3 и более раз. J. W. Blum, R. M. Bruckmaier, P. Y. Vacher (2000) отмечали, что половина присутствующего в крови белковосвязанного тироксина катаболизируется в течение 7–9 суток, а трийодтиронина – 2 суток. В то же время на метаболическую активность тироксина влияет и способность гормона связываться с рецепторами клеток-мишеней, которая у T_4 , по сравнению с трийодтиронином, в 10 раз ниже [26].

Основным и самым важным путем метаболизма тироксина в периферических тканях организма является дейодирование с образованием трийодтиронина [4]. Примерно 80% T_3 крови образуется в процессе дейодирования тироксина в печени, почках и других органах [13]. Поэтому более высокий уровень тироксина в крови телок и коров опытных групп обеспечивает возможность протекания реакций «периферического» дейодирования тироксина [5].

В крови женских особей казахской белоголовой породы с увеличением живой массы, возраста и количества отелов повышался уровень тиреоидных гормонов. Максимальная концентрация общего тироксина и трийодтиронина была уставлена в периферической крови 8-летних коров и составила, соответственно, $52,00 \pm 2,19$ и $7,31 \pm 0,35$ нмоль/л (табл. 1). Влияние возраста на тиреоидный статус организма крупного рогатого скота подтверждено в работах [15, 17, 19].

Исходя из того, что дейодирование тиреоидных гормонов предшествует их действию [3] и способствует достижению оптимального биологического эффекта [21] мы рассчитали соотношение T_4/T_3 , величина которого характеризовала скорость биоконверсии тироксина в трийодтиронин. Так, соотношение между тироксином и трийодтиронином у телок, первотелок и коров второго отела достоверно не отличалось и составляло 9,22–9,85 усл. ед. (табл. 2), свидетельствуя о практически одинаковой скорости деактивации и удаления тиреоидных гормонов из организма, а также однотипности их оптимальных биологических эффектов. У половозрелых коров прирост концентрации тироксина и трийодтиронина в крови со-

Таблица 1 – Биохимические показатели животных, $X \pm Sx$ ($n = 10$)

Показатель	Возраст животных (♀)				
	18 мес (I группа)	28 мес (II группа)	3 г (III группа)	5 л (IV группа)	8 л (V группа)
Живая масса, кг	$390,81 \pm 2,28$	$443,80 \pm 5,20^{***}$	$473,79 \pm 5,53^{***}$	$572,60 \pm 6,44^{***}$	$675,40 \pm 5,79^{**}$
Общий белок, г/л	$62,87 \pm 1,02$	$66,01 \pm 1,46$	$69,21 \pm 1,56^*$	$72,64 \pm 1,01^{***}$	$72,76 \pm 0,99^{***}$
Альбумины, г/л	$22,03 \pm 0,91$	$27,24 \pm 0,70^{***}$	$29,84 \pm 0,43^{***}$	$34,37 \pm 1,24^{***}$	$34,43 \pm 0,49^{***}$
Альбумины, %	$35,04 \pm 1,69$	$41,27 \pm 0,42^*$	$43,11 \pm 1,24^*$	$47,32 \pm 1,80^{***}$	$47,32 \pm 0,47^{***}$
Глобулины, г/л	$40,84 \pm 1,43$	$38,77 \pm 0,84$	$39,37 \pm 1,88$	$38,27 \pm 1,59$	$38,33 \pm 0,69$
Alb/Gl, усл. ед.	$0,54 \pm 0,04$	$0,70 \pm 0,01^*$	$0,76 \pm 0,04^{**}$	$0,89 \pm 0,06^{***}$	$0,90 \pm 0,02^{***}$
Тироксин, нмоль/л	$37,07 \pm 2,41$	$39,44 \pm 1,50$	$43,34 \pm 0,85$	$48,71 \pm 0,96^{***}$	$52,00 \pm 2,19^{***}$
Трийодтиронин, нмоль/л	$3,76 \pm 0,17$	$4,30 \pm 0,14$	$4,69 \pm 0,04^{**}$	$6,60 \pm 0,12^{***}$	$7,31 \pm 0,35^{***}$

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ по отношению к 18-месячному возрасту.



проводился повышением скорости биоконверсии T_4 в T_3 , так как величина соотношения T_4/T_3 уменьшалась на 24–40% ($p \leq 0,001$) и колебалась на уровне 7,11–7,38 усл. ед. (табл. 2). Следовательно, на функциональную активность щитовидной железы в организме животных казахской белоголовой породы влиял возраст, определяющий уровень метаболизма тиреоидных гормонов и воздействия на клетки органов-мишеней.

В кровеносном русле 99% тироксина и трийодтиронина связываются с белками и циркулируют по организму в белковосвязанном состоянии. Большая часть гормонов транспортируется в комплексе с тироксинсвязывающими глобулинами и меньшая – с тироксинсвязывающими альбуминами [3, 10]. С целью оценки роли основных белковых фракций крови в метаболизме тиреоидных гормонов мы рассчитали соотношение между концентрациями, с одной стороны, альбуминов и глобулинов, с другой стороны, тироксином и трийодтиронином.

Величина Alb/T_4 достоверно не зависела от живой массы, возраста и количества отелов у животных опытных групп. В то же время значение соотношения Gl/T_4 в организме телок, первотелок и коров второго отела достоверно не изменялось и колебалось в пределах 0,91–1,10 усл. ед. (табл. 2); у половозрелых коров величина баланса между глобулинами и тироксином снижалась, составляя 0,74–0,79 усл. ед. ($p \leq 0,05$), что было на 32,72% меньше исходного уровня.

Следовательно, комплексы альбумин-тироксин, не зависимо от физиологического состояния животных, отличались стабильностью, защищали гормон от инактивации [10]. Аналогичные данные получены [6]. Авторы тоже отмечали, что количество гормона, циркулирующего в крови в составе надмолекулярного

комплекса $Alb - T_4$, является величиной постоянной, не зависящей от возраста животных. Возможно, возрастной прирост концентрации альбуминов в крови особей опытных групп был связан с увеличением количества тироксина. В то же время транспортный комплекс глобулин – тироксин обладал меньшей стабильностью, чем Alb/T_4 . Логично предположить, что именно время жизни Gl/T_4 обуславливало биологические эффекты тироксина в организме животных казахской белоголовой породы, определяя уровень свободной формы гормона в крови.

Величина соотношений $Alb - T_3$ и $Gl - T_3$ планомерно изменялась по мере увеличения живой массы, возраста животных и количества отелов (табл. 2). Хотелось бы отметить, что значение Alb/T_3 у телок, первотелок и коров второго отела характеризовалось постоянством, колебалось в интервале 5,86–6,36 усл. ед. Только в организме половозрелых коров повышалась скорость распада надмолекулярного комплекса $Alb - T_3$, обуславливая уменьшение соотношения между уровнем альбуминов и трийодтиронина в крови. В то же время величина $Gl - T_3$ отличалась значительной изменчивостью. Уровень параметра в организме 8-летних коров, по сравнению с 18-месячными телками, уменьшался более чем в 2 раза. Значит, надмолекулярный комплекс $Gl - T_3$ являлся основным источником свободного трийодтиронина в крови животных. Кроме того, он отличался более высокой лабильностью, чем $Alb - T_3$, а также $Gl - T_4$. Логично предположить, что устойчивость белковых транспортных комплексов тиреоидных гормонов определяла скорость их метаболизма в организме животных и период полураспада.

Таким образом, результаты нашей работы показали, что интенсивность белкового обмена, определяющая в крови животных опытных

Таблица 2 – Метаболические взаимосвязи тиреоидных гормонов, $\bar{X} \pm Sx$ ($n = 10$)

Показатель	Возраст животных (♀)				
	18 мес (I группа)	28 мес (II группа)	3 г (III группа)	5 л (IV группа)	8 л (V группа)
Alb/T_3 , усл. ед.	5,86±0,44	6,33±0,27	6,36±0,08	5,21±0,19	4,70±0,14*
Alb/T_4 , усл. ед.	0,59±0,04	0,69±0,03	0,69±0,02	0,71±0,02	0,66±0,04
Gl/T_3 , усл. ед.	10,86±0,54	9,02±0,34*	8,39±0,40**	5,80±0,21***	5,24±0,28***
Gl/T_4 , усл. ед.	1,10±0,11	0,98±0,05	0,91±0,03	0,79±0,04*	0,74±0,04*
T_4/T_3 , усл. ед.	9,85±0,55	9,22±0,35	9,24±0,25	7,38±0,17**	7,11±0,31***

Примечание: *– $p < 0,05$; **– $p < 0,01$; ***– $p < 0,001$ по отношению к 18-месячному возрасту.

групп уровень общего белка и основных белковых фракций (альбуминов, глобулинов), зависела от живой массы, возраста и количества отелов у особей казахской белоголовой породы. Возрастной прирост концентрации общего белка был результатом увеличения содержания альбуминов и, как следствие, активации альбуминсинтезирующей активности гепатоцитов. Уровень белковых параметров в крови полновозрастных коров (5, 8 лет) отличались низкой вариабельностью, что было возможно, благодаря повышению в их организме функциональной активности щитовидной железы и концентрации тироксина и трийодтиронина в периферической крови. Метаболизм тиреоидных гормонов и их биологические эффекты определялись скоростью биоконверсии T_4 в T_3 , а также стабильностью надмолекулярных комплексов альбумин – T_3 или T_4 , глобулин – T_3 или T_4 . Максимальная скорость обмена тиреоидных гормонов была характерна для организма 8-летних коров. Возможно, это было одной из причин, способствующей сохранению продуктивного долголетия животных, а также служило основой поддержания активности обмена белков.

Список литературы

1. Влияние сезона рождения телок казахской белоголовой породы на потребление кормов и питательных веществ рационов / О. В. Завьялов, А. В. Харламов, В. А. Харламова, В. Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3 (81). С. 68–72.
2. Воловников В. В. Функциональное состояние инсулярного аппарата и щитовидной железы и показателей обмена веществ у бычков при введении в рацион пропиленгликоля : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Боровск : ВНИИФБиПСХЖ, 2007. 20 с.
3. Гармаева Д. В. Нарушения в системе крови у белых крыс при стрессе в условиях гипотиреоза и возможность их коррекции : дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск : НГАУ, 2015. 230 с.
4. Герасимов Г. А. Лабораторные методы в диагностике заболеваний щитовидной железы // Клиническая лабораторная диагностика. 1998. № 6. С. 25–32.
5. Горелик Л. Ш., Дерхо М. А. Роль гипотизарно-тиреоидной системы в формировании продуктивности и метаболического профиля организма кур-несушек // Вестник Казанского ГАУ. № 2 (28). 2013. С. 116–119.
6. Горелик Л. Ш., Дерхо М. А. Яйценоскость кур-несушек в связи с тиреоидным профилем крови и уровнем биохимических показателей // Главный зоотехник. 2014. № 5. С. 50–55.
7. Городецкая И. В. Роль йодсодержащих тиреоидных гормонов в формировании ответной реакции организма при хроническом стрессовом воздействии // Вестник ВГМУ. 2012. Т. 11. № 3. С. 28–33.
8. Дворецкая Т. Н. Гормональный статус у коров и выделение гормонов с молоком на разных стадиях лактации : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Боровск, 2011. Режим доступа : http://cozyhomestead.ru/zhivotnie_91083.html (дата обращения: 19.02.2016).
9. Денисенко В. Н., Абрамов П. Н. Эндемический зоб крупного рогатого скота // Материалы междунар. учеб.-метод. и науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию МГАВМиБ им. К. И. Скрябина. М. : МГАВМиБ, 2004. Ч. 2. С. 265–267.
10. Држевецкая И. А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной систем. М. : Высш. шк., 1994. 256 с.
11. Еременко В. И., Кретова В. М. Взаимосвязь тиреоидных гормонов и белка крови с молочной продуктивностью // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 3. С. 16–18.
12. Жуков А. П., Серяев В. Л. Содержание тиреоидных гормонов у дойных коров в биогеохимической провинции восточного Оренбуржья и за ее пределами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 1 (9). С. 80–82.
13. Кубарко А. И. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / под ред. проф. А. И. Кубарко, проф. S. Yamashita. Минск ; Нагасаки, 1998. 368 с.
14. 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.
15. Мостовая В. В. Концентрация T_3 и T_4 в крови телок в зависимости от сезона года и воздействия синэкологических факторов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 1 (13). С. 33–34.
16. Нарыжнева Е. В. Сезонная и возрастная динамика содержания в сыворотке крови крупного рогатого скота тиреоидных гормонов // Вестник ОГУ. 2008. № 12. С. 60–62.
17. Осадчук Л. В., Вдовина Г. В., Смирнов П. Н. Возрастная динамика содержания гормонов в периферической крови у телок при разных технологиях выращивания // Сельскохо-



зяйственная биология. 2012. № 4. С. 56–61.

18. Рахимов И. Х., Дерхо М. А. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков сементальской и черно-пестрой пород // Ученые записки КГАВМ. 2013. Т. 214. С. 336–341.

19. Соловьев Р. М. Использование показателей функциональной активности щитовидной железы в селекции молочного скота : дис. ... канд. биол. наук. Великие Луки : Великолукская ГСХА, 2011. 140 с. Режим доступа : <http://www.mgavm.ru/library/doc/diploms/ed-83.pdf> (дата обращения: 19.02.2016).

20. Труш Н. В., Клейкова Д. А. Породные и сезонные морфофункциональные особенности щитовидной железы крупного рогатого скота Амурской области // Аграрный вестник Урала. 2009. № 5 (59). С. 77–78.

21. Туракулов Я. Х., Ташходжаева Т. П. Внутритиреоидное дейодирование тироксина: влияние ТТГ и денервации щитовидной железы // Проблемы эндокринологии. 1986. Т. 32. № 5. С. 72–76.

22. Халтурина Л. В. Гормонально-иммунологический профиль быков-производителей в зависимости от их возраста // Аграрный вестник Урала. 2012. (101). С. 20–21.

23. Чуличкова С. А., Дерхо М. А. Влияние пролактина на белковый обмен в организме коров на ранних сроках стельности // Вестник ветеринарии. 2014. № 70. С. 51–55.

24. Blum J. W., Bruckmaier R. M., Vacher P. Y. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed tryglycerides and free fatty acids // J. Vet. Med. A. 2000. Vol. 47. № 1. P. 43–60.

25. Davies T. F. Diseases of the TSH receptor // Clin. Endocrinol. Metab. 1983. Vol. 12. P. 79–85.

26. Falk S. A. Thyroid Disorders // Clin. Chim. Acta. 1997. № 223. P. 159–167.

27. Muller M. J., Seitz H. J. Thyreoid hormone action on intermediary metabolism. Part II: Lipid metabolism in hypo and hyperthyroidism // Klin. Wschr. 1984. Bd. 62. H. 2. S. 48–54.

Балабаев Булат Кабланович, заведующий Мендыкаринской районной ветеринарной лаборатории, Костанайский областной филиал «Республиканская ветеринарная лаборатория» Комитета ветеринарного контроля и надзора Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

E-mail: bol1683@mail.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

* * *

ТИРЕОИДНЫЙ ПРОФИЛЬ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

А. Ж. Балтабекова, М. А. Дерхо

В статье представлен анализ возрастных изменений тиреоидного фона и белкового обмена в организме ремонтных бычков и быков-производителей казахской-белоголовой породы, а также корреляционных связей концентрации гормонов щитовидной железы с уровнем белковых параметров крови. Объектом исследования служило племенное поголовье, из которого по принципу сбалансированных групп с учетом возраста, физиологического состояния, времени года (зима) были сформированы 4 опытные группы ($n = 10$): первая группа состояла из 18-месячных ремонтных бычков; вторая, третья и четвертая – из быков-производителей в возрасте 3, 5 и 8 лет. Нагрузка на одного быка-производителя составляла 25 коров. Установлено, что белковый обмен в организме животных казахской белоголовой породы максимальную интенсивность имеет в 3- и 5-летнем возрасте. При этом концентрация глобулинов в кровеносном русле отличается низкой возрастной изменчивостью, а самым лабильным белком крови являются альбумины, определяя и уровень общего белка в кровеносном русле, и значение белкового коэффициента. Белковый обмен у 3- и 5-летних быков-производителей имеет анаболическую направленность, так как увеличивается величина соотношений ОБ/мочевина, Alb/мочевина, Gl/мочевина, соответственно, в 1,57–1,70; 1,77–2,10 и 1,40–1,45 раза), являясь основой для формирования половой доминанты и проявления племенных качеств. Анаболически ориентированный белковый обмен – это результат проявления биологических эффектов тиреоидных гормонов, уровень которых максимален в организме 3- и 5-летних быков и в наибольшей степени корреляционно связан с белковыми параметрами крови. Биологические свойства гормонов щитовидной железы определяются действием трийодтиронина. Поэтому его концентрация достоверно коррелирует с большинством показателей крови ($R^2_{\text{среднее}} = 47,37\text{--}55,38\%$) и зависит от прочности комплекса с транспортными глобулинами ($R^2 = 57,76\text{--}75,69\%$).

Ключевые слова: быки-производители, обмен белков, тиреоидные гормоны.

Для решения проблемы воспроизводства в хозяйствах, специализирующихся на разведении мясных пород крупного рогатого скота, очень часто используют не искусственное осеменение, а вольную случку с быками-производителями. При этом выход телят и длительность использования определяются уровнем нагрузки на одного быка.

Количество и качество спермы быков-производителей, а также режим и продолжительность племенного использования в значительной мере зависят от обеспеченности их организма протеином [17] и, как следствие, интенсивности белкового обмена, так как белковые

метаболиты участвуют в формировании и поддержании постоянной половой доминанты.

Исходя из того, что вольная случка приводит к быстрому изнашиванию быков-производителей, то процессы жизнедеятельности, уровень здоровья и, в первую очередь, активность и направленность белкового метаболизма в их организме необходимо контролировать и своевременно корректировать, основываясь на закономерностях возрастных изменений основных физиологических параметров. Чаще всего для оценки физиологического состояния животных используют показатели крови, колебания которых отражают все тончайшие сдвиги



в организме при воздействии различных эндо- и экзогенных факторов [3, 12, 15] на фоне регуляции эндокринной системой, функциональная активность которой генетически детерминирована [5]. Поэтому биохимический состав крови позволяет достоверно охарактеризовать индивидуальные особенности животных в рамках той или иной породы.

Наиболее важную роль в регуляции метаболического статуса организма млекопитающих играют тиреоидные гормоны (тироксин, трийодтиронин), биологические эффекты которых опосредуют общий обмен веществ и различные функции за счет влияния на экспрессию генов [5, 14, 22, 23]. Имеющиеся в литературе сведения не в полной мере раскрывают возрастные особенности тиреоидного фона организма быков-производителей и его связи с уровнем белковых параметров крови.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучение возрастных особенностей тиреоидного фона и белкового обмена в организме ремонтных бычков и быков-производителей казахской-белоголовой породы и характера корреляционных связей тиреоидных гормонов с белковыми параметрами крови.

Материал и методы

Экспериментальная часть работы выполнена в 2016 г. на базе животноводческой фермы племенного хозяйства – производственного кооператива «Буденовский» (Республика Казахстан, Костанайская обл. Мендыкаринский р-н, с. Буденовка), лабораторные исследования – на базе кафедры органической, биологической и физколлоидной химии Южно-Уральского ГАУ.

Объектом исследования служили племенные быки казахской белоголовой породы, из которых по принципу сбалансированных групп с учетом возраста, физиологического состояния, времени года (зима) были сформированы 4 опытные группы ($n = 10$): первая группа состояла из животных в возрасте 18 месяцев (ремонтные бычки); вторая – 3 года, третья – 5 лет и четвертая – 8 лет. Нагрузка на одного быка-производителя составляла 25 коров.

Материалом исследований служила кровь, которую брали утром до кормления из подхвостовой вены. В сыворотке крови определяли концентрацию общего белка (ОБ), альбуминов (Alb), мочевины с помощью наборов реактивов «Эко-сервис» и «Витал Девелопмент Корпорэйшн», общего тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3) иммуноферментным методом с помо-

щью наборов реактивов «Витал Девелопмент Корпорэйшн»; уровень глобулинов (Gl), величину белкового коэффициента (Alb/Gl) и соотношения T_4/T_3 , ОБ/мочевина – расчетным методом. Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel – 2003» и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследования

Изучение закономерностей индивидуального развития животных по отдельным периодам постнатального онтогенеза открывает возможность управления физиологическими процессами в определенном возрасте [7]. В связи с тем, что величина живой массы, является показателем развития, физиологического состояния, племенных качеств, а также уровня обеспеченности организма животных питательными веществами, мы определили данный параметр у быков в зависимости от их возраста (табл. 1). Анализ полученных данных показал, что живая масса ремонтных 18-месячных бычков, а также 3-, 5- и 8-летних быков-производителей превышала стандарт 1 класса породы [2] на 4,5–27,8 % ($p < 0,001$), соответствуя классу «Элита» или «Элита-рекорд».

Учитывая значение белков в формировании физиологического состояния животных и их племенных качеств, мы изучали возрастную динамику параметров крови, отражающих интенсивность и направленность белкового обмена. Так, концентрация общего белка (табл. 1) имела наименьшее значение в крови ремонтных бычков в 18-месячном возрасте и составила $72,91 \pm 1,77$ г/л, а наибольшее – у 5-летних быков-производителей ($81,57 \pm 1,14$; $p < 0,001$). Аналогичные данные получены [8, 15].

Общий белок крови представлен альбуминовыми и глобулиновыми фракциями [11]. Содержание альбуминов, как и общего белка, плавно возрастало по мере увеличения возраста животных, достигая максимальной величины в организме 5-летних быков. При этом относительное и абсолютное значение показателя превышало уровень 18-месячных ремонтных бычков в 1,22 и 1,37 раза ($p < 0,001$). В организме 8-летних быков-производителей концентрация альбуминов, как и общего белка, уменьшалась и колебалась в пределах, соответствующих возрасту 18-месячных животных. В то же время количество белков глобулиновых фракций практически не зависело от возраста. В организме

ремонтных бычков и бычков-производителей их уровень соответствовал границам $42,36 \pm 0,85 - 45,25 \pm 1,25$ г/л (табл. 1).

Следовательно, в крови животных (♂) казахской белоголовой породы самым лабильным сывороточным белком являлись альбумины, обеспечивая изменение значения Alb/Gl-коэффициента, что было результатом реализации белком биологических функций: транспортной (основной транспортный белок крови), резервной (источник аминокислот для биосинтетических процессов) [11, 18], сопровождающихся постоянным обменом с белками тканей организма.

Конечным продуктом белкового обмена в организме животных является мочевины, уровень которой в крови отражает степень усвоения белкового азота [10]. Концентрация мочевины в крови 18-месячных ремонтных бычков составила $4,41 \pm 0,12$ ммоль/л. В организме 3- и 5-летних бычков-производителей уровень показателя уменьшался на 30,01–31,74%, 8-летних – на 8,61% по сравнению с ремонтными бычками. Для оценки степени усвоения белкового азота мы определили метаболическую активность общего белка крови и его фракций, рассчитав их соотношение с мочевиной. Величина ОБ/мочевина, Alb/мочевина и Gl/мочевина достоверно возрастала в организме 3-х и 5-летних бычков, превышая уровень 18-месячных ремонтных бычков, соответственно, в 1,57–1,70; 1,77–2,10 и 1,40–1,45 раза. Это свидетельствовало об активном использовании альбуминов и глобулинов и, как следствие, общего белка крови в процессах биосинтеза собственных белков клеток органов и тканей.

Значит, белковый обмен в организме 3- и 5-летних бычков отличался наивысшей интенсивностью, создавая основу для формирования

половой доминанты и проявления племенных качеств. Данный вывод согласуется с результатами [1]. Авторы установили, что увеличение содержания в рационе перевариваемого протеина и, как следствие, интенсивности белкового обмена способствует повышению объема спермы и концентрации сперматозоидов, а также положительно отражается на подвижности и жизнеспособности сперматозоидов.

Активность и направленность белкового обмена в организме животных является результатом биологических эффектов, определяемых гормонами на различных уровнях организации животного организма – молекулярном, клеточном, тканевом, системном и на уровне целостного организма, делая показатели активности желез внутренней секреции носителями обширной информации [16, 19].

В нашей работе было изучено изменение тиреоидного фона организма животных в зависимости от возраста и живой массы, так как функциональная активность щитовидной железы взаимосвязана с воспроизводительной функцией бычков-производителей [9]. Наличие сопряженности между содержанием тироксина и количеством спермальных аутоантител в сыворотке крови бычков-производителей отмечено также в работе [20].

Тиреоидный фон животных казахской белоголовой породы зависел от возраста и живой массы (табл. 2). Минимальный уровень тироксина и трийодтиронина был отмечен в крови 18-месячных ремонтных бычков, отличающихся минимальным весом тела ($450,18 \pm 2,59$ кг). Концентрация гормонов в организме 3-годовалых бычков-производителей на фоне прироста живой массы (в 1,56 раза, $p < 0,001$) возрастала и превышала уровень ремонтных бычков

Таблица 1 – Биохимические показатели крови, $X \pm Sx$ ($n = 10$)

Показатель	Возраст животных (♂)			
	18 мес	3 г	5 л	8 л
Живая масса, кг	$450,18 \pm 2,59$	$700,54 \pm 4,61^{***}$	$969,90 \pm 4,67^{***}$	$1047,56 \pm 12,09^{***}$
Общий белок, г/л	$72,91 \pm 1,77$	$79,97 \pm 1,72^*$	$81,57 \pm 1,14^{***}$	$73,51 \pm 1,48$
Альбумины, г/л	$28,69 \pm 1,08$	$35,48 \pm 1,72^*$	$39,41 \pm 1,49^{***}$	$28,26 \pm 1,23$
Альбумины, %	$39,45 \pm 1,81$	$44,36 \pm 1,28$	$48,31 \pm 1,39^{**}$	$38,42 \pm 1,24$
Глобулины, г/л	$44,23 \pm 1,98$	$44,45 \pm 0,49$	$42,36 \pm 0,85$	$45,25 \pm 1,25$
Alb/Gl, усл. ед.	$0,66 \pm 0,05$	$0,80 \pm 0,04$	$0,94 \pm 0,05^{**}$	$0,63 \pm 0,03$
Мочевина, ммоль/л	$4,41 \pm 0,12$	$3,06 \pm 0,06^{***}$	$3,01 \pm 0,24^{***}$	$4,03 \pm 0,07$
ОБ/мочевина, усл. ед.	$16,68 \pm 0,66$	$26,19 \pm 0,63^{***}$	$28,42 \pm 2,41^{***}$	$18,26 \pm 0,28$
Alb/мочевина, усл. ед.	$6,52 \pm 0,22$	$11,59 \pm 0,49^{***}$	$13,68 \pm 1,20^{***}$	$7,01 \pm 0,14$
Gl/мочевина, усл. ед.	$10,03 \pm 0,38$	$14,53 \pm 0,42^{***}$	$14,07 \pm 0,64^{***}$	$11,23 \pm 0,41$

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ по отношению к возрасту 18 месяцев.



в 1,27–1,32 раза, хотя скорость конверсии тироксина в трийодтиронин, оцениваемая по соотношению T_4/T_3 , практически не изменялась. В крови 5-летних животных, имеющих массу тела $969,90 \pm 4,67$ кг, количество тиреоидных гормонов достигало максимальной величины на фоне снижения скорости дейодирования тироксина в трийодтиронин. Быки-производители в возрасте 8 лет, хотя и имели максимальную живую массу, но отличались более низкой функциональной активностью щитовидной железы, чем 3- и 5-летние особи.

Согласно данным [6], становление половой активности сопровождается увеличением концентрации тиреоидных гормонов в крови животных. Исходя из этих данных, можно утверждать, что быки-производители в максимальной степени проявляли свои племенные качества в 3- и 5-летнем возрасте. В организме 8-летних быков уменьшение уровня тироксина и трийодтиронина служило основой снижения воспроизводительной способности. Данный вывод согласуется с результатами исследований [9], которые в своей работе отмечали, что уменьшение концентрации гормонов щитовидной железы инициировало ухудшение показателей качества спермы быков-производителей. В частности, уменьшалось количество подвижных сперматозоидов и концентрация половых клеток в эяку-

ляте, увеличивалось содержание патологических форм сперматозоидов. Кроме этого, количество садок в течение 30 минут у животных с нормальными показателями тиреоидных гормонов было в 1,72 раза больше, чем у быков со сниженной функцией щитовидной железы. При этом тиреоидный фон влиял на концентрацию тестостерона. У животных с более высоким уровнем гормонов щитовидной железы содержание в крови тестостерона было в 1,59 раза выше по сравнению с быками, отличающихся сниженной функцией щитовидной железы [21]. Возможно, одной из причин этого служило наличие синергизма биологических эффектов трийодтиронина и тестостерона. Тестостерон, как и гормоны щитовидной железы, влияет на синтез ДНК, деление клеток, биогенез рибосолам и синтез белка, структурные изменения соответствующих участков хроматина [13].

На следующем этапе нашей работы мы определили характер влияния тиреоидных гормонов на активность и направленность белкового обмена. С этой целью были определены коэффициенты корреляции между гормонами и показателями крови и ранжированы на основе значений коэффициентов детерминации. При определении корреляционных связей между гормонами и параметрами белкового обмена мы исходили из следующего:

Таблица 2 – Возрастная динамика тиреоидных гормонов, $X \pm Sx$ ($n = 10$)

Показатель	Возраст животных (♂)			
	18 мес	3 г	5 л	8 л
Тироксин (T_4), нмоль/л	$30,33 \pm 1,14$	$38,45 \pm 1,07^{***}$	$60,62 \pm 3,68^{***}$	$42,15 \pm 2,07^*$
Трийодтиронин (T_3), нмоль/л	$4,08 \pm 0,18$	$5,38 \pm 0,23^{**}$	$5,76 \pm 0,19^{***}$	$3,62 \pm 0,15^*$
T_4/T_3 , усл. ед.	$7,43 \pm 0,22$	$7,14 \pm 0,18$	$10,52 \pm 0,81^*$	$11,64 \pm 0,17^{***}$

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ по отношению к 18-месячному возрасту.

Таблица 3 – Коэффициенты детерминации (%) между T_3 и биохимическими показателями крови

Показатель	Возраст животных (♂)							
	18 месяцев		3 года		5 лет		8 лет	
	$R^2(\%)$	Ранг показателя	$R^2(\%)$	Ранг показателя	$R^2(\%)$	Ранг показателя	$R^2(\%)$	Ранг показателя
Общий белок, г/л	20,25	6	31,36	7	39,69	7	0,64	8
Альбумины, г/л	47,61	5	42,25	6	54,74	6	15,21	6
Глобулины, г/л	60,84	3	59,29	2	59,29	5	32,49	3
Alb/Gl, усл. ед.	67,24	2	44,29	5	65,61	4	30,25	4
Мочевина, ммоль/л	11,56	8	57,76	3	68,89	2	10,89	7
ОБ/мочевина, усл. ед.	56,25	4	46,24	4	67,24	3	16,81	5
Alb/мочевина, усл. ед.	12,96	7	22,09	8	13,69	8	50,41	2
Gl/мочевина, усл. ед.	70,56	1	75,69	1	73,96	1	57,76	1
Среднее значение	43,41	–	47,37	–	55,38	–	26,81	–

1. По химической природе тиреоидные гормоны являются производными специфического тиреоидного белка [6], для синтеза которого в щитовидной железе используются аминокислоты (в основном тирозин), источником которых служит белковый обмен.

2. В кровотоке 99% тироксина и трийодтиронина связываются с белками (тироксинсвязывающими альбуминами и глобулинами), в составе которых циркулируют по всему организму и попадают в клетки-мишени [4].

3. Гормоны щитовидной железы играют важную роль в обмене белков в организме животных, оказывая прямое действие на его синтез [23].

Анализ корреляционных связей тиреоидных гормонов с показателями крови позволил выявить следующие особенности (табл. 3):

1. В организме животных (♂) казахской белоголовой породы достоверные корреляционные связи были обнаружены между трийодтиронином и белковыми параметрами крови. Следовательно, тиреоидные гормоны влияли на обмен белков в клетках органов-мишеней ремонтных бычков и быков-производителей через биологические эффекты T_3 .

2. В максимальной степени уровень трийодтиронина был сопряжен с белковым параметрами крови в организме 3- и 5-летних быков, в среднем на 47,37–55,38% определяя их концентрацию в кровеносном русле. Значит, в данном возрасте высокая напряженность обмена белков была результатом влияния T_3 на интенсивность внутриклеточного метаболизма белковых молекул. Возможно, одной из причин являлась увеличение в кровотоке концентрации белков, в том числе и связывающих тиреоидные гормоны, что инициировало прирост уровня как самих гормонов, так и степень проявления их биологических свойств.

3. Независимо от возраста быков трийодтиронин наиболее значимо был сопряжен с уровнем глобулинов ($R^2 = 57,76–75,69\%$). Следовательно, концентрация гормона в крови зависела от прочности его комплекса с тироксинсвязывающими глобулинами, что позволяло регулировать метаболические процессы, в том числе и процессы обмена белков, в клетках органов-мишеней. Аналогичные данные были получены [14]. Автор тоже отмечала в своей работе, что изменения концентраций белков, связывающих тиреоидные гормоны, приводят к изменениям содержания как общего, так и свободного трийодтиронина и тироксина.

Таким образом, результаты наших исследований показали, что белковый обмен у бы-

ков-производителей казахской белоголовой породы максимальную интенсивность имеет в 3- и 5-летнем возрасте, определяя соответствующий уровень функционирования физиологических систем организма, в том числе и репродуктивные функции. Возраст животных не влияет на уровень общей резистентности организма, так как концентрация глобулинов, основу которых составляют иммунные белки, отличается низкой изменчивостью. Самым лабильным белком крови являются альбумины, определяя и уровень общего белка в кровеносном русле, и значение белкового коэффициента. Белковый обмен у 3-х и 5-летних быков-производителей имеет анаболическую направленность (увеличивается величина соотношений ОБ/мочевина, Alb/мочевина, Gl/мочевина, соответственно, в 1,57–1,70; 1,77–2,10 и 1,40–1,45 раза), что является основой для формирования половой доминанты и проявления племенных качеств. Преобладание анаболических реакций над катаболическими является результатом проявления биологических эффектов тиреоидных гормонов, уровень которых максимален в организме 3- и 5-летних быков и в наибольшей степени корреляционно связан с белковыми параметрами крови. При этом из гормонов щитовидной железы биологической активностью обладал трийодтиронин. Поэтому концентрация гормона достоверно коррелировала с большинством показателей крови ($R^2_{\text{среднее}} = 47,37–55,38\%$) и зависела от прочности комплекса с глобулинами ($R^2 = 57,76–75,69\%$).

Список литературы

1. Алиев А. А., Алиева З. М. Влияние состава рациона на пищеварение и спермопродукцию быков-производителей // Зоотехния. 2010. № 3. С. 16–17.
2. Влияние сезона рождения телок казахской белоголовой породы на потребление кормов и питательных веществ рационов / О. В. Завьялов, А. В. Харламов, В. А. Харламова, В. Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3 (81). С. 68–72.
3. Дерхо М. А., Фомина Н. В., Нурбекова А. А. Зависимость мясной продуктивности бычков герефордской породы от белкового спектра крови // Ветеринарный врач. 2008. № 3. С. 41–43.
4. Држевецкая И. А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной систем. М.: Высш. шк., 1994. 256 с.
5. Еременко В. И. Гормональный статус, показатели обмена веществ и резистентности у крупного рогатого скота разных пород в онто-



генезе : дис. ... д-ра биол. наук. Сумы : Сумский ГАУ, 2001. 346 с.

6. Клопов М. И., Арепьев В. В., Першина О. В. Нейрогуморальная регуляция физиологических систем и обмена органических веществ у животных : учеб. пособие. М. : ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2012. 162 с.

7. Красота В. Ф., Джапаридзе Т. Г. Разведение сельскохозяйственных животных. М. : ВНИИ, 1999. 382 с.

8. Крылов В. Н., Косилов В. И. Показатели крови молодняка казахской белоголовой породы и ее помесей со светлой-аквитанской // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. Т. 1. № 22-2. С. 121–125.

9. Кузьмич Р. Г., Ханчина А. П. Коррекция воспроизводительной функции быков-производителей // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ (Воронеж, 30.09.2010 г.) / РАНСХ, ГНУ ВНИВИПФиТ. Воронеж : Истоки, 2010. С. 139–142.

10. Нурбекова А. А., Фомина Н. В., Дерхо М. А. Зависимость мясной продуктивности молодняка герефордской породы от уровня обменных процессов в организме // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 11. С. 61–67.

11. Нурбекова А. А., Дерхо М. А., Фомина Н. В. Зависимость мясной продуктивности телят герефордской породы от уровня защитных и иммуносупрессорных белков в крови // Практик. № 1. 2008. С. 40–46.

12. Рахимов И. Х., Дерхо М. А., Позина А. П. Взаимосвязь скорости роста и показателей крови у бычков симментальской породы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 331–336.

13. Резников А. Г., Варга С. В. Антиандрогены. М., 1988. 208 с.

14. Ротмистровская Е. Г. Функциональные резервы щитовидной железы и тестостеронсинтезирующей системы у коров с разной молочной продуктивностью и их телят : дис. ... канд. биол. наук. Курск : Курская ГСХА, 2014. 209 с.

15. Сидихов Т. М. Морфологические и биохимические показатели крови бычков разных мясных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 182–185.

16. Сорокин В. И. Применение гормональных критериев для оценки фено- и генотипа мясного скота // Известия ОГАУ. 2004. Т. 4. № 4-1. С. 132–137.

17. Тореханов А. А. Воспроизводство в скотоводстве. Алма-Аты, 2005. 219 с.

18. Фомина Н. В., Дерхо М. А. Сопряженность концентрации свободных аминокислот с показателями мясной продуктивности у молодняка герефордской породы // Аграрный вестник Урала. 2010. № 12 (79). С. 51–53.

19. Чуличкова С. А., Дерхо М. А. Влияние пролактина на белковый обмен у коров на ранних сроках стельности // Вестник ветеринарии. 2014. № 3 (70). С. 51–54.

20. Эндогенные гормоны у быков-производителей в новой генерации и их связь с титром аутоиммунитета / А. И. Абилов [и др.] // Зоотехния. 2013. № 9. С. 25–28.

21. Юдин В. С. Фармако-токсикологические свойства препарата Сат-Сом и эффективность его применения для повышения спермопродукции у производителей сельскохозяйственных животных : дис. ... канд. биол. наук. Воронеж : ГНУ ВНИВИ патологии, фармакологии и терапии РАСХН, 2015. 143 с.

22. Beaver E. E., Williams J. E., Miller S. J. Influence of breed and diet on growth, nutrient digestibility, body composition and plasma hormones of Brangus and Angus stress // J. Anim. Sc. 1989. Vol. 67. № 9. P. 2415–2425.

23. Davies T. F. Diseases of the TSH receptor // Clin. Endocrinol. Metab. 1983. Vol. 12. P. 79–85.

Балтабекова Айгуль Жумагалиевна, преподаватель ветеринарных дисциплин, Коммунальное государственное казенное предприятие «Костанайский сельскохозяйственный колледж».

E-mail: ajgul2030@mail.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

УДК 636.082.32

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКРЕЩИВАНИЯ КАЗАХСКОГО БЕЛОГОЛОВОГО И СИММЕНТАЛЬСКОГО СКОТА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

В. И. Косилов, А. П. Жуков, С. С. Жаймышева

В статье представлены результаты по эффективности скрещивания скота симментальской и казахской белоголовой пород крупного рогатого скота. Установлено, что при удачном подборе пород при скрещивании и создании помесей благоприятных условий содержания и полноценного кормления отмечается проявление такого биологического явления как гетерозис. Телки всех подопытных групп во все возрастные периоды отличались достаточно высоким уровнем живой массы. При этом лидирующее положение по величине этого показателя как за отдельные возрастные периоды, так и за все время выращивания занимали помесные телки *III* группы, минимальным уровнем отличались телки казахской белоголовой породы *II* группы, молодежь симментальской породы *I* группы занимал промежуточное положение. Так, индекс гетерозиса в период с 6 до 12 мес. составлял 107,3%, с 12 до 15 мес. – 116,3%, за весь период от 6 до 18 мес. – 106,8%. В анализируемые возрастные периоды наблюдалось проявление гетерозиса по среднесуточному приросту живой массы. Индекс гетерозиса при этом составлял за период с 6 до 12 мес. – 107,2%, с 12 до 15 мес. – 116,3%, с 6 до 18 мес. – на 106,8%. Промышленное скрещивание симментальского и казахского белоголового скота способствует существенному увеличению продуктивных качеств помесей. Вследствие этого помесные телки достигли к 18 мес. живой массы 429 кг, а чистопородные сверстницы – 417,1 кг и 375,8 кг при среднесуточном приросте, соответственно, 693 г, 649 г и 591 г.

Ключевые слова: мясное скотоводство, симментальская порода, казахская белоголовая порода, помеси, живая масса, прирост.

Важнейшей народнохозяйственной задачей в настоящее время является увеличение производства говядины и обеспечение населения высококачественными продуктами питания. Для этого необходимо задействовать все резервы страны и отрасли скотоводства [1–5]. Важную роль в этом должны занимать вопросы рационального использования имеющихся генетических ресурсов как при чистопородном разведении, так и при скрещивании [6–9].

От эффективности выращивания молодняка зависит дальнейшая продуктивность [10–13]. Получить высокопродуктивных животных можно лишь при оптимальном развитии животных

на протяжении всех периодов выращивания. Система выращивания должна быть основана на известных закономерностях онтогенеза животных [14–16].

Современное животноводство не может успешно развиваться без постоянного расширения и углубления знаний о природе организма [17].

В связи с этим целью исследований являлось определение эффективности скрещивания скота симментальской и казахской белоголовой пород.

Материалы и методы

При проведении эксперимента объектом исследования являлись телочки симменталь-



ской породы (*I* группа), казахской белоголовой породы (*II* группа) и их полукровные помеси (1/2 казахская белоголовая × 1/2 симментал – *III* группа). Молодняк всех групп от рождения до 6 месяцев содержался по системе «корова-теленки» на полном подсосе под матерями. После отъема в 6-месячном возрасте телочки были объединены в один гурт и зимой содержались в облегченном помещении, с блокированным с выгульно-кормовым двором. Кормление и поение животных осуществлялось на этом дворе. С целью определения особенностей роста и развития молодняка проводилось ежемесячное взвешивание животных, по результатам которого определялся абсолютный и среднесуточный прирост живой массы.

Результаты исследований

Продуктивные качества мясного скота при жизни характеризуются комплексом показателей. Основными при этом являются живая масса в определенном возрасте, среднесуточный прирост массы тела в определенные возрастные периоды, упитанность. Следует иметь в виду, что уровень живой массы животного, генетически детерминирован. При этом при удачном подборе пород при скрещивании и создании помесей благоприятных условий содержания и полноценного кормления отмечается проявление такого биологического явления, как гетерозис [18, 19]. Это наблюдалось в наших исследованиях (табл. 1).

При этом в 6-месячном возрасте отмечалось проявление эффекта скрещивания, когда помеси на 16,6 кг (10,4%, $P < 0,01$) превосходили по живой массе сверстниц казахской белоголовой породы, но на 3,4 кг (1,9%, $P > 0,05$) уступали телкам симментальской породы (*I* группа). Молодняк казахской белоголовой породы уступал в анализируемый возрастной период телкам симментальской породы и помесям по массе тела на 20,0 кг (12,5%, $P < 0,01$) и 16,6 кг (10,4%, $P < 0,01$). Аналогичная закономерность отмечалась и в последующие возрастные периоды. Так, в 8-месячном возрасте телки симментальской породы и помеси превосходили сверстниц казахской белоголовой породы по живой массе, соответственно, на 21,6 кг (10,9%, $P < 0,01$) и 25,4 кг (12,9%, $P < 0,001$), в годовалом возрасте на 28,7 кг (10,2%, $P < 0,01$) и 34,8 кг (12,4%, $P < 0,001$), в 15 мес. – на 35,2 кг (10,8%, $P < 0,001$) и 49,8 кг (15,2%, $P < 0,001$), в полуторалетнем возрасте – 41,3 кг (11,0%, $P > 0,001$) и 53,9 кг (14,3%, $P < 0,001$).

С 8-месячного возраста отмечено проявление гетерозиса по живой массе. При этом индекс гетерозиса по массе тела в этом возрасте составлял 101,7%, в 12 мес. – 102,0%, в 15 мес. – 104,0%, в 18 мес. – 103,0%.

Таким образом, телки всех подопытных групп во все возрастные периоды отличались достаточно высоким уровнем живой массы. При этом вследствие неодинакового биоресурсного потенциала наблюдались межгрупповые разли-

Таблица 1 – Изменение живой массы телок по возрастным периодам, кг, ($\bar{X} \pm Sx$)

Возраст, мес.	Группа		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
6	180,2±2,12	160,2±2,90	176,8±3,80
8	219,0±3,88	197,41±3,99	222,8±5,10
12	310,1±4,12	281,4±5,12	316,2±6,40
15	362,1±5,40	326,9±6,90	376,7±7,91
18	417,1±6,04	375,8±7,11	429,7±8,40

Таблица 2 – Абсолютный прирост живой массы телок, кг

Возрастной период, мес.	Группа					
	<i>I</i>		<i>II</i>		<i>III</i>	
	показатель					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
6–12	129,9±6,12	3,72	121,2±4,18	1,20	139,4±4,12	4,20
12–15	52,0±1,28	2,02	45,5±1,31	6,10	60,5±6,80	2,20
15–18	55,0±2,34	3,90	48,9±1,80	7,20	53,0±5,28	7,28
6–18	236,9±4,12	2,20	215,6±4,11	1,10	252,9±11,19	10,44

чия по изучаемому показателю, обусловленные разной величиной абсолютного (валового) прироста живой массы у телок разных генотипов. При этом лидирующее положение по величине этого показателя как за отдельные возрастные периоды, так и за все время выращивания занимали помесные телки III группы, минимальным уровнем отличались телки казахской белоголовой породы II группы, молодняк симментальской породы I группы занимал промежуточное положение (табл. 2).

Так, в период с 6 до 12 мес. телки казахской белоголовой породы уступали симментальским сверстницам по абсолютному приросту живой массы на 8,7 кг (7,2%, $P < 0,05$), помесному молодняку – на 18,2 кг (15,0%, $P < 0,01$), с 12 до 15 мес., соответственно, на 6,5 кг (14,3%, $P < 0,05$) и 15,0 кг (33,0%, $P < 0,001$), с 15 до 18 мес. – на 6,1 кг (12,5%, $P < 0,05$) и 4,1 кг (8,4%, $P < 0,05$), а за весь период выращивания с 6 до 18 мес. – на 21,3 кг (9,9%, $P < 0,05$) и 37,3 кг (17,3%, $P < 0,01$).

Отмечено проявление гетерозиса по валовому признаку живой массы в отдельные возрастные периоды. Так, индекс гетерозиса в период с 6 до 12 мес. составлял 107,3%, с 12 до 15 мес. – 116,3%, за весь период от 6 до 18 мес. – 106,8%.

В заключительный период выращивания с 15 до 18 мес. отмечалось промежуточное наследование признака и наблюдался эффект скрещивания, когда помесные телки II группы недостоверно уступали сверстницам симментальской породы I группы по абсолютному приросту массы тела на 2,0 кг (3,8%, $P > 0,05$), но превосходили аналогов казахской белоголовой породы на 4,1 кг (8,4%, $P < 0,05$).

При анализе возрастной динамики и межгрупповых различий по среднесуточному приросту живой массы отмечалась такая же закономерность, как и по абсолютному (валовому) приросту массы тела (табл. 3).

Так, в период с 6 до 12 мес. телки казахской белоголовой породы уступали симментальским сверстницам по интенсивности роста на 49 г (7,3%, $P < 0,05$), помесам – на 101 г (15,0%, $P < 0,05$), с 12 до 15 мес. – на 72 г (14,2%, $P < 0,05$) и 166 г (32,8%, $P < 0,001$), за весь период выращивания с 6 до 18 мес. – на 58 г (9,8%, $P < 0,05$) и 102 г (17,3%, $P < 0,01$).

В анализируемые возрастные периоды наблюдалось проявление гетерозиса по среднесуточному приросту живой массы. Индекс гетерозиса при этом составлял за период с 6 до 12 мес. – 107,2%, с 12 до 15 мес. – 116,3%, с 6 до 18 мес. – на 106,8%.

В период с 15 до 18 мес. отмечался эффект скрещивания, вследствие чего помесные телки недостоверно уступали симментальским сверстницам по интенсивности роста в этот период на 22 г (3,7%, $P > 0,05$), но превосходили молодняк казахской белоголовой породы на 46 г (8,5%, $P < 0,05$).

В целом телки всех групп нормально росли и развивались, что подтверждается показателями относительной скорости роста.

При этом в возрастной период с 6 до 12 мес. минимальной ее величиной характеризовались телки симментальской породы. Они уступали сверстницам казахской белоголовой породы и помесам по относительной скорости роста соответственно, на 2,70 и 4,69%. В период с 12 до 15 мес. меньшей его величиной отличались телки казахской белоголовой породы, которые уступали симменталам и помесам на 0,64 и 3,44%, с 15 до 18 мес. молодняк II группы превосходил сверстниц I и III групп на 1,96 и 0,78%.

За весь период наблюдений максимальной относительной скоростью роста отличались помеси, минимальной – симменталы, телки казахской белоголовой породы занимали промежуточное положение.

Таблица 3 – Среднесуточный прирост живой массы телок, г

Возрастной период, мес.	Группа					
	I		II		III	
	Показатель					
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv
6–12	722±10,12	10,22	673±11,20	9,20	774±12,10	12,34
12–15	578±11,04	11,30	506±11,32	10,02	672±13,40	14,11
15–18	611±12,10	13,40	543±12,20	13,34	589±16,30	17,28
6–18	649±14,22	15,28	591±14,01	15,20	693±17,10	18,81



Выводы

Промышленное скрещивание симментальского и казахского белоголового скота способствует существенному увеличению продуктивных качеств помесей. Вследствие этого помесные телки достигли к 18 мес. живой массы 429 кг, а чистопородные сверстницы – 417,1 кг и 375,8 кг при среднесуточном приросте, соответственно, 693, 649 и 591 г.

Таким образом, животные всех групп, независимо от породной принадлежности, росли и развивались в соответствии с закономерностями индивидуального развития животных в онтогенезе.

Рекомендации

Полученные экспериментальные материалы свидетельствуют о том, что перспективным приемом увеличения производства мяса – говядины на Южном Урале является промышленное скрещивание симментальского и казахского белоголового скота.

Список литературы

1. Гудыменко В. В. Перспективы использования трехпородного скрещивания в скотоводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 116–118.
2. Вильвер Д. С. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы и взаимосвязь хозяйственно полезных признаков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 107–109.
3. Литовченко В. Г., Тюлебаев С. Д., Кадышева М. Д. Динамика живой массы и возраст маток разных генотипов в период становления и реализации репродуктивной функции скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 96–98.
4. Вильвер Д. С. Влияние живой массы и возраста первого осеменения телок на молочную продуктивность // Ветеринарный врач. 2007. № 3. С. 63–65.
5. Крылов В. Н., Косилов В. И. Показатели крови молодняка казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1 (17). С. 73–76.
6. Качество говядины симменталов мясного типа / Ф. Каюмов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 7. С. 16–17.
7. Вильвер Д. С. Влияние генотипических факторов на хозяйственно полезные призна-

ки коров первого отела // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 2051–2055.

8. Литвинов К. С., Косилов В. И. Гематологические показатели молодняка красной степной породы // Вестник мясного скотоводства. 2008. Т. 1. № 61. С. 148–154.

9. Вильвер Д. С. Влияние паратипических факторов на биохимический и морфологический состав крови коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 137–139.

10. Косилов В. И., Мазуровский Л. З., Салихов А. А. Эффективность двух-трехпородного скрещивания скота на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 7. С. 14–17.

11. Антонова В. С., Топурия Г. М., Косилов В. И. Методология научных исследований в животноводстве. Оренбург, 2011. 246 с.

12. Литовченко В. Г. Характеристика морфологического состава туши и ее естественно – анатомических частей по морфологическому составу у телок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (42). С. 119–121.

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

14. 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.

15. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No. 612. С. 1–8.

16. 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/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

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

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.

Косилов Владимир Иванович, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Жуков Алексей Петрович, д-р вет. наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Жаймышева Сауле Серекпаевна, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

E-mail: saule-zhaimysheva@mail.ru.

* * *

**КУКУРУЗА В РЕГИОНАХ РОССИИ:
СЕЛЕКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

*Если бы кукурузы не было,
ее следовало бы придумать.*

Перефразированный афоризм Вольтера не является преувеличением: Старый свет объективно нуждался в этой культуре и был готов к ее появлению задолго до того, как узнал о ее существовании. В этом достаточно красноречиво убеждает история распространения кукурузы по евразийскому континенту. Не вызывает большого удивления быстрое «встраивание» ее в земледелие европейского Средиземноморья и южных территорий России. Но не прошло и трех веков после открытия кукурузы европейцами, как она появилась на берегах Волги, Невы, Тобола, Иртыша, Енисея, причем в виде вполне адаптированных скороспелых сортов-популяций.

Сегодня культура кукурузы в России находится на подъеме, причем увеличение сборов зерна происходит не только за счет повышения урожайности в южных регионах страны, но и благодаря освоению новых площадей как в средней полосе, так и в северной зоне. Это требует новых подходов к селекции культуры с учетом повышенных требований к скороспелости, холодостойкости, засухоустойчивости.

Некоторым аспектам адаптивной селекции кукурузы для севера в представленной ниже подборке посвящена статья «Зерновая продуктивность гибридов кукурузы как функция географических пунктов, сроков посева и длительности хранения семян», написанная коллективом авторов под руководством ведущего селекционера страны академика В.С. Сотченко. В статье представлены результаты трехлетнего экологического испытания гибридов селекции Всероссийского НИИ кукурузы на холодостойкость за счет посева в сверххранные сроки при температуре почвы заведомо ниже биологиче-

ского минимума. Особую научную ценность представленному материалу придает размещение полевых опытов в двух географических пунктах – Ставропольском крае и Челябинской области. Это, помимо достижения основной цели исследований, позволяет выявить ряд других закономерностей, в том числе особенности проявления в фенотипе некоторых хозяйственно полезных признаков гибридов кукурузы в экстремальных климатических условиях.

Единственным учреждением, ведущим селекционную работу с кукурузой в Сибири, является Сибирский филиал ВНИИ кукурузы (г. Омск). Здесь под научным руководством доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии СССР В.С. Ильина продолжают традиции, заложенные еще в начале XX века на Западно-Сибирской опытной станции, а позднее – в лаборатории селекции кукурузы Сибирского НИИ сельского хозяйства. Статья В.С. Ильина, А.М. Логиновой, С.В. Губина, Г.В. Гетц «Кукуруза в Сибири. Успехи селекции» раскрывает основные результаты этой работы. Особое внимание уделено созданному коллективом гибриду Сибирский 135, обладающему уникальным комплексом адаптивных признаков для региона. Данный пример доказывает не только возможность, но и необходимость размещения селекции кукурузы в жестких климатических условиях.

Эффективная селекция предполагает постоянное обновление исходного материала, расширение генофонда культуры. Поиску и созданию новых генетических источников засухоустойчивости кукурузы посвящена работа А.М. Кагермазова, З.М. Малухова, А.В. Хачидогова, Р.С. Кушховой, А.В. Казмахова,

Э.Б. Хатефова «Расширение генетического полиморфизма исходного материала кукурузы для селекции на засухоустойчивость». Авторы решают проблему за счет создания тетраплоидных популяций экзотических рас кукурузы из стран Латинской Америки. Многолетние исследования показывают перспективность этого направления, обеспечивающего получение новых засухоустойчивых инбредных линий, сочетающих высокие значения комбинационной способности и экологической пластичности.

Одним из важных направлений создания гибридов кукурузы для севера является селекция на ускоренную потерю влаги зерном в предуборочный период. Сложность проблемы заключается в том, что первичная оценка исходного материала проводится в южной традиционной для селекции кукурузы зоне России, тогда как используются гибриды на севере страны. Здесь признак быстрой влагоотдачи проявляется в фенотипе весьма опосредовано, в тесном и жестком взаимодействии с погодными условиями, как правило, неблагоприятными для созревания кукурузы. Существенный вклад в выявление этого взаимодействия вносит экспериментальный материал, изложенный в статье Е.С. Ивановой, А.Д. Замятина «Особенности влагоотдачи при созревании зерна кукурузы в условиях Зауралья».

Селекционный процесс невозможен без сбора интродуцированного и индуцированного исходного материала. Этой цели служит всемирно известная коллекция бывшего Всесоюзного института растениеводства (ныне – Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова), давно ставшая легендарной. Однако при проведении этой работы возникает задача длительного хранения семян, требующая обоснования и соблюдения режимов микроклимата в хранилище, а также периодического пересева образцов. Этой проблеме

посвящена статья Г.В. Матвеевой, О.И. Силаевой «Влияние длительного хранения зерна образцов коллекции кукурузы на репродуктивные органы растений». Исследования выполнены на примере двух подвидов пищевой кукурузы – сахарной и лопающейся, а тот факт, что период хранения семян, ставших объектами исследований, составил 45 лет, делает их результаты уникальными не только для отечественной, но и для мировой практики.

Следствием принадлежности кукурузы к фотосинтетической группе «С4» является высокая чувствительность к внешним факторам, одним из которых являются фитоценотические условия. Этот фактор, проявляющийся через засоренность посевов, жестко лимитирует как развитие, так и продукционный процесс растений кукурузы. Поэтому необходимым элементом адаптированной технологии возделывания культуры в Уральском регионе, как и во всей северной зоне кукурузосеяния, является система контроля сегетальной растительности. Особенность региона заключается в том, что при использовании раннеспелых гибридов существенно удлиняется гербакритический период, а это, в свою очередь, требует протяженного во времени защитного эффекта. Разработке схем защиты растений, обеспечивающих такой эффект, посвящена работа С.Б. Сайтова «Оптимальные сроки применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы».

Предваряя раздел «Кукуруза в регионах России: селекция и технология возделывания», необходимо подчеркнуть достаточно широкую географию представленных в нем работ: Северный Кавказ, Санкт-Петербург, Южный Урал, Западная Сибирь, что само по себе придает подборке статей значительный научный интерес.

Докт. с.-х. наук
А.Э. Панфилов

ОСОБЕННОСТИ ВЛАГООТДАЧИ ПРИ СОЗРЕВАНИИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

Е. С. Иванова, А. Д. Замятин

Возделывание зерновой кукурузы в ряде районов страны из-за повышенной уборочной влажности зерна сопряжено с высокими издержками на его высушивание и транспортировку. Селекция на скороспелость и снижение уборочной влажности зерна перед уборкой является важным резервом уменьшения этих затрат. Скорость потери влаги зерном имеет сложную генетическую природу и является наследственным признаком, на реализацию которого оказывают влияние погодные условия и генотип гибрида. Для климата Зауралья можно предположить, что проявление генетических особенностей гибридов в фенотипе будет нивелироваться неблагоприятными метеорологическими условиями осени. Для изучения данного вопроса был проведен полевой опыт, целью которого стало выявление генетических различий процесса влагоотдачи у шести различных по скороспелости гибридов кукурузы на фоне различных погодных условий. В ходе исследований было установлено, что влажность зерна изменяется в экспоненциальной регрессии, а в ее динамике отчетливо выделяются два этапа: на первом наблюдается относительно быстрое снижение влажности зерна, которое резко замедляется на втором этапе после достижения им влажности 40%. Процесс потери влаги зерном кукурузы в Зауралье достаточно адекватно моделируется в виде последовательного решения группы уравнений. Также было выяснено, что в условиях Зауралья с резкими колебаниями гидро-термических условий осенью различия между гибридами с разным типом эндосперма по скорости потери влаги проявляются нерегулярно (на неблагоприятном фоне между кремнистым и кремнисто-зубовидным гибридами не выявлено существенных различий по скорости влагоотдачи, а у кремнистого гибрида этот показатель был достоверно выше, чем у зубовидного; на благоприятном фоне кремнисто-зубовидный и зубовидный гибриды показали существенные преимущества перед кремнистыми формами). Кроме того, было установлено, что независимо от морфологических особенностей гибридов преимуществами по влагоотдаче обладают более скороспелые образцы кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, гибрид, скороспелость, уборочная влажность, динамика, влагоотдача, генотип, Зауралье.

Возделывание кукурузы на зерно в ряде районов нашей страны, в частности в Челябинской области, из-за повышенной уборочной влажности зерна сопряжено с высокими издержками на его высушивание и транспортировку. Селекция на скороспелость является важным резервом снижения этих затрат. Появление в государственном реестре селекционных достижений по Сибирскому и Уральскому регионам скороспелых и ультраранних образцов [1, 2] не решило полностью проблемы, поскольку даже у этих гибридов достижение фазы полной спелости в условиях северной лесостепи наблюдается с вероятностью около 87% [3, 4].

Поэтому наряду с селекцией на скороспелость важное практическое значение имеет селекция кукурузы на снижение уборочной влажности зерна при достижении им физиологической спелости [5]. Скорость потери влаги зерном имеет сложную генетическую природу и является наследственным признаком, на реализацию которого оказывают влияние разнообразные факторы [6, 7].

Исследования, посвященные изучению средней скорости потери влаги зерном кукурузы и ее зависимости от погодных условий Челябинской области, были начаты нами в 2002 году на опытном поле Института агроэкологии

(северная лесостепь области) в посевах гибрида кукурузы Кубанский 101 СВ. В ходе работы была разработана статическая модель, связывающая среднюю температуру воздуха за период с мая по август, температуру воздуха в третьей декаде августа и сумму осадков сентября [8, 9]. Эта модель позволяла сделать заключения о достижении зерном оптимальных кондиций лишь после завершения вегетации кукурузы. Далее (с 2006 года) началась работа по разработке динамической модели, которая позволила бы давать текущий прогноз влажности зерна в соответствии со складывающимися погодными условиями [10]. В настоящее время исследования продолжают с целью дополнения рядов данных и построения более объективной модели динамики потери влаги зерном кукурузы в условиях нашего региона.

Вместе с тем, кроме абиотических факторов, динамика влажности зерна зависит от генотипа гибрида. К признакам, оказывающим влияние на уборочную влажность зерна кукурузы, относится скороспелость гибридов, консистенция и вододерживающая способность эндосперма кукурузного зерна (соотношения мучнистой и роговидной части), толщина и плотность оберток початков (может затруднить процесс испарения влаги, поражения болезнями) [6, 7, 11].

В то же время для климата Зауралья можно предположить, что проявление генетических особенностей гибридов в фенотипе будет во многом нивелироваться неблагоприятными метеорологическими условиями в осенний период.

Цель исследований: в связи с актуальностью поставленных проблем в 2013–2015 годах был проведен полевой опыт, целью которого стало выявление генетических различий процесса влагоотдачи у шести отличных по скороспелости гибридов кукурузы.

Материалы и методы

В опыт включены такие гибриды, как скороспелый (ФАО 110–120) Кубанский 101 СВ, ультраранние (ФАО 130–150) – Нур, Росс 130 МВ, Кубанский 141 СВ, Обский 140 СВ и среднеранний (ФАО 200–220) – Делитоп.

Гибрид Кубанский 101 СВ введен в схему опыта как самый ранний из реестровых гибридов, позволяющий оценить потенциальную влагоотдачу в Зауралье. Ультраранние гибриды вводились по принципу аналогии по скороспелости и различиям по морфотипу зерна. Гибриды Нур и Росс 130 МВ входят в группу ФАО 130, Кубанский 141 СВ и Обский 140 СВ – ФАО 140. При этом Нур

и Обский 140 СВ имеют кремнистый тип эндосперма, Росс 130 МВ – кремнисто-зубовидный, а Кубанский 141 СВ – зубовидный, что позволяет предположить различную способность к влагоотдаче. Делитоп – это гибрид, который позиционируется как эталон скорости влагоотдачи.

Посев гибридов проводился в 2 срока: первый срок 5–7 мая, второй через 20 дней после первого (для сравнения разновременно созревающих гибридов и сопоставления данных). Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов рендомизированное, учетная площадь делянки – 14 м².

Наблюдения охватывали период со второй декады августа по первую декаду октября; образцы зерна отбирались с интервалом в 2–3 дня. Содержание влаги в растительных образцах определяли весовым методом.

По метеорологическим условиям период проведения исследований отличался разнообразием, отражающим характерную для Зауралья континентальность климата с резкими перепадами тепло- и влагообеспеченности по годам.

Результаты исследований

Десятилетние исследования показали ряд общих закономерностей процесса влагоотдачи зерном кукурузы в условиях Челябинской области. Во-первых, во всех случаях влажность изменялась в экспоненциальной регрессии. Во-вторых, в ее динамике отчетливо выделяются два этапа с различной скоростью потери влаги: на первом этапе наблюдается относительно быстрое снижение влажности, которое резко замедляется на втором этапе после достижения зерном влажности 40 % (рис. 1).

Скорость потери влаги за период исследований существенно варьировала по годам. Так, на первом этапе (в диапазоне влажности зерна 40 % и выше) она колебалась от 0,6 до 1,76 про-

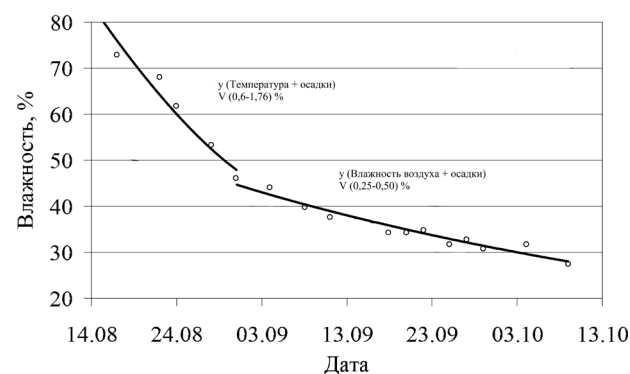


Рис. 1. Динамика влажности зерна кукурузы при созревании (Институт агроэкологии, 2006–2015 гг.)



центного пункта в сутки. В результате множественного корреляционного анализа выявлено, что скорость влагоотдачи в наибольшей степени зависела от совокупного влияния температуры воздуха и осадков: судя по значению множественного коэффициента корреляции $R = 0,91$, эта связь близка к функциональной.

На втором этапе наблюдается резкое снижение скорости потери влаги до 0,25–0,50-процентного пункта в сутки. При этом выявлена сильная обратная зависимость скорости влагоотдачи от относительной влажности воздуха ($r = -0,83$) и осадков ($r = -0,79$). Роль двух факторов неодинакова: если влажность воздуха приводит к замедлению процесса, то под влиянием осадков влагоотдача просто останавливается и возобновляется после их прекращения. Температура в этот период влияет на ход потери влаги лишь опосредованно, определяя относительную влажность воздуха.

Как показали многолетние исследования, процесс потери влаги зерном кукурузы в Зауралье может быть описан путем последовательного решения группы уравнений:

$$m_0 = S_t / (0,076 \cdot S_t - 76,68),$$

где m_0 – стартовая влажность зерна к середине августа, %;

S_t – сумма температур воздуха выше 10 °С за период с 1 июня по 15 августа;

$$\Delta m_1 = 0,128 \cdot t - 0,0111 \cdot p + 0,7549,$$

где Δm_1 – скорость потери влаги зерном на первом этапе, %/сутки;

t – средняя температура воздуха на протяжении первого этапа, °С;

h – средняя относительная влажность воздуха, %;

p – сумма осадков на протяжении второго этапа влагоотдачи, мм;

$$\Delta m_2 = 1,269 - 0,0135 \cdot h + 4,139/p,$$

где Δm_2 – скорость потери влаги зерном на втором этапе, %/сутки;

h – средняя относительная влажность воздуха, %;

p – сумма осадков на протяжении второго этапа влагоотдачи, мм.

Результатом этого решения являются прогнозные оценки не только перечисленных параметров, но и даты перехода ко второму этапу влагоотдачи, а также конечной влажности зерна к концу первой декады октября (предельный срок уборки зерновых культур в Зауралье). Различия между фактической и прогнозируемой влажностью в среднем по годам составили 0,6 процентов.

Таким образом, процесс потери влаги как функция погодных условий моделируется достаточно адекватно.

Что касательно влияния генотипа на процесс влагоотдачи зерном кукурузы, то в научной литературе имеются различные мнения о связи потери влаги зерном в период созревания и его типом. Как правило, считается, что влагоотдача интенсивнее происходит у гибридов с зубовидным типом зерна [6, 11, 12]. В результате наших исследований это положение не находит систематического подтверждения.

2013 и 2014 годы отличались неблагоприятным погодным фоном в период созревания зерна, связанным с высокой относительной влажностью воздуха и частыми осадками. На этом фоне между кремнистым гибридом Нур и кремнисто-зубовидным Росс 130 СВ не выявлено существенных различий по скорости потери влаги зерном (табл. 1). Еще более

Таблица 1 – Динамика потери влаги зерна гибридами в период проведения исследований на втором этапе влагоотдачи

Гибрид	Скорость влагоотдачи, %/сут		
	2013 год	2014 год	2015 год
Кубанский 101 СВ	0,25	0,27	0,46
Нур	0,18	0,36	0,34
Росс 130 СВ	0,21	0,35	0,38
Кубанский 141 СВ	0,21	0,38	0,38
Обский 140 СВ	0,26	0,43	0,33
Делитоп	0,32	0,23	0,19
НСР ₀₅	0,03	0,05	0,04

парадоксальные результаты показывает сравнение гибридов Кубанский 141 СВ и Обский 140 СВ: у кремнистого гибрида в оба года скорость влагоотдачи была достоверно выше, чем у зубовидного.

Лишь на благоприятном фоне 2015 года кремнисто-зубовидный гибрид Росс 130 и зубовидный Кубанский 141 СВ показали существенные преимущества перед кремнистыми формами.

Для объяснения этого факта нами было сделано предположение о том, что процесс потери влаги в полевых условиях является обратимым, и в 2014 году в лабораторных условиях проведен опыт по насыщению зерна с разным строением эндосперма влагой в эксикаторе (рис. 2).

Как можно заметить, сорбция влаги зерном интенсивнее происходит у гибридов с зубовидным типом зерна - у Кубанского 141 СВ и Росс 130 СВ. Это объясняет преимущество кремнистых форм в 2013 и 2014 годах на фоне высокого увлажнения в осенний период. Лишь при низкой влажности воздуха в 2015 году кремнистые гибриды существенно уступали по скорости влагоотдачи зубовидным.

Среднеранний гибрид Делитоп, который позиционируется как гибрид с ускоренной влагоотдачей, показал лучший результат потери влаги (0,32 % в сутки) лишь в 2013 году. Однако, будучи среднеранним гибридом, в 2014 и 2015 годах он достоверно уступал ультраранним образцам, так как физиологическая спелость у него смещалась на конец сентября с неблагоприятными погодными условиями.

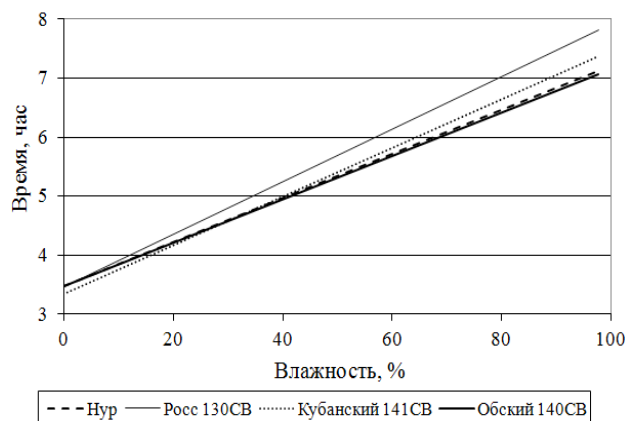


Рис. 2. Динамика насыщения влагой зерна кукурузы, 2014 год

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: 1) в условиях Зауралья с резкими колебаниями гидротермических условий в осенний период различия между гибридами с разным типом эндосперма по скорости потери влаги проявляются нерегулярно; 2) независимо от морфологических особенностей гибридов преимуществами по влагоотдаче, как правило, обладают более скороспелые образцы кукурузы.

Список литературы

1. Панфилов А. Э. Биологические и технологические аспекты адаптации зерновой кукурузы в Зауралье // Вестник ЧГАУ. 2007. Т. 49. С. 65–70.
2. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорго / Г. М. Полетаев, В. Ф. Воловик, В. М. Гонгарова, С. Н. Четвертин // Кукуруза и сорго. 2007. № 2. С. 13–24.
3. Корыстина Д. С., Ткачев В. Н. Вероятный прогноз варьирования уборочной влажности зерна кукурузы в различных условиях вегетации // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. тр. / под ред. В. А. Липпа. Челябинск : Изд-во ЧГАУ, 2005. Вып. 5. С. 55–61.
4. Мустяца С. И. Уборочная влажность зерна раннеспелых линий // Кукуруза и сорго. 1991. № 5. С. 14–16.
5. Асыка Ю. А., Трофимов В. А. О селекции кукурузы на ускоренное высыхание зерна при созревании // Сельскохозяйственная биология. 1988. № 2. С. 3–9.
6. Орлянский Н. А. Селекция кукурузы на пониженную уборочную влажность зерна для Центрально-Черноземной зоны // Кукуруза и сорго. 2004. № 3. С. 10–13.
7. Панфилов А. Э., Иванова Е. С. Динамика влажности зерна кукурузы в связи с гидротермическими условиями // Известия Челябинского научного центра. 2008. № 1 (39). С. 87–90.
8. Иванова Е. С. Динамическая модель потери влаги зерном кукурузы с учетом влияния экологических факторов // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 64. С. 120–124.
9. Панфилов А. Э., Иванова Е. С. Динамика влажности зерна кукурузы как функция погодных условий // Кукуруза и сорго. 2013. № 3. С. 7–11.
10. Зозуля А. Л. Селекция кукурузы на снижение уборочной влажности зерна // Селекция и семеноводство : сб. науч. тр. Киев : Урожай, 1982. Вып. 51. С. 3–6.



11. Мустяца С. И. Создание и оценка ран-
неспелых линий // Кукуруза и сорго. 1994. № 6.
С. 8–11.

Иванова Евгения Сергеевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры экологии, агрохимии и защиты растений, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Ivanovageka-ru@yandex.ru.

Замятин Андрей Дмитриевич, ассистент кафедры экологии, агрохимии и защиты растений, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Zamiatinand@gmail.com.

* * *

УДК 631.52 : 633.15

КУКУРУЗА В СИБИРИ. УСПЕХИ СЕЛЕКЦИИ

В. С. Ильин, А. М. Логинова, С. В. Губин, Г. В. Гетц

Кукуруза – одна из важнейших кормовых культур в мире. Без нее невозможно организовать экономически эффективное животноводство. Неуклонно растет интерес к выращиванию кукурузы в Сибири, при этом существует явный недостаток районированных гибридов для этого обширного региона нашей страны: из более чем 800 гибридов, сортов и гомозиготных линий, внесенных в Государственный Реестр селекционных достижений Российской Федерации на начало 2016 года, только 59 допущено к использованию в 10 агроклиматической зоне. Их семеноводство практически не ведется. Над решением этой проблемы работают ученые в Сибирском филиале Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы, расположенном в Омске. В данной статье приведена краткая история селекционной работы с кукурузой в Западной Сибири и создания лаборатории кукурузы в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства, позднее реорганизованной в Филиал ВНИИ кукурузы. Приведены результаты многолетней работы сибирских селекционеров с кукурузой с 1962-го по 2016 годы. Дана краткая характеристика наиболее перспективных инбредных линий, с которыми ведется работа в филиале в настоящее время. Овещены результаты экологического испытания наиболее раннеспелых отечественных гибридов кукурузы: Катерина, Машук 150, Машук 170, Обский 140 СВ, Кубанский 101, а также новых гибридов, созданных в ВНИИ кукурузы с участием Сибирского филиала. Статья содержит описание нового раннеспелого гибрида кукурузы Сибирский 135 и рекомендации по его использованию в производстве. Гибрид Сибирский 135 за годы испытаний показал прибавку урожая сухого зерна 0,98 т к стандарту Омка 130.

Ключевые слова: раннеспелые гибриды кукурузы, уборочная влажность зерна, всходы, цветение початка, урожайность зерна.

Кукуруза – основа прочной кормовой базы для всех видов сельскохозяйственных животных. Нет необходимости говорить, о ее важном значении как зерновой и кормовой культуры. Она имеет высокий потенциал урожайности зерна и зеленой массы. Это универсальная культура. Зерно используют на корм скоту, для производства продуктов питания и промышленного сырья. Кроме того, на корм идут зеленая масса и заготовленный из нее силос, солома и все части початка. Переваримость кукурузного корма доходит до 90 %. Развитие эффективного животноводства, которое в последнее время стало одной из приоритетных государственных

задач, невозможно без активного и разностороннего использования кукурузы [1, 2, 3].

Кукуруза имеет важное агротехническое значение: за время ее вегетации на поле проводятся мероприятия по борьбе с сорной растительностью; подземная часть кукурузы хорошо разлагается, улучшает структуру пахотного слоя почвы и служит отличным органическим удобрением для последующих культур [1, 4, 5].

Сегодня в Госреестр Российской Федерации ежегодно включаются все новые и новые гибриды кукурузы. На 2016 год их уже около 800, из них только 59 гибридов допущены к использованию в 10 агроклиматической зоне.



Причем семеноводство по большинству из них не ведется. Селекционерам в России необходимо решать вопрос о создании гибридов кукурузы, приспособленных к условиям выращивания в конкретных агроклиматических зонах нашей страны, и о налаживании качественного семеноводства таких гибридов.

Немного об истории. Кукуруза появилась в Сибири вместе с переселенцами, которые ехали сюда в поисках лучшей доли. Высевая кукурузу на пищевые цели, крестьяне одновременно вели отбор более скороспелых форм. Проводились некоторые опыты и в научных учреждениях. В 1913 г. в Курганском уезде провели первые сортоиспытания кукурузы. Известный агроном Н. Л. Скалозубов принимал в этом непосредственное участие. Из 58 образцов кукурузы наиболее скороспелыми были кремнистые сорта [6]. Работы с кукурузой постепенно активизировались. Только Западно-Сибирская опытная станция (г. Омск) ежегодно испытывала несколько десятков сортов. Начали вести работу с кукурузой в пригороде Барнаула, на Минусинском опытном поле, на Славгородской опытной станции. В 1930 году в Омске на Западно-Сибирской опытной станции работал П. М. Котов, который начал проводить работу по межсортовой гибридизации. К сожалению, в 1934 году работа с кукурузой в Омске была приостановлена.

Опытные работы по кукурузе в Омске возобновились в 1953 году в лаборатории генетики СибНИИСХ, которой руководил Г. П. Высокос. В 1955 году, с приходом в СибНИИСХ Б. И. Герасенкова, были широко развернуты работы по изучению биологии кукурузы, различных методов селекции, агротехники и семеноводства. Под его руководством в 1963 году была создана лаборатория кукурузы СибНИИСХ. Прделана большая работа по изучению местного и ино-районного материала, созданию самоопыленных линий, местных скороспелых сортов и гибридов, разработке агротехники возделывания кукурузы. В результате большой работы Б. И. Герасенкова, В. П. Рагозиной, Л. П. Гончаровой, Н. В. Соболевой и других были созданы местные скороспелые сорта и гибриды кукурузы: Омская 2, Омская 5, Омская 8, Омский 22 [7, 8].

В 1997 году на базе лаборатории кукурузы СибНИИСХ был создан Сибирский филиал ВНИИ кукурузы. Руководили филиалом В. С. Ильин (1997–1999 гг.), И. В. Ильин (1999–2004 гг.), А. М. Логинова (с 2004 г. – по н.в.) [1].

В настоящее время в такой обширной зоне, как Сибирь, селекционная работа с кукурузой ведется только в Омске. За время работы коллектива лаборатории селекции кукурузы СибНИИСХ и совместной работы в объединении «Север» и Сибирского филиала ВНИИ кукурузы

Таблица 1 – Гибриды кукурузы, созданные с участием омских селекционеров и включенные в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации

Название гибрида	Год включения в Госреестр	Номер авторского свидетельства
1. Омский 2 (сорт)	1962	147
2 Омский 22	1972	255
3. Коллективный 220 ТВ	1981	2972
4. Коллективный 101 ТВ	1982	3201
5. Коллективный 244 ТВ	1982	3204
6. Коллективный 270 МВ	1986	4153
7. Коллективный 245 ТВ	1987	4372
8. Бекоста ТВ	1987	4368
9 Коллективный 100 ТВ	1988	4685
10. Коллективный 160 ТВ	1988	4686
11. Коллективный 147 ТВ	1989	4953
12. Нарт 150 СВ	1992	5852
13. Омский 140	1998	28 379
14. Омка 130	2001	31 918
15. Омка 150	2001	31 919
16. Светоч	2001	32 119
17. Омка 135	2012	52 176
18. Сибирский 135	2016	

создано с нашим участием и включено в Государственный Реестр России 18 гибридов кукурузы (табл. 1). Поля филиала ежегодно посещают многочисленные делегации руководителей, специалистов хозяйств, в том числе и руководители региона.

При участии сотрудников Сибирского филиала ВНИИ кукурузы опубликована монография «Кукуруза в Сибири», ежегодно публикуются статьи в научных журналах. Получено 32 авторских свидетельства на новые линии и гибриды, а также 18 патентов на инбредные линии.

В настоящее время наш филиал обладает коллекцией уникальных инбредных линий, которые служат донорами полезных признаков и используются при создании высокоурожайных раннеспелых гибридов кукурузы для условий Сибири и других регионов Российской Федерации со сложными агроклиматическими условиями (табл. 2).

Непременное условие повышения урожайности кукурузы как на зерно, так и для получения высококачественного силоса – это внедре-

ние высокопродуктивных гибридов, а в наших условиях – использование только раннеспелых гибридов. Вторым важным условием возделывания кукурузы, является возделывание гибридов по оптимальной для конкретных условий, экономически выгодной технологии [9, 10, 11, 12].

Результаты испытания раннеспелых гибридов кукурузы в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы (г. Омск) за 3 года приведены в таблице 3.

Выбор гибрида зависит от климатических условий зоны возделывания кукурузы, а также от уровня применяемых агротехнических мер. Для Сибири нужны раннеспелые гибриды, которые в условиях применения зерновой технологии возделывания могут дать высокие урожаи высококачественной силосной массы и фуражного зерна [13].

Успехом сибирской селекции стал новый раннеспелый гибрид Сибирский 135, который за время испытаний превзошел другие раннеспелые гибриды кукурузы по урожайности и скороспелости.

Таблица 2 – Характеристика инбредных линий кукурузы, созданных в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы, выделившихся по комплексу полезных признаков по результатам испытания 2010–2014 гг.

Линия	Продолжительность периода «всходы – цветение початка», суток	Высота растения, см	Высота прикрепления початка, см	Урожайность, т/га
Ом 196	48,6	166,7	44,6	3,26
Ом 136	47,9	143,4	38,1	2,81
Ом 14	49,3	168,0	41,6	3,64
Ом 397	50,4	138,0	36,9	2,16
Ом 401	54,5	155,1	56,0	2,86
Ом 172	57,7	160,3	46,2	3,47

Таблица 3 – Результаты испытания раннеспелых гибридов кукурузы в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы (г. Омск) за 3 года*

Гибриды	Урожай зерна 14% влажности, т/га				Уборочная влажность зерна, %				Период «всходы – цветение початка», дней			
	Годы				Годы				Годы			
	2013	2014	2015	Сред.	2013	2014	2015	Сред.	2013	2014	2015	Сред.
Катерина – st	5,0	4,2	4,9	4,7	39,9	41,9	40,0	40,6	57	65	56	59,3
Сибирский 135	6,7	5,5	5,8	6,0	37,7	39,8	38,3	38,6	52	59	50	53,7
Машук 150	5,1	4,1	4,8	4,7	39,7	41,1	39,8	40,2	58	64	55	59,0
Машук 170	5,5	4,1	4,3	4,6	40,0	42,0	40,1	40,7	58	67	56	60,3
РДТ7/05x136	6,9	5,4	5,8	6,0	36,5	39,8	38,0	38,1	51	59	50	53,3
РДТ7/05x14		5,9	5,3	5,6		39,9	39,9	39,9		59	52	55,5
Обский 140 СВ	6,0	4,2	3,7	4,6	39,1	41,7	40,1	40,3	54	67	56	59,0
Кубанский 101	4,2	4,0	5,4	4,5	34,2	38,7	36,7	36,5	48	56	47	50,3

*Удобрения и орошение при испытании гибридов не применялись.

Гибрид кукурузы Сибирский 135 (рис. 1) создан совместно селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы и Сибирского филиала ВНИИ кукурузы (г. Омск) и в 2016 г. включен в Госреестр Российской Федерации.

Гибрид кукурузы СИБИРСКИЙ 135 – раннеспелый, трехлинейный гибрид зернового и силосного направления использования. Его можно с успехом выращивать для получения фуражного зерна и высококачественного силоса кукурузы в регионах с ограниченным периодом вегетации, т. е. для степных и лесостепных районов Сибири.

При испытании нового гибрида стандартом для него был взят известный в Сибири раннеспелый гибрид кукурузы Омка 130, выведенный нами совместно с фирмой КВС (Германия).

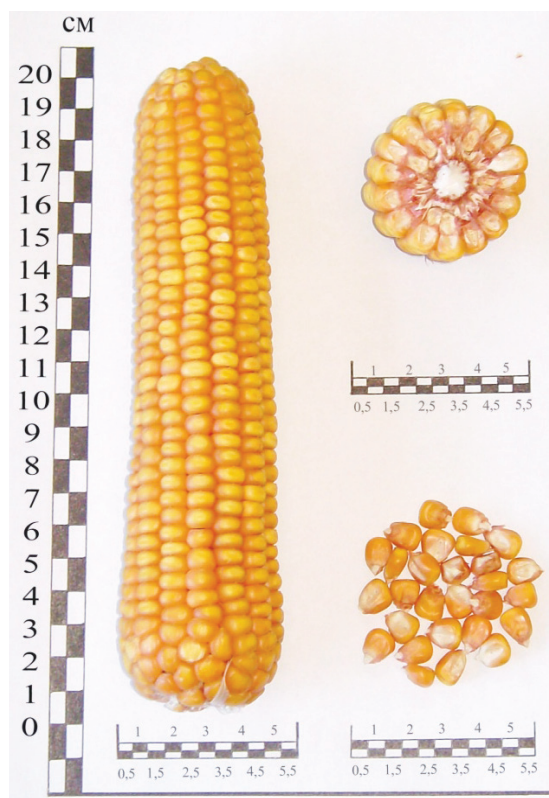


Рис. 1. Зерно и початок гибрида Сибирский 135

Результаты испытания гибридов кукурузы Омка 130 и Сибирский 135 в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы (г. Омск) (2008–2015 гг.) отражены в таблице 4.

В среднем за 8 лет прибавка урожая зерна (при 14% влажности) по новому гибриду кукурузы Сибирский 135 по сравнению с гибридом Омка 130 составила 0,98 т/га. Это очень убедительная прибавка.

Важным показателем раннеспелости любого гибрида является продолжительность периода «всходы – цветение початка» и уборочная влажность зерна [14, 15]. Период «всходы – цветение початка» у нового гибрида составляет в среднем 52 дня, то есть практически не уступает раннеспелому стандарту – Омка 130.

Уборочная влажность зерна в среднем за шесть лет составила 38,1%, повышаясь в отдельные годы до 35%.

Высота растений гибрида Сибирский 135 – 220–225 см, высота прикрепления нижнего початка – 70–75 см. Это тоже положительное качество данного гибрида, так как потери урожая при уборке будут сведены к минимуму.

Выводы и рекомендации

При выращивании кукурузы на зерно, особенно в зоне рискованного земледелия, необходимо строжайшим образом соблюдать технологию возделывания. А именно: наиболее ранний для региона срок посева, использование сеялок точного высева, грамотно применять современные гербициды для борьбы с сорняками, в соответствии с агрохиманализом конкретного поля, применять минеральные и органические удобрения, тщательно продумать всю технологию уборки и хранения полученного урожая – на зерно или зерноотрубную смесь.

Факторов, которые могут оказать влияние на урожайность кукурузы много, но мы бы хотели остановиться на двух основных. Это тип гибрида (генетика) и технология возделывания. Соотношение между этими факторами пример-

Таблица 4 – Результаты испытания гибридов кукурузы Омка 130 и Сибирский 135 в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы (г. Омск) (2008–2015 гг.)*

Гибриды кукурузы	Урожай зерна 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Период «всходы – цветение початка», суток
Омка 130	4,80	38,1	51,2
Сибирский 135	5,78	38,1	52,3

*Удобрения и орошение при испытании гибридов не применялись.

но одинаковое, то есть 50% приходится на выбор гибрида кукурузы, т. е. на генетику и 50% – на агротехнику (технология возделывания). Приобретение семян даже самого хорошего гибрида кукурузы не гарантирует успеха, если не будет соблюдена технология возделывания. И, наоборот, при неправильном выборе гибрида кукурузы никакая технология не поможет вам получить хороший высококачественный урожай фуражного зерна или силосной массы.

Список литературы

1. Кукуруза в Сибири : монография / Н. И. Кашеваров, В. С. Ильин, Н. Н. Кашеварова, И. В. Ильин. Новосибирск, 2004. 400 с.
2. Сотченко В. С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов // Селекция, семеноводство, технология возделывания кукурузы. Пятигорск, 2009. С. 12–22.
3. Шукис Е. Р. Кукуруза – стратегическая кормовая культура // Особенности возделывания кукурузы в Западной Сибири. Барнаул, 2000. С. 9–10.
4. Сотченко Ю. В. Состояние и перспективы семеноводства кукурузы // Кукуруза и сорго. 2014. № 1. С. 3–8.
5. Ильин В. С., Ильин И. В., Логинова А. М. Раннеспелая кукуруза – важнейший резерв увеличения производства зернофуража // Особенности возделывания кукурузы в Западной Сибири : тезисы докладов. Барнаул, 2000. С. 14–16.
6. Соколов Б. П. Основы селекции и семеноводства кукурузы. М., 1968. С. 5–7.
7. Ильин В. С., Ильин И. В. История селекции кукурузы в Сибири // Сборник научных трудов. Омск, 1998. Т. 2. С. 22–29.
8. Соболева Н. В., Ильин В. С., Логинова А. М. Каталог самоопыленных линий кукурузы. Новосибирск, 1999. 120 с.
9. Силантьев А. Н., Киреев М. А., Ильин И. В. Особенности возделывания кукурузы в Западной Сибири. Барнаул, 2000. С. 39–46.
10. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]. М. : ООО «ДЛВ Агродело», 2014. 390 с.
11. Панфилов А. Э., Казакова Н. И. Эффективность использования атмосферных факторов при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья // Кукуруза и сорго. 2010. № 3. С. 7–10.
12. Панфилов А. Э. Проблемы и перспективы выращивания кукурузы на зерно в Зауралье // АПК России. 2012. Т. 61. С. 115–119.
13. Силантьев А. Н. Основные пути совершенствования кукурузоводства в Западной Сибири // Сборник научных трудов. Омск, 1998. Т. 1. С. 46–52.
14. Ильин В. С. Раннеспелая кукуруза в Западной Сибири : метод. рекомендации. Новосибирск, 1982.
15. Панфилов А. Э., Иванова Е. С. Предуборочная и послеуборочная динамика влажности зерна кукурузы в связи с десикацией посевов // Кукуруза и сорго. 2007. № 5. С. 10–14.

Ильин Владимир Семенович, д-р с.-х. наук, ст. научн. сотрудник, Сибирский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Логинова Антонина Михайловна, директор, Сибирский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Губин Сергей Валерьевич, ст. научн. сотрудник, Сибирский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Гетц Галина Васильевна, ст. научн. сотрудник, Сибирский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

* * *



УДК 631.52 : 633.15

РАСШИРЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов, Р. С. Кушхова, А. В. Казмахов, Э. Б. Хатефов

Проведены лабораторные и полевые испытания экзотических рас кукурузы, тетраплоидных популяций и межпопуляционных тетраплоидных гибридов на устойчивость к засухе. Испытания проводили в полевых условиях на влагообеспеченном и засушливом фонах, а также в лаборатории методом проращивания в осмотическом растворе сахарозы. Всего было выделено 7 экзотических рас, которые проявили наибольшую продуктивность по результатам различных тестов. Это расы: Tuxpeno, Michoacan, Dente Rio Grandese Rigoso (DRGR), Nal-Tel, Cateto Sulino Grosso (CSG) и кремнистая позднеспелая линия 71-218L-185 из Аргентины (к-17385). Результаты анализа на устойчивость исходных тетраплоидных популяций к водному дефициту показали, что в сравнении со стандартным значением (по среднему баллу) выделились варианты ПП № 1, ПП № 5, ПП № 6, ПП № 7, которые и были включены в дальнейшие испытания. Были получены гибридные комбинации между экзотическими расами и тетраплоидными популяциями. Для этого использовали метод колхицинирования проростков рас с последующим перенесением пыльцы на рыльца початков тетраплоидных популяций. Полученные гибридные комбинации были также проанализированы по признаку устойчивости к засухе и на их основе заложены сложные гибридные комбинации. Установлено, что сложные межпопуляционные гибридные комбинации (ПП1/18×ПП 5/20), (ПП1/22×ПП6/22), (ПП1/22×ПП7/20), (ПП4/20×ПП6/22), (ПП6/22×ПП7/22) характеризуются высокой экологической пластичностью ($bi > 1$) и низкой стабильностью урожаев ($S2i < 10$), поэтому эти гибридные комбинации будут отзывчивы на высокий агрофон. Проведенный анализ экологической пластичности и стабильности позволил выделить сложную межпопуляционную гибридную комбинацию (ПП5/20×ПП7/20) как лучшую по пластичности и стабильности. На основе этого и других засухоустойчивых комбинаций рекомендуется закладывать инбредные засухоустойчивые линии.

Ключевые слова: кукуруза, экзотические расы, тетраплоидные популяции, тетраплоидные гибриды, комбинационная способность, экологическая пластичность и стабильность, урожай зерна, засухоустойчивость.

Глобальное потепление климата сопровождается рядом негативно влияющих на сельскохозяйственные культуры, в том числе кукурузу, явлений. Особенно вредоносными являются периодически повторяющиеся воздушные и почвенные засухи, наносящие ощутимый экономический ущерб [1/7; 2/8; 3; 4/6; 5/10; 6/9]. Внедрение в производство засухоустойчивых сортов или гибридов с высокой экологической пластичностью позволяет снизить потери зерна от воздействия засухи. Но количество генетических источников засухоустойчивости кукурузы незначительно и недостаточно разнообразно по происхождению [7/4; 8/11; 9/14]. Поэтому поиск

новых источников засухоустойчивости кукурузы с расширенным генетическим разнообразием плазмы остается актуальным по сей день. Целью проведенных нами исследований являлось получение и селекционная оценка новых тетраплоидных источников засухоустойчивости кукурузы с широким генетическим полиморфизмом, оценка их возможного практического применения в селекции кукурузы на гетерозис.

Методика

Опыты были заложены в предгорной зоне на территории НПО № 1 «НАРТАН» (влагообеспеченный фон) и в степной зоне НПУ № 2

«ОПЫТНОЕ» (засушливый фон) ГНУ КБНИ-ИСХ Россельхозакадемии в период с 2007-го по 2010 гг. Тетраплоидные популяции и их гибриды сравнивали с диплоидным стандартом Краснодарский 382МВ по сложной схеме. Такой выбор вызван тем, что в Госреестре селекционных достижений РФ нет районированных сортов и гибридов тетраплоидной кукурузы [10/1]. На изолированных участках (засушливый и влагообеспеченный фон) высевали гибриды тетраплоидной кукурузы на делянках площадью 9,8 м². Опыт был заложен в трехкратной повторности двурядковыми делянками по схеме 70×35 см. Густота стояния формировалась вручную, из расчета 50 тыс./га, или 49 растений на делянке. Делянки размещались в первой повторности систематически, а в последующих рендомизированно. Размещение опытов и повторности были одинаковыми для обоих блоков. В исследованиях, проведенных Э.Б. Хатефовым [11/12; 12/13], были отселектированы тетраплоидные популяции с высокой семенной плодovitостью початка из исходных низкоплодовитых, селекции КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко [13/15]. На основе изученных им популяций нами были заложены линии и гибриды с различными экзотическими расами кукурузы из стран Латинской Америки. Фенологические наблюдения, измерения и учеты проводили по «Методическим указаниям по селекции кукурузы ВНИИК» и методическим указаниям ВИР «Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы». Дисперсионный анализ проведен по методике Б.А. Доспехова [14/2], определение экологической пластичности по методике В.З. Пакудина, Л.Н. Лопатиной [15/5].

Результаты исследований Тестирование исходного материала на засухоустойчивость

Нами было применено несколько тестов для выявления признака засухоустойчивости

по вариантам опыта. Из имеющейся коллекции экзотических рас кукурузы, полученной из КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко и ВНИИР им. Н.И. Вавилова, в 2006 году были выделены расы, которые успевали зацвести в условиях регулируемого фотопериода. Отдельные проростки экзотических рас предварительно колхичинировали для получения межпопуляционных гибридных комбинаций на тетраплоидных тестерах. В лабораторных условиях подвергали анализу свежесобранные пыльцевые зерна и зрелые зерновки кукурузы. Изучение фертильности пыльцы проводили методом окрашивания раствором йода в йодистом калии (р-р Люголя), что позволило выделить предположительно устойчивые к засухе расы. Проведенное дополнительно тестирование семян в соматическом растворе сахарозы при 12 атм. (табл. 1) показало различную реакцию гибридов на высокое осмотическое давление.

Всего было выделено 7 экзотических рас, которые проявили наибольшую продуктивность по результатам двух тестов. Это расы: Tuxpeno, Michoacan, DenteRioGrandeseRigoso (DRGR), Nal-Tel, CatetoSulinoGrosso (CSG) и кремнистая позднеспелая линия 71-218L-185 из Аргентины (к-17385). Максимальное количество баллов наблюдалось в расах DenteRioGrandeesRigoso и Nal-Tel (5 баллов), а минимальное – в расах CatetoSulinoGrosso (3 балла). Тем не менее все образцы были включены в скрещивание с тетраплоидными тестерами и испытаны в полевых условиях. Результаты тестирования пыльцевых источников тетраплоидной кукурузы показали, что 4 популяции из 7 имели значения выше стандарта (табл. 2). Минимальное значение показали популяции ПП № 2, ПП № 3 и ПП № 4. Причиной низкого показателя популяции ПП № 2 является пониженная сосущая сила проростков в сахарозе. В популяциях ПП № 3 и ПП № 4 обнаружена слабая устойчивость к дефициту влаги в почве

Таблица 1 – Характеристика источников засухоустойчивости по фертильности пыльцы и сосущей силе проростков

№ п/п	Название	Дней до цветения (фотокабина)	Тест в сахарозе 12 атм., Балл	Фертильность пыльцы, (%)
1	Michoacan 21	65	3	82
2	Dente Rio GrandeseRigoso	75	5	89
3	Tuxpeno 1	70	2	82
4	CatetoSulino Grosso	95	3	81
5	71-218L-185	65	4	87
6	Nal-Tel	70	5	85



на засушливом фоне посева. На влагообеспеченном и засушливом фонах посева наименьшие различия по всхожести семян имели популяции ПП № 1, ПП № 2 и ПП № 5.

Популяция ПП № 2, несмотря на низкую сосущую силу проростков, показала относительную засухоустойчивость близких стандартному значению и выше среднего значения на 10,9%. Популяции ПП № 2, ПП № 6 и ПП № 7 превышают стандарт по всхожести при посеве в оптимальные сроки. Тем не менее все изученные популяции были включены в гибридизацию. Результаты анализа на устойчивость исходных тетраплоидных популяций к водному дефициту показали, что в сравнении со стандартным значением (по среднему баллу) выделялись популяции ПП № 1, ПП № 5, ПП № 6, ПП № 7, которые и были включены в дальнейшие испытания.

Полученные межпопуляционные гибриды при посеве в следующем году на засушливом и влагообеспеченном фонах успешно цвели в условиях длинного дня. Как показали результаты тестов, наиболее устойчивыми к дефициту влаги оказа-

лись популяции, содержащие генетическую плазму расы Michoacán 21, DenteRioGrandeseRigoso, Nal-Tel и CatetoSulinoGrosso, менее устойчивыми были гибриды с расой Tuxpeño 1, значения которой были ниже стандарта.

Значения разности урожая зерна, полученные на различных фонах влагообеспеченности посевов, показали наиболее достоверную информацию о величине засухоустойчивости изучаемых популяций. В качестве критерия устойчивости брали минимальное значение разности урожая зерна между двумя фонами влагообеспеченности. Результаты такого рода тестов дают представление о способности формировать хозяйственно годный початок в условиях недостаточной влагообеспеченности. Показатели экологической стабильности и пластичности были оценены в 21 межпопуляционных гибридов, полученных по диаллельной схеме скрещиваний. Межпопуляционные гибридные комбинации тетраплоидной кукурузы в среднем за годы исследований показали урожайность ниже значений стандартного диплоидного гибрида на влагообеспеченном и засушливом фонах (табл. 3).

Таблица 2 – Устойчивость исходных тетраплоидных популяций к водному дефициту

№	Варианты опыта	Всхожесть, %			Средний балл
		Сахароза 12 атм.	Засушливый фон	Влагообеспеченный фон	
1	Краснодарский 382 МВ- St	39,3	48,8	90,6	59,5
2	ПП № 1	44,1	56,2	92,6	64,3
3	ПП № 2	27,5	47,0	90,5	55,0
4	ПП № 3	36,2	22,6	85,9	48,2
5	ПП № 4	41,8	37,7	88,2	55,9
6	ПП № 5	45,5	52,0	95,5	64,3
7	ПП № 6	39,5	46,6	95,9	80,6
8	ПП № 7	40,2	50,1	94,0	81,4
	$\bar{X}_{\text{средн.}}$	39,25	44,6	91,8	58,5
	НСР _{0,5}	3,7	2,5	11,7	

Таблица 3 – Урожайность межпопуляционных тетраплоидных гибридов кукурузы, т/га (2008 г.)

№	Варианты	Урожайность зерна, т/га		Средняя по популяциям
		Влагообеспеченный фон	Засушливый фон	
1	Стандарт (Краснодарский 382 МВ)	9,8	7,1	8,45
2	ПП 1/18	8,1	5,6	6,85
3	ПП 1/22	9,0	6,3	7,65
4	ПП 4/20	6,8	4,5	5,65
5	ПП 5/20	7,0	5,7	6,35
6	ПП 6/22	7,5	6,4	6,95
7	ПП 7/20	8,4	5,9	7,15
8	ПП 7/22	7,5	6,3	6,9
	Средняя по фонам (без стандарта)	7,75	5,81	6,78
	НСР ₀₅	0,18	0,19	0,17

Анализ средней урожайности по вариантам на засушливом и влагообеспеченном фонах также не выделил по этому признаку каких-либо комбинаций. Но среднее значение урожая зерна по семи межпопуляционным гибридным комбинациям имели значения выше стандарта. Для более полной характеристики линий мы провели расчет параметров экологической пластичности и стабильности. Изучение линий регрессии при различных фонах влагообеспеченности (рис. 1) показало, что в популяциях ПП5/20, ПП6/22 и ПП7/22 динамика регрессии урожая зерна меньше, чем в остальных популяциях, тогда как фактический урожай зерна меньше стандартного значения. Популяции ПП1/18, ПП1/22, ПП4/20, ПП7/20 показали, что линия регрессии снижения урожайности параллельна стандартному значению и не имеет каких-либо преимуществ к фактическому урожаю зерна. Поэтому из изученных популяций большей ве-

личиной признака засухоустойчивости обладают популяции ПП5/20, ПП6/22 и ПП7/22.

Комбинации ПП1/18, ПП4/20, ПП7/22 с низкой пластичностью ($b = 0,91$ и $b_i = 0,58$) и высокой стабильностью ($S^2_i = 0,11, 0,11, 0,05$ соответственно) близки к абсолютно стабильным формам (табл. 4). Комбинации ПП 7/20 обладает средней пластичностью, но стабильно реализуют свой потенциал в различных условиях выращивания. Она характеризуется средними значениями пластичности и стабильности ($b_i = 1,11$ и $S^2_i = 0,14$). Комбинации ПП7/20 и ПП6/22 можно отнести к высокопластичным и стабильным формам ($b_i = 1,15; 1,39$ и $S^2_i = 2,54; 2,71$ соответственно). Гибриды с участием этих популяций отличаются высокой пластичностью и удовлетворительной стабильностью.

Как показали результаты исследований межпопуляционных гибридов, 10 из них отличаются высокой экологической пластичностью ($b_i > 1$)

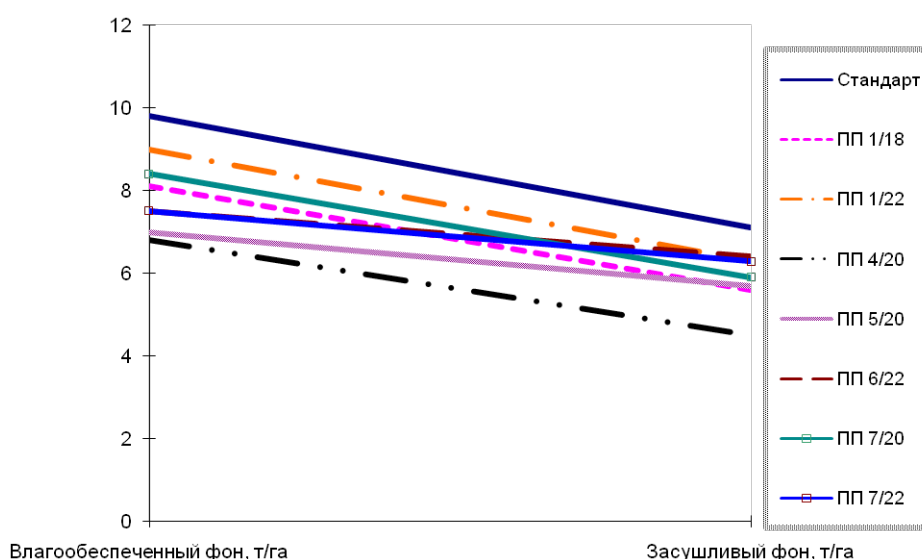


Рис. 1. Линии регрессии урожая зерна межпопуляционных гибридов тетраплоидной кукурузы при различных фонах влагообеспеченности

Таблица 4 – Значения экологической пластичности и стабильности межпопуляционных гибридов тетраплоидной кукурузы (2008 г.)

№	Гибриды	Урожайность зерна, т/га		b_i	S^2_i
		Влагообеспеченный фон	Засушливый фон		
1	ПП 1/18	8,1	5,6	0,91	0,11
2	ПП 1/22	9,0	6,3	1,15	2,54
3	ПП 4/20	6,8	4,5	0,95	0,11
4	ПП 5/20	7,0	5,7	0,69	9,44
5	ПП 6/22	7,5	6,4	1,39	2,71
6	ПП 7/20	8,4	5,9	1,11	0,14
7	ПП 7/22	7,5	5,3	0,64	0,05
	НСР ₀₅	0,18	0,19	0,17	



и 6 гибридов экологической стабильностью ($S^2_i < 10$). Эти гибриды хорошо отзываются на изменение условий выращивания и дают стабильный урожай в различных экологических зонах. Межпопуляционный гибрид (ПП4/20×ПП7/22) наряду с высокой урожайностью (8,2 т/га) обладает экологической стабильностью ($S^2_i = 0,00$). Межпопуляционные гибриды (ПП4/20×ПП5/20), (ПП4/20×ПП7/22), (ПП6/22×ПП7/20) наряду со средней пластичностью обладают и высокой стабильностью урожаев. Гибридная комбинация (ПП4/20×ПП5/20) и (ПП4/20×ПП7/22) с низкой пластичностью, и высокой стабильностью ($b_i = 0,45, 0,90$ и $S^2_i = 48,63, 11,97$ соответственно), близка к среднестабильным гибридам и наименее ценна. Межпопуляционные гибридные комбинации (ПП1/18×ПП5/20), (ПП1/22×ПП6/22), (ПП1/22×ПП7/20), (ПП4/20×ПП6/22), (ПП6/22×ПП7/22) характеризуются высокой экологической пластичностью ($b_i > 1$) и низкой стабильностью урожаев ($S^2_i < 10$), поэтому эти гибридные комбинации будут отзывчивы на высокий агрофон.

При большом количестве испытанных гибридов проводить анализ и сравнение полученных данных сложно. В нашем случае выделена гибридная комбинация (ПП5/20×ПП7/20), которая имеет пластичность выше средней (для данного набора) и среднюю стабильность (табл. 5). Эта гибридная комбинация обладает наиболее выраженными признаками устойчивости к абиотическим факторам среды, и за-

ложение инбредных линий на этих популяциях крайне важно.

Остальные гибриды достоверно не отличаются от значений средней пластичности для данного набора. Гибридная комбинация (ПП5/20×ПП7/20) отмечена как самый лучший по экологической пластичности и стабильности на влагообеспеченном и засушливом фонах.

Выводы

1. Выделенные в процессе гибридизации между генетическими источниками засухоустойчивости кукурузы из стран Латинской Америки и тетраплоидными популяциями новые тетраплоидные популяции кукурузы обладают признаком засухоустойчивости и передают этот признак гибридам при межпопуляционном скрещивании и наравне с высокой урожайностью зерна обладают выраженной экологической пластичностью и стабильностью.

2. Анализ результатов значений экологической пластичности и стабильности новых тетраплоидных популяций, проведенных на влагообеспеченном и засушливом фонах, показал, что популяции ПП5/20, ПП1/22, ПП6/22 отнесены к линиям экстенсивного типа, так как при низкой и средней пластичности ($b_i = 0,69; 1,15; 1,39$ соответственно) они характеризуются высокими значениями стабильности ($S^2_i = 9,44; 2,71; 2,54$ соответственно), но тем не менее в конкретных комбинациях они дают

Таблица 5 – Значения экологической пластичности и стабильности лучших по засухоустойчивости межпопуляционных сложных гибридов тетраплоидной кукурузы (2009–2010 гг.)

№	Гибрид	Урожай зерна, т/га	Пластичность, b_i	Стабильность, S^2_i	a	l
1	Стандарт (Краснодарский 382 МВ)	9,8	—	—	—	—
2	ПП1/18×ПП4/20	8,80	1,07	295,32	0,07	119,02
3	ПП1/18×ПП5/20	9,19	1,30	7,48	0,33	2,98
4	ПП1/22×ПП4/20	8,89	1,27	2,11	0,25	0,85
5	ПП1/22×ПП6/22	8,94	1,89	6,76	–0,10	2,68
6	ПП1/22×ПП7/20	8,66	1,03	3,41	0,02	1,36
7	ПП4/20×ПП5/20	9,17	0,45	48,63	–0,57	19,32
8	ПП4/20×ПП6/22	8,78	1,12	47,16	0,14	18,75
9	ПП4/20×ПП7/22	8,20	0,90	0,00	–0,12	0,00
10	ПП5/20×ПП6/22	8,73	1,30	212,90	0,31	85,42
11	ПП5/20×ПП7/20	9,47	2,20	16,51	1,02	6,57
12	ПП5/20×ПП7/22	8,48	1,31	0,11	0,33	0,05
13	ПП6/22×ПП7/20	8,90	0,44	11,97	–0,56	4,76
14	ПП6/22×ПП7/22	8,85	1,20	14,97	0,19	5,95
	Ср. по опыту	8,84				
	НСР ₀₅	0,39	0,13			

высокопластичные гибриды: (ПП5/20×ПП7/20), (ПП5/20×ПП7/22), (ПП1/22×ПП4/20), (ПП1/22×ПП6/22) (ПП1/18×ПП5/20), а по стабильности – гибриды: (ПП5/20×ПП7/22), (ПП4/20×ПП7/22), (ПП1/22×ПП4/20). Изучение линий регрессии при различных фонах влагообеспеченности показало, что в популяциях ПП5/20, ПП6/22 и ПП7/22 динамика снижения урожая зерна стабильнее, чем в остальных популяциях, тогда как фактический урожай зерна меньше стандартного значения.

Предложения для селекции

Результаты изучения новых тетраплоидных популяций как генетических источников селекционного материала для создания новых засухоустойчивых гибридов кукурузы показал селекционную эффективность вовлечения в селекционный процесс экзотических рас кукурузы из стран Латинской Америки как источников засухоустойчивости кукурузы. Наибольшую эффективность из изученных источников показала раса Michoacan 21 (популяция ПП7/22), средние значения по эффективности были в расах DenteRioGrandeseRigoso, CatetoSulinoGrosso, Nal-Tel, 71-218L-185, и неэффективным оказалась раса Тухрено 1. Для выявления признака засухоустойчивости изучаемых генотипов рекомендуется использовать наравне с прямой оценкой на различных фонах влагообеспеченности также и косвенные методы лабораторного анализа фертильности пыльцы при подсушивании, всхожести в осмотических растворах сахарозы, выращивание на провокационном фоне. Новые тетраплоидные популяции являются ценным исходным материалом для отбора на их основе новых инбредных линий, сочетающих высокие значения комбинационной способности и экологической пластичности с засухоустойчивостью.

Список литературы

1. Селянинов Г. Т. Происхождение и динамика засух. Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. Л. : Гидрометеиздат, 1958. С. 164–167.
2. Смирнова С. И. Суховеи в степях Нижнего Дона и Северного Кавказа. Л. : Гидрометеиздат, 1976. 139 с.
3. Народецкая Ш. Ш. Агроклиматические ресурсы Кабардино-Балкарии, Североосетинской, Чечено-Ингушской АССР / под ред. Ш. Ш. Народецкой. Л. : Гидрометеиздат, 1980. С. 322.
4. Сванидзе Г. Г. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе / под ред. Г. Г. Сванидзе. Л. : Гидрометеиздат, 1983. С. 11–15.
5. Уланова Е. С., Страшная А. И. Засухи в России и их влияние на производство зерна // Труды ВНИИСХМ. 2000. Вып. 32. С. 197–201.
6. Страшная А. И. Исследование засух и их влияния на урожайность зерновых культур в Российской Федерации. Научный отчет ГМЦ РФ. М., 2000. 19 с.
7. Орлова В. Н. Описание засушливого периода лета 1995 года на территории Кабардино-Балкарской Республики // Материалы Кабардино-Балкарского Гидрометцентра. Нальчик, 1996. С. 22.
8. Особенности селекции кукурузы в КБНИИСХ в связи с глобальным изменением климата / Э. Б. Хатефов, А. М. Кагермазов, З. М. Малухов, В. Н. Мадянова // Зерновое хозяйство России. 2010. № 4 (10). С. 52–56.
9. Хатефов Э. Б., Кагермазов А. М., Шорохов В. В. Селекция кукурузы, устойчивой к климатическим стрессам // Сборник научных трудов КБНИИСХ. Нальчик, 2007. С. 111–113.
10. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 : Сорта растений (Официальное издание). М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 504 с.
11. Хатефов Э. Б. Морфобиологические исследования тетраплоидной кукурузы для ее возможного селекционного улучшения : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2002. 25 с.
12. Хатефов Э. Б. Семенная продуктивность тетраплоидной кукурузы и пути ее повышения в условиях Кабардино-Балкарии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2012. 45 с.
13. Щербак В. С. Менделевское расщепление у автотетраплоидной кукурузы // Генетика. 1971. Т. 7. № 7. С. 29–35.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Пакудин В. З., Лопатина Л. Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–114.

Кагермазов Алан Мухамедович, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник, ФГБНУ «Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail: KBNIIISH2007@yandex.ru.



Хачидогов Азамат Валерьевич, аспирант, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Кушхова Рита Сарабиевна, научный сотрудник, ФГБНУ «Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Казмахов Аслан Владимирович, научный сотрудник, ФГБНУ «Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Хатефов Эдуард Балилович, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, отдел крупяных культур, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова».

E-mail: khatefov@vir.nw.ru.

* * *

УДК 631.531 : 633.15

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Г. В. Матвеева, О. И. Силаева

Под эгидой FAO во многих странах мира разнообразие культурных растений и их дикорастущих родичей сохраняется в 1840 генетических банков. Проблема влияния длительного хранения семян сельскохозяйственных культур, как и зерна кукурузы, на репродуктивные органы растений после посева слабо изучена не только у нас в стране, но и за рубежом. В 50-е годы XX века сотрудники отдела семеноведения и группы кукурузы заложили в стеклянные контейнеры около 20 образцов кукурузы разных подвидов, которые поставили в хранилище с низкой положительной температурой +4 °С. Через 45 лет провели пересев этих образцов, который показал неоднозначное влияние длительного хранения на формирование репродуктивных органов у растений разных подвидов кукурузы. В полевой опыт нами включены два подвида кукурузы: сахарной (*subsp. saccharata* Kern., Zhuk.) и лопающейся (*subsp. everta* Sturt., Zhuk.), которые длительное время хранились в филиале Кубанского генетического банка семян ВИР. Образцы коллекции кукурузы представляют наибольший интерес, так как сроки хранения их семян в условиях низких положительных температур без снижения всхожести меньше, чем у остальных шести подвидов, составляющих коллекцию кукурузы ВИР. В результате работы установлено, что образцы подвида лопающейся кукурузы в условиях низких положительных температур могут храниться более длительный срок, чем образцы подвида сахарной кукурузы. Кроме того, образцы этих подвидов, сохранившие в процессе хранения высокую энергию прорастания и всхожесть, в полевых условиях образуют хорошие всходы с хорошо сформированными растениями и репродуктивными органами.

Ключевые слова: длительное хранение, коллекции семян кукурузы.

Активное создание генетических банков растительных ресурсов культурных растений отмечается в последние три десятилетия во всем мире [1, 2, 3, 4, 5]. Изучение биологии сохранения семян при длительном покое и влияние его на репродуктивные органы, изменчивость культурных растений в полевых условиях занимает главенствующее место. Во многих генетических центрах разных стран особое внимание уделяют длительности хранения семян различных сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузе – культуре, занимающей второе место по площадям и возделываемой более чем в 100 странах [6, 7, 8]. Хранение семян в некон-

тролируемых условиях обычно сопровождается довольно быстрым снижением их всхожести, особенно в южных регионах [9, 10].

Одним из способов сохранения жизнеспособности семян является хранение их при низкой температуре [11]. Первые закладки зерна образцов коллекции кукурузы на длительное хранение проведены в стенах института ВНИИР им. Н.И. Вавилова уже в 1954–1955 гг. подвидов зубовидной и кремнистой кукурузы. Всхожесть закладываемых зерен 98–100%. Перед закладкой на хранение зерно просушивали при температуре не более 20 °С и после достижения влажности зерна 7–9% закладывали



его в стеклянный контейнер 100 мл с плотной винтовой крышкой, которую заливали сургучом [12, 13]. Контейнер с зерном ставили в камеру с пониженной (не более +4 °C) положительной температурой, которая постоянно поддерживалась на протяжении многих лет. Посев образцов кукурузы без определения энергии прорастания и всхожести зерна, прошедших длительный период покоя, был проведен в условиях Кубанской опытной станции ВИР в 2000 году. Заложенный опыт показал, что жизнеспособность зерна сохраняется более 45 лет, однако не все образцы кукурузы были способны при пересеве сформировать полноценные растения, чтобы воспроизвести новую репродукцию зерна. Как показал опыт, период восстановления всхожести у кукурузы и получение свежей репродукции зерна в полевых условиях у разных подвидов кукурузы дал неоднозначную реакцию на длительность хранения зерна. Все высеянные образцы кукурузы дали дружные всходы. Однако в период цветения некоторые самоопыленные линии на всех растениях сформировали стерильные мужские соцветия, отсутствовали пыльники, на хорошо развитых метелках и хорошем развитии женских соцветий. По первичным документам эти линии до закладки на хранение не отличались стерильностью мужских соцветий. Некоторые образцы кукурузы смогли образовать деформированную слабо развитую метелку (мужское соцветие) с небольшим количеством пыльников. Были отмечены образцы кукурузы, которые на 20 растениях проявили 100% органотропное поражение пузырчатой головней мужских или женских соцветий, узла прикрепления початка либо прикорневых междоузлий. Некоторые образцы кукурузы на всех растениях не сформировали женские соцветия – початки. У других – на растениях початки были сформированы, листовые обертки хорошо окутывали стержень початка, но ни на одном из них не появились пестичные нити (рыльца, шелк), т.е. женские соцветия, початки, оказались в спящем состоянии.

Цель исследования: выяснение допустимого порога хранения зерна разных подвидов кукурузы при положительных пониженных температурах с целью своевременного пересева и сохранению репродуктивной способности образцов.

Материал и методы

Кубанский генетический банк семян филиала ВИР – один из крупнейших в мире. Материалом для исследований служили образцы

многих сельскохозяйственных культур, как и коллекции кукурузы, которые были заложены на длительное хранение при положительных низких температурах в 1976 году. Динамика закладки образцов кукурузы показана на рисунке 1. Из представленной диаграммы видно, что основная часть семян базовой коллекции кукурузы была заложена на длительное хранение в 1977–1987 гг. В дальнейшем она только пополнялась. Образцы коллекции кукурузы закладывали на хранение со всхожестью зерна не менее 92%, при их влажности 7–9%. Хранение зерна проходит в герметически закрытых стеклянных контейнерах при постоянной температуре (+4,0 °C). Нами было принято решение о проведении ревизии в Кубанском генетическом банке ВИР с целью отбора образцов подвидов мелкосемянной лопающейся и сахарной кукурузы для пересева. Для изучения состояния жизнеспособности зерна этих подвидов кукурузы были проанализированы образцы, заложенные на хранение в период с 1976-го по 2003 годы. Зерно более поздних лет закладки на хранение не оценивали, так как за такой короткий период (до 2007 год) всхожесть зерна и энергия прорастания кукурузы не изменялась.

С учетом вышеизложенного в 2007 году на Кубанскую опытную станцию ВИР были переданы для посева с целью восстановления всхожести зерна 186 образцов подвида сахарной и 30 образцов подвида лопающейся кукурузы. Посев проведен в условиях Кубанской опытной станции ВИР в оптимально-принятые сроки для степной зоны Краснодарского края 26 апреля 2007 года. В связи с тем, что энергия прорастания зерна после длительного хранения образцов кукурузы была отмечена, как низкая, то для посева отобрали по 300 зерновок. Необходимо было выяснить, как образцы кукурузы

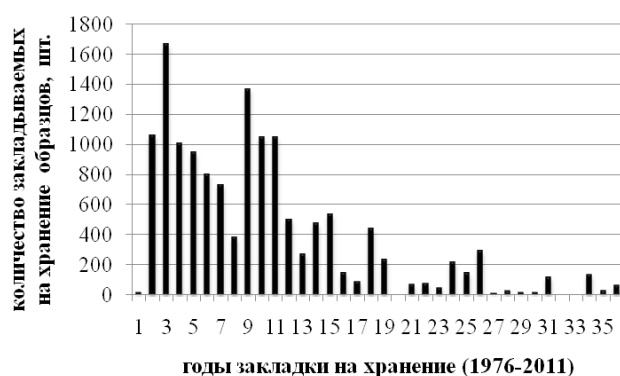


Рис. 1. Динамика закладки зерна коллекции кукурузы на длительное хранение в Кубанском филиале генетического банка ВИР

в полевых условиях отреагируют на длительность хранения зерна при пониженных температурах. Каждый образец высевали на площади 10 м². Всходы дружные отмечены 7–8 мая. Подсчет взошедших растений показал, что все высеванные зерна двух подвидов кукурузы характеризовались высокой жизнеспособностью. В период цветения мужских и женских соцветий проведен учет растений изучаемых образцов кукурузы, сформировавших репродуктивные и генеративные органы.

Коллекция кукурузы Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова составляет более 15500 образцов. Она представлена 8 подвидами кукурузы: лопающейся (subsp. *everta* Sturt., Zhuk.), сахарной (subsp. *saccharata* Kern., Zhuk.), кремнистой (subsp. *indurata* Sturt., Zhuk.), зубовидной (subsp. *indentata* Sturt., Zhuk.), полузубовидной (subsp. *semindentata* Kulesh.), крахмалистой (subsp. *amylacea* Sturt., Zhuk.), восковидной (subsp. *ceratina* Kulesh.), пленчатой (subsp. *tunicata* Sturt., Hill.).

В большинстве своем часть коллекции 472 образца лопающейся кукурузы была заложена на длительное хранение в период с 1977-го по 1987 годы. Зная слабые стороны этого подвида, в 2006 году провели контрольную проверку всхожести образцов лопающейся кукурузы. Всего проанализировано 397 образцов подвида лопающейся кукурузы и 774 подвида сахарной кукурузы.

Методика определения всхожести заключается в проращивании зерна в рулонах фильтровальной влажной бумаги, в темноте, при переменной температуре от +20 °C до +30 °C [12, 13].

Энергию прорастания определяют подсчетом проростков на третьи, а всхожесть зерна на седьмые сутки. Всхожими считают зерна с нормально сформированными проростками. Критической считается всхожесть зерна менее 50% [12, 13, 14, 15]. Дальнейшее снижение жизнеспособности зерен может приводить к нарушению их биологической целостности.

Результаты и обсуждение

Контрольная проверка зерна на всхожесть образцов коллекции подвида лопающейся кукурузы показала, что менее 50% всхожести зерна имели 8 образцов (к.894 Garlick, к.11383 Местная-267, к.13168 N104, к.13169 линия K4, к.13534 Rasa Curagua Z31, к.13818 Yellow Pop corn, к.14714 Местная, к.15259 линия AP40).

Всхожесть зерна 50–60% показали 7 образцов кукурузы (к.733 White Rice, к.4618 Tom Thumb, к.4776 White Rice, к.6352 Blanco de Leon, к.10112 Местная, к.15914 линия 4821, к.16707 Местная). Всхожесть зерна кукурузы 60–70% дали 4 образца (к.14729 Местная, к.15044 Местная, к.15659 линия SA24-3, к.15664 линия 6204). Всхожесть зерна кукурузы ниже критической черты у подвида лопающейся кукурузы выявлена среди партий 1977, 1978, 1980 и 1981 годов закладки.

На рисунке 2 показана динамика изменения энергии прорастания и всхожести зерна лопающейся кукурузы в процессе длительного хранения. Следует отметить, что первые двадцать пять лет хранения зерна энергия их прорастания была близка к показателю всхожести. В более поздний период хранения энергия прорастания семян снижается значительно быстрее, чем их всхожесть.

Перед посевом в лабораторных условиях нами была определена энергия прорастания зерна, и всхожесть зерна подвида сахарной кукурузы. Образцы подвида сахарной кукурузы репродукции Крымской опытной станции, были заложены на хранение в Кубанском филиале генетического банка ВИР. Стартовая всхожесть зерна заложенных образцов кукурузы была не ниже 92%. Одним из важных факторов определяющих хорошую сохранность при длительном хранении имеет влажность зерна. Критической влажностью зерна (влажность при которой в клетках зерна появляется свободная вода, вызывающая резкий скачок в интенсивности дыхания) кукурузы считают стандартизованной 13–14%. Известно, что длительность жизнеспособности зерновок можно продлить при снижении их влажности гораздо ниже критической,

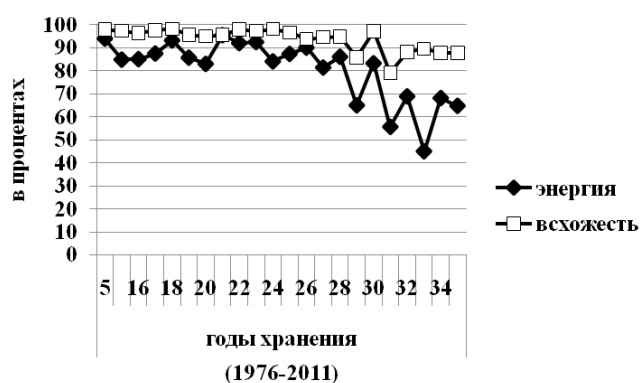


Рис. 2. Изменение жизнеспособности зерна подвида лопающейся кукурузы (ssp. *everta* Sturt., Zhuk.), в зависимости от периода хранения



норма оптимальной влажности зерна кукурузы на хранении не должна превышать 7–9%.

Подвид сахарной кукурузы (*ssp. saccharata* Kern., Zhuk.) заслуживает повышенного интереса и внимания, так как многие местные сорта подвита сахарной кукурузы были заложены на хранение лишь в Кубанском филиале генетического банка ВИР. Местные и селекционные сорта могут быть утрачены вследствие длительного хранения зерна при пониженных плюсовых температурах. Наличие большого количества углеводов в зерне подвита сахарной кукурузы способствует интенсификации дыхательных процессов и, как следствие, сокращению периода хранения покоящихся зерновок кукурузы. Контрольной проверкой проанализировано зерно 774 образцов сахарной кукурузы на энергию прорастания и всхожесть, которая показала, что 5 образцов имели всхожесть менее 50%, 20 – со всхожестью 50–60% и 45 – со всхожестью 60–70%. Образцы подвита сахарной кукурузы имеющие всхожесть ниже критической, отмечены в заложенных на хранение в 1977, 1978 и 1985 годах. В партиях зерна более поздних сроков закладки на хранение образцов со всхожестью ниже 50% не наблюдалось. На рисунке 3 показана динамика изменения жизнеспособности зерна подвита сахарной кукурузы, в зависимости от длины периодов хранения.

Из рисунка 3 видно, что, в отличие от лопающейся кукурузы, для подвита сахарной кукурузы характерна более низкая энергия прорастания. Кроме того, в процессе хранения энергия прорастания снижается быстрее, чем у подвита лопающейся кукурузы. Для большей части образцов, подвергнутых проращиванию зерна сахарной кукурузы, характерна низкая энергия прорастания. Более чем у трети из них она

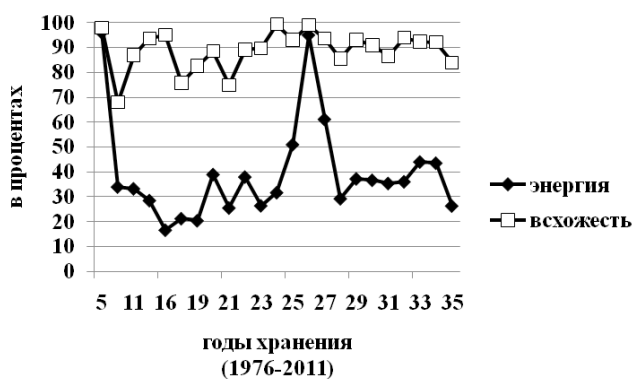


Рис. 3. Изменение жизнеспособности зерна подвита сахарной кукурузы в зависимости от длительности периода хранения

в 2–3 раза ниже всхожести и колеблется в пределах от 16 до 50%. Некоторые образцы подвита сахарной кукурузы при оценке дали даже нулевой показатель энергии прорастания. Известно, что в полевых условиях низкая энергия прорастания семян многих сельскохозяйственных культур, в особенности при неблагоприятных погодных условиях, отрицательно сказывается на получении дружных всходов и дальнейшем полноценном развитии растений и получении хорошей репродукции зерна.

Результаты исследований еще 2000 г реакции зерновок кукурузы на длительное (более 40 лет) хранение показали, что при длительном хранении зерна кукурузы и их пересеве семена не утратили репродуктивных функций и остались жизнеспособными, репродуктивные органы оказались полноценными и большинство дали качественную новую репродукцию.

Фенологические наблюдения и характер описания морфологических признаков высеянных 186 образцов подвита сахарной и 30 образцов подвита лопающейся кукурузы позволили заключить, что образцы в большинстве своем не имели большого разрыва в цветении мужских и женских соцветий. Растения подвита сахарной кукурузы были выровнены и хорошо развиты. В полевых условиях визуальная оценка высеянных образцов в период роста и развития растений кукурузы позволили выделить 22 образца подвита сахарной кукурузы, сформировавшихся на основных растениях по 2 хорошо развитых озерненным початкам: к.4422 Henderson's Golden Country, к.3447 Golden Dawn, к.4600 Long Island Beauty, к.5856 Extra Early Dighton, к.5932 Will's Early June, к.5938 Rainbow, к.9492 Golden Cross Bantam №125, к.10170 Желтая сахарная, к.10999 Pickaninny, к.11563 Local, к.12833 линия CO55, к.13828 McDonald's Select Golden Bantam, к.13842 Gold Rush, к.14312 Early Yellow Sensation, к.14397 North Star 130, к.14553 Arany marsola, к.15499 линия 221-3-2, к.16098 Golden Divident, к.20546 линия 237-2-2-1, к.16292 линия C8T5, к.20566 292-2-1 к.20623 линия 343). Это можно объяснить благоприятными погодными условиями осадки в достаточном количестве, нежарким летом и генетическими особенностями образцов. Однако были отмечены образцы подвита сахарной кукурузы, не образовавшие на растениях женские соцветия (початки) более чем у 60% растений, при хорошо развитых мужских соцветиях: к.90 Burbank Early, к.108 Golden Evergreen, к.567 Crosby's Early, к.869 New

Bronswick, к.4424 Henderson (N133), к.9489 Alpha, к.10132 Great Plains Golden Bantam, к.11029 Purdue 39A, к.11564 Burpee's White Evergreen, к.11926 Zuccherino tardivo bianca, к.13596 Rasa Huancarani, к.15205 линия WC68, к.20574 линия 301. Стерильность мужских соцветий (деформированные пыльники или вообще отсутствие их) как реакции на длительный период хранения образцов зерна кукурузы при положительных низких температурах отмечена у видов: к.12831 линия CO51, к.13527 Rasa Bullo Z60, к.16186 Местная, к.18141 INTA San Pedro 2, к.20535 линия 221-3-2d. В период вегетации на растениях всех образцов подвита сахарной кукурузы не наблюдалось поражения растений пузырчатой и пыльной головней, ржавчиной и фузариозом или заселения тлями.

Образцы подвита лопающейся кукурузы в полевых условиях показали себя по-разному в период развития растений. Период посев – всходы у 30 образцов кукурузы одни дали ослабленные, изреженные всходы. Это были те образцы, у которых были низкая лабораторная энергия прорастания и пониженная всхожесть зерна. Анализируя результаты контрольной проверки энергии прорастания и всхожести зерна различных партий, было отмечено, что образцы подвита лопающейся кукурузы закладки 1981 года в сравнении с предшествующими годами закладки, показали низкие данные энергии прорастания зерна (в среднем – 55% и всхожести – 79%). В полевых условиях растения образцов подвита лопающейся кукурузы, показавшие слабую энергию прорастания и всхожесть зерна в лаборатории (к.894 энергия прорастания – 7%, всхожесть – 71%, к.13818 энергия прорастания – 24%, всхожесть – 94%, к.15038 энергия прорастания – 43%, всхожесть – 82%, к.15228 энергия прорастания – 34%, всхожесть – 55%) могли образовать 70% всхожих растений. Остальные образцы лопающейся кукурузы в полевых условиях имели хорошие всходы, хорошее развитие, хорошее цветение мужских и женских соцветий. Наблюдение за развитием растений подвита лопающейся кукурузы вплоть до созревания показало, что лишь у образца к.19380 наблюдалось отсутствие початков на 9 растениях из 20. Не наблюдалось массового поражения растений болезнями и вредителями.

Выводы

Результаты проведенных исследований по влиянию длительного хранения зерна об-

разцов подвидов лопающейся и сахарной кукурузы на репродуктивные органы растений показали, что образцы подвита лопающейся кукурузы могут храниться более длительный срок, чем образцы подвита сахарной кукурузы без существенных нарушений своих репродуктивных способностей. Более глубокий анализ результатов наблюдений показывает, что каждому конкретному образцу соответствует свой период хранения, спустя который следует проводить периодический пересев без ущерба для его нормального развития и получения свежей репродукции зерна.

Список литературы

1. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 589. Раннеспелая кукуруза / Г. Е. Шмараев, Г. В. Матвеева, В. М. Кострикин, А. А. Сидоров ; под ред. Г. Е. Шмараева. Л., 1991.
2. Global Plan Action for the conservation, sustainable use and development of forest genetic resources / Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, 2014. 35 p.
3. Самус В. А. Формирование и использование коллекций и компьютерных баз данных генетических ресурсов плодовых, ягодных, орехоплодных культур, винограда и их подвоев в Институте плодоводства НАН Беларуси // Плодоводство. 2006. № 1. С. 25–31.
4. Гончаров Н. П., Шумный В. К. От сохранения генетических коллекций к созданию национальной системы хранения генофондов растений в вечной мерзлоте // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2008. Т. 12. № 4. С. 509–523.
5. Conserving and Enhancing Maize Genetic Resources as Global Public Goods—A Perspective from CIMMYT / Taba O.R., Tovar S.C., Victor H. Mezzalama V.H., Xu M. // Crop science. 2010. Vol. 50. P. 13–28.
6. Сотченко В. С., Сотченко Ю. В. Состояние и перспективы семеноводства кукурузы // Кукуруза и сорго. 2014. № 1. С. 3–8.
7. Сотченко В. С., Горбачева А. Г. Производство кукурузы и особенности ее семеноводства в России // Земледелие. 2011. № 2. С. 3–5.
8. CIMMYT 1993/94 world maize facts and trends – Maize seed industries, revisited: Emerging roles of the public and private sectors / Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. Mexico: CIMMYT, 1994. 56 p.
9. Экологическая оценка гибридов кукурузы в период прорастания при раннем и оптимальном сроках посева / А. Г. Горбачева,



И. А. Ветошкина, А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова // Кукуруза и сорго. 2015. Т. 1. № 2. С. 3–10.

10. К методике определения посевных качеств семян / В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева, И. А. Ветошкина, А. Э. Панфилов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 55. С. 249–255.

11. Использование естественного холода многолетнемерзлых пород для длительного хранения генетических ресурсов / Б. М. Кершенгольц [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2008. Т. 12. № 4. С. 524–533.

12. Хорошайлов Н. Г. Длительное хранение коллекционных образцов с.-х. растений без

пересева // Тезисы доклада на заседании представителей СЭВ, ВИР. Л., 1964.

13. Хорошайлов Н. Г., Жукова Н. В. Опыт длительного хранения семян // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. : ВИР, 1971. Т. 44. Вып. 3.

14. Хорошайлов Н. Г., Жукова Н. В. Длительное хранение коллекционных образцов семян // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л. : ВИР, 1973. Т. 49. Вып. 3.

15. Хорошайлов Н. Г. Методические указания по длительному хранению семян. Л. : ВИР, 1981.

Матвеева Галина Васильевна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник отдела крупяных культур, ФГБНУ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова.

E-mail: g.matveeva@vir.nw.ru.

Силаева Ольга Ивановна, канд. с.-х. наук, директор, филиал Кубанского генетического банка семян ВИР им. Н. И. Вавилова.

E-mail: soi51@rambler.ru.

* * *

УДК 632.954 : 633.15

ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ КРОСС-СПЕКТРА В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

С. Б. Саитов, Е. С. Иванова

В трехлетнем полевом опыте изучена эффективность различных сроков внесения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы. Цель исследований – обоснование оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы в условиях лесостепи Зауралья. Исследования проведены на опытном поле Института агроэкологии – филиала Южно-Уральского ГАУ (северная лесостепь Челябинской области) в 2012–2014 годах. Схема опыта включала девять вариантов: контроль (без гербицидов); почвенные гербициды Харнес и Дуал голд класса хлорацетанилидов при двух сроках внесения (непосредственно перед посевом и через 8–12 дней после посева, до всходов культуры); послевсходовые гербициды с экраным действием Аденго и Люмакс при внесении до всходов и по всходам (при появлении у кукурузы 3–4 листьев). Наименьшая засоренность и максимальная урожайность зерна получены при внесении препаратов Аденго и Люмакс по всходам. Смещение срока их внесения на довсходовый сопровождалось снижением урожайности более чем в два раза, что связано с быстрым высыханием верхнего слоя почвы в послепосевной период. Близкие результаты при довсходовом внесении показали почвенные препараты Харнес и Дуал голд; применение этих препаратов до посева повышало урожайность на 34–51 %. Таким образом, полученный экспериментальный материал позволяет рекомендовать применение гербицидов кросс-спектра преимущественно по вегетирующим растениям в ранние фазы развития сорняков, что обеспечивает стабильный эффект на фоне неустойчивого увлажнения. Наименее предпочтительно внесение гербицидов в послепосевной (довсходовый) период независимо от их химического состава и характера действия.

Ключевые слова: кукуруза, гербициды, засоренность, урожайность, влажность зерна.

При возделывании кукурузы на зерно в условиях Челябинской области к наиболее острым проблемам относится контроль злакового компонента сорной растительности в посевах культуры [1]. Причина заключается в том, что злаковые сорняки представлены множеством видов с разной биологией и динамикой прорастания (ранние и поздние яровые виды) [2]. Это обуславливает многоволновое прорастание злаковых сорняков, иногда складывающееся из 3–5 волн. Ситуацию обостряют рекомендуемые для региона ранние сроки посева, которые позволяют максимально эффективно использовать климатические ресур-

сы, но ведут к значительному повышению засоренности [3, 4].

В связи с этим возникают требования к высокой эффективности гербицидов, в том числе к пролонгации их действия в течение длительного времени. Пролонгируемый гербицидный эффект характерен для почвенных препаратов [5, 6], однако их применение на черноземах связано с рядом сложностей. Так, при допосевном применении может наблюдаться быстрое разложение действующих веществ микрофлорой и сорбция их элементами почвенного поглощающего комплекса, а также фитотоксичность по отношению к защищаемой культуре, особенно



для хлорацетанилидов [7]. При довсходовом внесении этих препаратов достигается удлинение периода защитного действия, но существенно повышается зависимость эффективности гербицидов от влажности почвы и, как следствие, возникают колебания технической эффективности, трудно предсказуемой на фоне нестабильных осадков [8, 9].

Послевсходовые гербициды действуют непосредственно на растения, наиболее полно «перекрывают» гербакритический период [10, 11], но их эффект не пролонгируется по времени, что может приводить к вторичному засорению посевов [12].

Таким образом, эффективность гербицидов кросс-спектра в условиях Зауралья может сильно колебаться в зависимости от сроков их внесения. Выбор этих сроков обусловлен главным образом свойствами действующих веществ: большинство почвенных препаратов может применяться как до, так и после посева (до всходов культуры), послевсходовые гербициды – в период появления у кукурузы от 2 до 5 листьев [13, 14, 15]. В последние годы на рынок выведены гербициды новой группы – послевсходовые с экраным эффектом [16], применение которых возможно в два срока – как до всходов, так и по вегетирующим растениям культуры и сорняков. Как вытекает из изложенного, оптимизация сроков внесения гербицидов, контролирующих широкий спектр засоренности кукурузы, является актуальной задачей при разработке системы защиты кукурузы от сегетальной растительности.

Цель исследований – обоснование оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы в условиях лесостепи Зауралья.

Материал и методы исследований

Исследования проведены на опытном поле Института агроэкологии – филиала Южно-Уральского ГАУ (северная лесостепь Челябинской области) в 2012–2014 годах. Схема опыта включала 9 вариантов: контроль (без гербицидов); почвен-

ные гербициды Харнес и Дуал голд класса хлорацетанилидов при двух сроках внесения (непосредственно перед посевом и через 8–12 дней после посева, до всходов культуры); послевсходовые гербициды с экраным действием Аденго и Люмакс при внесении до всходов и по всходам (при появлении у кукурузы 3–4 листьев).

Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Общая площадь делянки – 42 м², учетная – 28 м². Учеты засоренности полей проводили количественным и весовым методами на закрепленных учетных площадках общей площадью 1 м². Метод учета урожая – сплошной поделноочный.

Результаты исследований

Для всех трех лет исследований характерно типичное для Зауралья неравномерное распределение тепла и осадков. Как правило, в начале мая (в период внесения почвенных препаратов и посева) наблюдалось удовлетворительное увлажнение почвы, однако в течение первых двух декад мая наблюдалось быстрое высыхание верхнего ее слоя, июнь характеризовался острой или умеренной атмосферной засухой, в июле формировалась влажная погода с периодическими обильными осадками. Это способствовало преимущественно злаковому характеру первичного сорного компонента агроценоза (табл. 1) и активному вторичному засорению посевов после смыкания рядков, преимущественно просом сорным и пасленом черным.

Типичен для периода исследований и общий уровень засоренности: в контроле к фазе выметывания кукурузы масса сорных растений превышала 300 г/м², что вполне характерно на фоне ранних сроков посева культуры.

Как уже отмечено, условия увлажнения в начале мая складывались относительно благоприятно для допосевого применения почвенных препаратов (табл. 2). В большей мере это касается препарата Харнес, на фоне которого в первые две недели после появления всходов плотность сорняков на единице площади была минимальной в целом по опыту и практически

Таблица 1 – Структура сегетальной засоренности в контроле, 2012–2014 гг.

Группы сорняков	Структура сегетальной биомассы, %			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем
Многолетние двудольные	16,6	15,9	10,5	14,3
Малолетние однодольные	63,9	51,7	74,8	63,5
Малолетние двудольные	19,5	32,4	14,7	22,2

не изменялась до середины июня. Однако к фазе выметывания в данном варианте сорняки развили значительную массу, что привело к снижению биологической эффективности в среднем до 54%. Дуал голд показал не только меньшую стартовую эффективность, но и более выраженную тенденцию к ее снижению во времени.

Быстрое пересыхание верхнего слоя почвы и отсутствие осадков в послепосевной период обусловили низкую биологическую эффективность довсходового внесения почвенных препаратов Харнес и Дуал голд, которая составила соответственно 16 и 46%. Близкие результаты в указанный срок внесения показали гербици-

ды Аденго и Люмакс (39,2–41,8%). Некоторое исключение составил лишь 2012 год, когда на фоне Аденго наблюдалось удовлетворительное снижение засоренности на 77%. Напротив, внесение этих гербицидов в фазу 3–4 листа у кукурузы обеспечило максимальную биологическую эффективность – соответственно 96 и 86%.

Различия в засоренности сказались на соотношении урожайности зерна по вариантам (табл. 3).

Высокая исходная засоренность посевов привела к формированию низкого урожая в контроле на протяжении всего периода исследований, которая колебалась по годам от 0,22 до

Таблица 2 – Сухая биомасса сорняков в контроле (г/м²) и биологическая эффективность гербицидов (%), 2012–2014 гг.

Вариант	Ед. изм.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем
Контроль	г/м ²	190,8	229,2	488,0	302,7
Дуал голд до посева	%	24,1	25,0	73,6	40,9
Харнес до посева	%	56,6	34,6	63,1	54,5
Дуал голд до всходов	%	10,1	0	32,8	16,5
Харнес до всходов	%	32,2	10,6	68,6	46,3
Аденго до всходов	%	76,9	0	44,9	39,2
Люмакс до всходов	%	36,6	13,6	57,0	41,8
Аденго по всходам	%	95,6	95,9	97,1	96,5
Люмакс по всходам	%	79,2	91,1	86,7	86,2

Таблица 3 – Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы (т/га), 2012–2014 гг.

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем
Контроль	0,22	2,23	0,47	0,97
Дуал голд до посева	0,73	3,10	2,53	2,12
Харнес до посева	2,18	4,60	2,18	2,99
Дуал голд до всходов	0,45	2,87	0,88	1,40
Харнес до всходов	0,91	3,38	2,41	2,23
Аденго до всходов	2,34	3,06	1,68	2,36
Люмакс до всходов	1,40	3,53	2,07	2,33
Аденго по всходам	3,30	7,23	3,54	4,69
Люмакс по всходам	2,43	7,49	2,90	4,27
НСР ₀₅	0,37	0,67	0,40	–

Таблица 4 – Влияние гербицидов на уборочную влажность зерна кукурузы (%), 2012–2014 гг.

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем
Контроль	40,0	35,4	45,6	40,3
Дуал голд до посева	36,0	33,2	35,7	35,0
Харнес до посева	29,5	32,3	41,2	34,3
Дуал голд до всходов	32,6	33,4	41,2	35,7
Харнес до всходов	34,9	31,8	45,9	37,5
Аденго до всходов	27,5	30,8	38,2	32,2
Люмакс до всходов	33,7	30,9	40,6	35,1
Аденго по всходам	25,6	26,5	33,4	28,5
Люмакс по всходам	28,8	26,3	38,4	31,2



2,23 т/га при среднем значении 0,97 т/га. Поэтому подавление сорной растительности сопровождалось значительным приростом урожая даже в относительно малоэффективных вариантах. Максимальная урожайность (4,3–4,7 т/га) сформировалась при повсходовом внесении препаратов Аденго и Люмакс. Смещение срока внесения этих гербицидов на довсходовый привело к резкому снижению урожайности в среднем в 1,8–2,0 раза (до 2,3–2,4 т/га). Столь же низкую продуктивность (в среднем 1,4–2,2 т/га) при внесении до всходов показали почвенные гербициды Даул голд и Харнес, тогда как при допосевном применении наблюдалось повышение их хозяйственной эффективности на 34–51 %.

Конкуренция между кукурузой и сорными растениями приводила к задержке развития культуры главным образом из-за снижения качества освещения в гербакритический период, что привело к дифференциации вариантов по уборочной влажности зерна (табл. 4).

Как показал регрессионный анализ, увеличение сегетальной биомассы на каждые 100 г/м² сопровождалось повышением влажности на 3,3 процентных пункта. Минимальная влажность (28–31 %) получена при послевсходовом внесении препаратов Аденго и Люмакс, то есть в наиболее чистых вариантах.

Заключение

Выбор оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра для контроля засоренности кукурузы в лесостепи Зауралья обусловлен почвенными и гидротермическими условиями в период вегетации, составом засоренности и особенностями действующих веществ гербицидных препаратов. Полученный экспериментальный материал позволяет рекомендовать применение гербицидов кросс-спектра преимущественно по вегетирующим растениям в ранние фазы развития сорняков, что обеспечивает стабильный эффект на фоне неустойчивого увлажнения. Наименее эффективно внесение гербицидов в послепосевной (довсходовый) период независимо от их химического состава и характера действия.

Список литературы

1. Панфилов А. Э. Сценарный подход к контролю засоренности кукурузы в лесостепи Зауралья // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 70. С. 198–204.
2. Вредоносность сорняков различных биологических групп в посевах кукурузы / А. Э. Панфилов, Д. С. Корыстина, Е. С. Ко-

рыстин, И. Н. Цымбаленко // Кукуруза и сорго. 2007. № 6. С. 16–19.

3. Панфилов А. Э., Казакова Н. И. Эффективность использования атмосферных факторов при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья // Кукуруза и сорго. 2010. № 3. С. 7–10.

4. Ресурсосберегающие технологии возделывания кукурузы на силос в условиях Зауралья : рекомендации / И. Н. Цымбаленко, А. Э. Панфилов, В. А. Цымбаленко, Т. А. Журавлева. Куртамыш, 2009. 36 с.

5. Вакуленко И. Н., Ахтырцев М. М. Засоренность посева и продуктивность кукурузы в зависимости от предпосевной обработки почвы и системы применения гербицидов // Кукуруза и сорго. 2012. № 4. С. 29–33.

6. Почвенные и листовые граминициды в посевах кукурузы как конкурирующие и дополняющие элементы технологии / А. Э. Панфилов, А. С. Корыстин, И. Н. Цымбаленко, Д. Г. Хазаров // Вестник ЧГАУ. 2008. Т. 52. С. 138–141.

7. Liu H., Huang R., Xie F., Zhang S., Shi J. Enantioselective phytotoxicity of metolachlor against maize and rice roots // Journal of Hazardous Materials. 2012. Vol. 217–218. P. 330–337.

8. Панфилов А. Э., Цымбаленко И. Н., Сеницына О. Б. Почвенные и листовые гербициды как альтернативные элементы технологии возделывания кукурузы // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 106–110.

9. Иванова Е. С. Обоснование оптимальных сроков применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы в Зауралье // Кукуруза и сорго. 2016. № 1. С. 19–24.

10. Балеста П. С. Мастер на кукурузном поле Краснодарского края (опыт защиты кукурузы новым гербицидом) // Кукуруза и сорго. 2011. № 2. С. 9–11

11. Мхоян А. С., Агаронян А. Г. Майстер в посевах кукурузы // Защита и карантин растений. 2014. № 10. С. 46.

12. Панфилов А. Э., Сеницына О. Б. Оптимизация технологических схем контроля засоренности в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2012. № 4. С. 25–28.

13. Багринцева В. Н. Мерлин защищает кукурузу // Кукуруза и сорго. 2009. № 3. С. 23–24.

14. Оказов П. Н., Оказова З. П. Эффективность гербицида титус на посевах гибридов кукурузы молдавской селекции в РСО-Алания // Кукуруза и сорго. 2006. № 3. С. 14–15.

15. Новиков П. В. Гербицид Майстер: возможности и опыт использования в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2010. № 1. С. 21–22.

16. Багринцева В. Н., Кузнецова С. В. После всходов гербициды с почвенным эффектом для кукурузы // Кукуруза и сорго. 2015. № 1. С. 22–26.

Саитов Салимхан Букумбаевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: stepnai@bk.ru.

Иванова Евгения Сергеевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры экологии, агрохимии и защиты растений, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: Ivanovageka-ru@yandex.ru.

* * *

УДК 631.524.84 : 633.15 (470.6+470.5)

ЗЕРНОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ КАК ФУНКЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПУНКТОВ, СРОКОВ ПОСЕВА И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН

В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева, А. Э. Панфилов, И. А. Ветошкина, А. Д. Замятин

Дан анализ полевых исследований, проведенных в Северо-Кавказском и Уральском регионах. Цель исследований – выявление зональных особенностей проявления хозяйственно полезных признаков различных по скороспелости гибридов кукурузы в связи с контрастными сроками посева в Северо-Кавказском и Уральском регионах. В изучении находилось 8 гибридов кукурузы разных групп спелости (ФАО 150–350) при двух сроках посева (ранний и оптимальный с точки зрения температурного режима). Эксперименты проведены в 2013–2015 гг. после хранения исходных партий семян в течение 1–3 лет на складе с неконтролируемыми условиями хранения. Установлено, что условием производства зерна кукурузы в северных регионах России является создание ультраранних холодостойких гибридов, способных длительное время выдерживать температуру почвы ниже биологического минимума (10 °С). В северной зоне кукурузосеяния значительно большее внимание следует уделять качеству посевного материала. Использование семян с пониженной лабораторной всхожестью и силой роста может препятствовать получению планируемой густоты стояния растений, задержке появления всходов, приводит к слабому стартовому росту растений и к снижению урожая зерна. Для получения высоких урожаев зерна с заданной густотой стояния растений при посеве в оптимальные сроки в условиях Северного Кавказа кукурузы необходимо увеличивать норму высева семян на 10–20 %, в условиях Челябинской области – на 20–30 % в зависимости от используемого гибрида. При этом необходимо учитывать биологические особенности гибридов кукурузы к прорастанию в различных условиях и посевные качества семян. Для гарантированного производства зерна в условиях лесостепи Челябинской области рекомендуются ранние сроки посева гибридов кукурузы Машук 150 МВ и Нур.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, сроки посева, урожай зерна, густота стояния растений, уборочная влажность зерна, ломкость стебля, фузариоз початков.

В последние десятилетия расширение посевов кукурузы на зерно в России происходит за счет продвижения ее на север. В настоящее время второй кукурузный пояс сформировался в Центральном Черноземье, кроме того, наблюдается растущий интерес к этой культуре в третьей (северной) зоне кукурузосеяния, включающей, в том числе, и Урало-Сибирский регион [1, 2]. Этот интерес связан с довольно высоким потенциалом продуктивности кукурузы: так, в условиях Челябинской области средняя урожайность зерна, обеспеченная ресурсами тепла и влаги, колеблется от 4,3–5,0 т/га в северной лесостепи до 4,6–5,2 т/га – в степной

зоне [3]. Но для адаптации кукурузы в жестких климатических условиях необходима селекция гибридов на комплекс хозяйственно полезных признаков: скороспелость, холодостойкость, низкую уборочную влажность зерна.

Важное условие реализации потенциала урожайности кукурузы в северной зоне кукурузосеяния – максимально полное использование ресурсов тепла, в том числе за счет ранних сроков посева, следствием которого зачастую является неблагоприятный температурный фон для прорастания семян [4]. Это требует оценки гибридов кукурузы, создаваемых для севера России, по устойчивости к субоптимальным

температурам и температурам охлаждения в ювенильном возрасте [5, 6].

Уборочная влажность определяет не только технологии уборки и послеуборочной переработки зерна кукурузы, но и саму возможность получения зерна как товарного продукта. Зависимость влажности зерна от генетических особенностей гибридов разносторонняя. Одно из ее проявлений – прямая корреляция данного признака с продолжительностью вегетационного периода. Так, в условиях Челябинской области увеличение значения ФАО на 10 единиц может сопровождаться повышением влажности при сопоставимых сроках уборки гибридов на 2 и более процентных пункта [7]. Гибриды одной группы созревания также могут существенно различаться по данному признаку за счет разной скорости потери влаги при созревании, что позволяет вести селекцию на ускоренную влагоотдачу [8, 9, 10]. В то же время реализация генетических различий между гибридами в конкретных агроэкологических условиях зависит от внешних факторов, в том числе от теплового режима, осадков и влажности воздуха [11]. Поэтому при оценке гибридов по признаку «уборочная влажность зерна» необходимо учитывать взаимодействие «генотип – среда», в том числе климатические условия зоны возделывания [12].

Урожай зерна кукурузы может лимитироваться реакцией гибридов на фитосанитарную обстановку. В настоящее время в северной зоне кукурузосеяния практически отсутствуют специализированные патогены кукурузы, однако их адаптационная изменчивость в перспективе может существенно изменить ситуацию [13].

Из изложенного вытекает необходимость экологического подхода к оценке гибридов кукурузы зернового направления, предназначенных для использования в регионах с ограниченными ресурсами тепла. Один из путей реализации этого подхода заключается в параллельном испытании гибридов в зонах с контрастными климатическими условиями.

Цель исследований – выявление зональных особенностей проявления хозяйственно полезных признаков различных по скороспелости гибридов кукурузы в связи с контрастными сроками посева в Северо-Кавказском и Уральском регионах.

Методика исследований

Полевые опыты проведены в соответствии с методиками [14, 15] на опытном поле ВНИИ

кукурузы в п. Пятигорский Предгорного района Ставропольского края и в Институте агроэкологии Южно-Уральского ГАУ (с. Миасское Красноармейского района Челябинской области) при двух сроках посева (ранний и оптимальный, с точки зрения температурного режима). Календарно ранние сроки посева во ВНИИ кукурузы состоялись в 2013 г. 3 апреля, в 2014 г. – 10 апреля, 2015 г. – 8 апреля; оптимальные сроки во все годы – 29 апреля; в Институте агроэкологии ранние сроки, соответственно, по годам – 30 апреля, 6 мая и 24 апреля, оптимальные – 20, 26 и 16 мая. Экологическое испытание проводили по единой методике на делянках с учетной площадью 23,5 м² в трехкратной повторности. Изучение проводили в 2013–2015 гг. после хранения исходных партий семян в течение 1–3 лет во ВНИИ кукурузы в условиях склада с неконтролируемыми условиями хранения. В изучении находилось 8 гибридов кукурузы разных групп спелости (ФАО 150–350) селекции ВНИИ кукурузы урожая 2012 г., прошедших полную подготовку к посеву на кукурузокалибровочном заводе.

Результаты исследований

Фенологические наблюдения показали, что различия между гибридами по продолжительности периода от всходов до цветения початка в целом соответствуют группе спелости гибридов. Зональные особенности заключаются в том, что в условиях Южного Урала увеличение ФАО сопровождалось удлинением вегетационного периода в среднем на 1,6 суток, тогда как на Северном Кавказе – лишь на 1 сутки. Это существенно ужесточает требования к скороспелости гибридов для севера.

Для оценки гибридов по холодостойкости посев в обеих зонах проводили в два срока – ранний, в заведомо непрогретую почву, и в оптимальный по температурному режиму. В связи с довольно жесткими условиями для прорастания семян в ранних посевах густота фактического стояния растений была ниже, чем при оптимальных сроках. Так, во ВНИИ кукурузы в 2013 г. густота стояния растений в раннем посеве варьировала в пределах 42–72 тыс./га, в 2014 г. – 68–82 тыс./га, в 2015 г. – 25–71 тыс./га; в Институте агроэкологии – соответственно 31–61, 41–69 и 4–46 тыс./га. При оптимальном сроке посева интервалы варьирования густоты стояния растений, соответственно, по пунктам составили 68–79 и 59–72 тыс./га в 2013 г., 73–82 и 55–70 тыс./га в 2014 г., 61–73 и 43–71 тыс./га в 2015 г. (табл. 1).



Эти результаты интегрированно отражают коэффициенты вариации, значения которых увеличиваются от оптимальных сроков к поздним и от южного пункта испытания к северному: как правило, при оптимальных сроках посева варьирование полевой всхожести слабое, тогда как при ранних посевах – от среднего до сильного. Это говорит о том, что при ранних сроках колебания полевой всхожести характеризуют различия гибридов главным образом по холодостойкости и в меньшей степени – по качеству семян, по крайней мере в первые два года исследований.

После трех лет хранения семена гибридов кукурузы по-разному реагировали на условия прорастания в пунктах изучения. В жестких условиях 2015 года при высеве 85 тыс. раст./га в раннем посеве во ВНИИ кукурузы только у гибридов Нур, Ньютон и Машук 150 МВ была сформирована густота стояния растений соответственно 71, 62 и 57 тыс. раст./га. У других гибридов этот показатель был в пределах 53–25 тыс. раст./га.

При оптимальном сроке посева густоты стояния свыше 70 тыс. раст./га сформиро-

вали только гибриды Нур и Ньютон против 61–66 тыс. раст./га у остальных образцов. В Институте агроэкологии удовлетворительные результаты в раннем посеве получены только у гибридов Нур и Ньютон, что характеризует их как стабильно холодостойкие, тогда как при оптимальном сроке – практически у всех гибридов. Таким образом, отличия гибридов по холодостойкости и качеству семян в полной мере проявляются в экстремальных условиях прорастания.

Максимальный урожай зерна в обоих пунктах изучения сформировался в 2013 году (табл. 2).

Соотношение урожайности по срокам посева зависело от климатических условий пунктов испытания и погодных условий отдельных лет. Во ВНИИ кукурузы все три года в оптимальном сроке посева получено статистически достоверное преимущество по урожайности по сравнению с ранним сроком посева. Исключения в 2014 году составили гибриды Катерина СВ, Машук 175МВ, Машук 250СВ и Машук 350МВ, в 2015 – Нур, Машук 175МВ и Машук 250СВ, которые не реагировали на срок посева.

Таблица 1 – Фактическая густота стояния растений к уборке гибридов кукурузы при разных сроках посева в 2013-2015 гг.

Гибрид	Фактическая густота стояния растений к уборке, тыс./га.					
	ВНИИ кукурузы			Институт агроэкологии		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Ранний посев						
Машук 150МВ	72	77	57	54	62	16
Нур	56	82	71	61	69	46
Катерина СВ	44	76	49	31	44	20
Машук 175МВ	64	82	46	34	52	31
Ньютон	60	77	62	43	64	45
Машук 220МВ*	67	68	25	54	43	4
Машук 250СВ	42	78	53	39	56	33
Машук 350МВ	53	73	40	33	41	16
Коэффициент вариации, %	18,6	6,0	27,9	26,0	19,7	56,5
Оптимальный посев						
Машук 150МВ	75	78	63	69	65	43
Нур	79	76	76	72	68	71
Катерина СВ	70	77	61	66	61	49
Машук 175МВ	68	81	63	61	56	60
Ньютон	73	82	73	63	70	63
Машук 220МВ*	75	75	66	63	55	45
Машук 250СВ	73	73	64	59	67	57
Машук 350МВ	72	72	62	65	67	48
Коэффициент вариации, %	4,6	4,6	8,3	6,5	8,9	10,8

* Семена не протравлены.

В Институте агроэкологии явное преимущество второго срока посева наблюдалась лишь в 2013 году, на удовлетворительном фоне теплообеспеченности. В этих условиях ресурсов тепла оказалось достаточно для полноценного налива зерна даже при посеве всех гибридов кукурузы в третьей декаде мая. Напротив, в условиях даже умеренного дефицита тепла 2014 года при втором сроке посева наблюдалось существенное падение урожайности за счет низкой массы 1000 зерен, при этом у ультраранних и раннеспелых гибридов (Нур, Машук 150МВ, Катерина СВ) урожайность снижалась на 1–2 т/га по сравнению с ранним посевом, тогда как у среднеранних и среднеспелых – на 3–4 тонны. Умеренными ресурсами тепла характеризовался и 2015 год, однако различия по урожайности для большинства гибридов сложились в пользу оптимального срока. Исключение составили лишь два гибрида: среднеранний Машук 250СВ, снизивший урожайность при посеве в третьей декаде мая, и среднеспелый Машук 350МВ, для которого различия по срокам статистически не доказаны. У остальных гибридов формирование урожайности при раннем сроке лимитировалось низкой полевой всхожестью семян после трех лет хранения.

Полученные данные свидетельствуют, что в условиях Предгорного района Ставропольского края для полной реализации потенциала гибридов кукурузы необходимы оптимальные сроки посева. На Южном Урале оптимизация срока посева по температурному режиму в период прорастания вступает в противоречие с необходимостью максимального использования общих ресурсов тепла за период вегетации, поэтому посев во второй половине мая даже ультраранних гибридов кукурузы ведет к трудно предсказуемому результату: как к получению довольно высоких урожаев зерна (до 8 т/га), так и к формированию очень низкого урожая (до 3,9 т/га) с влажностью зерна выше 50%. Гарантированные результаты здесь можно получать лишь при посеве в начале мая, но при условии использования холодостойких гибридов и семян с высокими посевными качествами.

По величине F-критерия в обоих пунктах гибриды и сроки посева оказали достоверное влияние на урожай зерна (табл. 3).

Наиболее значимым аргументом в пользу раннего срока посева в северной зоне является уборочная влажность зерна. Во ВНИИ кукурузы в 2013 г. уборка гибридов различных сроков посева из-за медленной потери влаги зерном

Таблица 2 – Урожайность зерна гибридов кукурузы, изученных в разных климатических пунктах, 2013–2015 гг.

Гибрид	Урожай зерна, т/га							
	ВНИИ кукурузы				Институт агроэкологии			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Ранний посев								
Машук 150МВ	5,74	4,61	4,20	4,85	5,02	5,01	0,65	3,56
Нур	3,72	6,00	5,64	5,12	5,68	5,81	2,52	4,67
Катерина СВ	4,61	4,55	4,17	4,44	4,02	4,12	2,14	3,42
Машук 175МВ	7,36	5,55	5,83	6,24	4,52	4,24	2,97	3,91
Ньютон	6,86	5,69	6,01	6,18	6,07	6,44	3,51	5,34
Машук 220МВ*	7,75	5,34	4,10	5,73	6,94	4,17	0,43	3,84
Машук 250СВ	6,02	5,77	6,32	6,03	5,85	5,68	2,43	4,65
Машук 350МВ	9,12	6,22	6,30	7,21	4,19	4,09	0,92	3,06
Среднее	6,39	5,46	5,32	5,72	5,28	4,94	1,94	4,05
Оптимальный посев								
Машук 150МВ	7,88	5,24	4,86	5,99	7,69	3,35	3,36	4,80
Нур	7,74	6,76	6,02	6,84	8,07	3,90	6,30	6,09
Катерина СВ	8,48	4,75	4,68	5,97	7,02	3,12	3,16	4,43
Машук 175МВ	9,27	5,92	5,88	7,02	7,21	1,56	3,53	4,10
Ньютон	9,37	6,82	6,69	7,62	6,67	2,29	4,36	4,44
Машук 220МВ*	9,52	6,26	6,20	7,32	7,16	1,30	3,74	4,06
Машук 250СВ	10,0	6,00	6,16	7,38	7,20	2,07	2,03	3,76
Машук 350МВ	10,13	6,43	7,34	7,96	7,36	1,01	1,07	3,14
Среднее	9,04	6,02	5,97	7,01	7,29	2,32	3,44	4,35



проводилась в два приема (3 сентября и 1 октября). Поэтому уборочная влажность зерна всех гибридов оказалась в пределах 17,9–21,8%. В 2014–2015 гг. благодаря высоким температурам воздуха в августе месяце и дружному созреванию уборка урожая зерна всех гибридов проводилась одновременно. Однако из-за быстрой потери влаги зерном при созревании различия между гибридами ранних и средних сроков созревания находились в пределах 15,5–19,6% (табл. 4).

При этом у гибридов кукурузы оптимального срока посева отмечена лишь тенденция к увеличению уборочной влажности зерна по сравнению с ранним сроком посева. Самую

низкую влажность зерна при уборке показали гибриды Машук 150 МВ, Катерина СВ, Машук 175 МВ.

В Институте агроэкологии уборка урожая зерна во все годы изучения проводилась в один срок. Различия по уборочной влажности зерна между гибридами разных сроков посева в 2013 г. составили 2,9–5,0%, в 2014 г. – 13,5–24,3%, в 2015 г. – 3,1–19,2%. Физиологическую спелость зерна (влажность около 35%) в 2013 году достигли только гибриды Машук 150 МВ и Нур как при раннем, так и при оптимальном сроках посева, в 2014 и 2015 годах – лишь при раннем сроке.

Таким образом, влажность зерна зависела от взаимодействия комплекса факторов: зоны

Таблица 3 – Результаты статистического анализа урожая зерна гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева, 2013–2015 гг.

Факторы	Пункты изучения	F критерий ₀₅			НСР ₀₅		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
А (гибрид)	ВНИИК	122,7*	11,6*	21,8*	0,50	0,45	0,45
	Институт агроэкологии	86,9*	156,2*	160,5*	0,44	0,36	0,28
В (сроки посева)	ВНИИК	13,8*	33,0*	24,8*	0,99	0,22	0,23
	Институт агроэкологии	3,1*	71,6*	0,1	0,88	0,18	–
АВ	ВНИИК	2,5*	6,3*	15,9*	1,40	0,63	0,64
	Институт агроэкологии	3,4*	19,7*	95,7*	1,24	0,51	0,40

*Достоверно при уровне значимости 0,05.

Таблица 4 – Уборочная влажность зерна гибридов кукурузы, изученных в разных климатических зонах, 2013–2015 гг.

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %					
	ВНИИ кукурузы			Институт агроэкологии		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Ранний посев						
Машук 150МВ	20,2	15,6	13,4	32,3	32,3	30,3
Нур	19,9	18,3	15,9	33,1	28,9	30,5
Катерина СВ	19,8	16,3	13,2	39,0	38,2	40,1
Машук 175МВ	19,9	16,4	16,4	42,4	43,2	41,0
Ньютон	19,1	18,8	19,2	47,9	52,6	53,3
Машук 220МВ*	19,3	19,0	17,6	49,2	53,6	62,9
Машук 250СВ	19,4	19,6	20,5	51,3	49,8	65,4
Машук 350МВ	17,9	19,4	20,4	53,6	56,9	69,1
Оптимальный посев						
Машук 150МВ	20,8	15,5	16,5	35,4	59,7	43,7
Нур	21,8	19,3	17,8	36,5	50,0	43,6
Катерина СВ	19,9	16,0	15,6	41,9	61,4	52,7
Машук 175МВ	20,4	17,4	18,9	47,4	70,9	60,2
Ньютон	18,9	19,2	20,7	51,7	69,1	61,6
Машук 220МВ*	18,6	19,6	20,6	52,4	68,3	66,0
Машук 250СВ	18,8	20,8	21,2	54,8	67,0	71,1
Машук 350МВ	18,8	19,6	20,9	58,4	76,0	79,3

возделывания и срока посева. Основные тенденции этой зависимости наглядно иллюстрирует (рис. 1).

При раннем сроке посева влажность находится в тесной зависимости от скороспелости гибрида только на фоне дефицита тепла, характерного для Южного Урала: здесь увеличение числа ФАО на каждые 10 единиц сопровождалось повышением уборочной влажности зерна в среднем на 1,4 процентного пункта. В условиях Северного Кавказа по мере созревания зерна на нелимитирующем температурном фоне наблюдалось выравнивание влажности зерна гибридов различной скороспелости при позд-

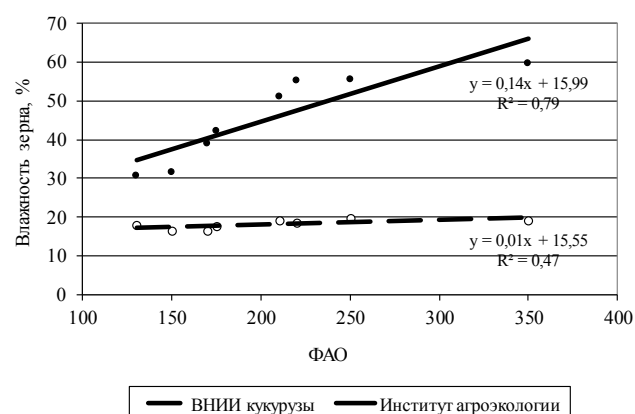


Рис. 1. Зависимость уборочной влажности зерна от числа ФАО гибридов кукурузы при раннем сроке посева (в среднем за 2013–2015 гг.)

них сроках уборки, а коэффициенты регрессии и детерминации не доказаны статистически по t -критерию. Аналогичные закономерности наблюдались и при оптимальном сроке посева, но в Институте агроэкологии – на более высоком уровне влажности.

Ломкость стебля ниже початка и фузариоз початков проявились лишь во ВНИИ кукурузы, а степень их проявления зависела от условий года (табл. 5). В 2013 г. в раннем и оптимальном сроках посева ломкость стебля ниже початка не превышала 8,3 %. В 2014 г. этот показатель в раннем сроке посева был в пределах 1,5–30,9 %, в оптимальном сроке – 0–23,9 %; в 2015 г. соответственно 0–10,4 % и 0–9,0 %. Высокую устойчивость к ломкости стебля за три года изучения показали гибриды кукурузы Нур, Машук 175 МВ, Машук 220 МВ, Машук 350 МВ. Неустойчивыми можно назвать гибриды Машук 150 МВ, Катерина СВ.

Поражение початков кукурузы фузариозом проявляется особенно в последние годы. В 2013 г. во ВНИИ кукурузы это заболевание было отмечено в раннем посеве от 5,1 до 34,3 % в разрезе гибридов, в оптимальном сроке посева – 5,5–21,3 % по гибридам. В 2014 г. поражение початков фузариозом было выше и составило в раннем посеве 7,2–44,2 %, в оптимальном сроке посева – 7,6–47,7 %. В 2015 г. по сравнению с предыдущими годами отмечено наименьшее

Таблица 5 – Ломкость стебля ниже початка и пораженность початков фузариозом при разных сроках посева, 2013–2015 гг. (ВНИИ кукурузы)

Гибрид	Ломкость стебля ниже початка, %				Фузариоз початков, %			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Ранний посев								
Машук 150МВ	3,6	30,9	3,7	12,7	11,5	29,3	1,6	14,1
Нур	8,3	1,5	1,2	3,6	5,1	7,2	0,6	4,3
Катерина СВ	4,8	20,5	10,4	11,9	16,2	44,2	9,1	23,1
Машук 175МВ	0,7	7,5	0,9	3,0	26,1	33,9	13,3	24,4
Ньютон	0	16,5	4,1	6,8	19,1	18,2	4,8	14,0
Машук 220МВ*	1,9	5,7	0	2,5	26,3	31,8	19,1	25,7
Машук 250СВ	1,0	20,6	1,6	7,7	19,1	22,7	11,9	17,9
Машук 350МВ	1,6	5,8	1,0	2,8	34,3	18,8	20,6	24,5
Оптимальный посев								
Машук 150МВ	8,3	20,2	2,6	10,3	9,8	47,7	1,3	19,6
Нур	1,6	0	0	0,5	5,5	7,6	0	4,3
Катерина СВ	5,4	23,9	9,0	12,7	13,7	44,9	6,0	21,5
Машук 175МВ	3,1	9,7	4,0	5,6	20,3	44,0	7,0	23,7
Ньютон	5,3	16,6	0,6	7,5	16,6	35,9	2,5	18,3
Машук 220МВ*	3,4	1,7	0	1,7	21,3	34,8	11,2	22,4
Машук 250СВ	3,5	9,9	2,7	5,3	18,3	27,0	6,2	17,1
Машук 350МВ	3,5	1,8	1,4	2,2	19,7	33,9	10,0	21,2



поражение початков этим заболеванием. Наиболее устойчивым к поражению фузариозом початков в течение трех лет изучения и в два срока посева оказался гибрид кукурузы Нур. Каких-либо выраженных закономерностей по влиянию сроков посева на поражение початков фузариозом не выявлено.

Выводы

Условием производства зерна кукурузы в северных регионах России является создание ультраранних и холодостойких гибридов, способных длительное время выдерживать температуру почвы ниже биологического минимума. В северной зоне кукурузосеяния значительно большее внимание следует уделять качеству посевного материала. Использование семян с пониженной лабораторной всхожестью и силой роста, вызванной, в частности, их длительным хранением, может препятствовать получению планируемой густоты стояния растений, задержке появления всходов, что приводит к слабому стартовому росту растений и, как следствие, к снижению урожая зерна.

Для получения высоких урожаев зерна с заданной густотой стояния растений при посеве в оптимальные сроки в условиях ВНИИ кукурузы необходимо увеличивать норму высева семян на 10–20%, в условиях Челябинской области – на 20–30% в зависимости от используемого гибрида. При этом необходимо учитывать биологические особенности гибридов кукурузы к прорастанию в различных условиях, репродукцию семян, посевные качества и корректировать норму высева семян в конкретных условиях выращивания. Для гарантированного производства зерна в условиях лесостепи Челябинской области наилучшим гибридом в ранние сроки посева оказался гибрид кукурузы Нур.

Ломкость стебля ниже початка в значительной степени определяется генотипом гибрида и условиями произрастания. Поражение початков фузариозом варьирует по годам в разной степени. Однако выявлена устойчивость к этому заболеванию у гибрида кукурузы Нур независимо от других факторов.

Список литературы

1. Кукуруза в Сибири / Н. И. Кашеваров, В. С. Ильин, Н. Н. Кашеварова, И. В. Ильин. Новосибирск, 2004. 400 с.
2. Панфилов А. Э. Селекция кукурузы для севера: направления и тенденции // Современные проблемы земледелия Зауралья и пути их

научно обоснованного решения : матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Курганского НИИСХ и 100-летию Шадринского опытного поля (24–25 июля 2014 г.). Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2014. 283 с.

3. Корыстина Д. С. Ультраранние гибриды кукурузы и оптимизация некоторых элементов их сортовой агротехники в северной лесостепи Зауралья : автореф. ... канд. с.-х. наук. Курган : КГСХА, 2004. 18 с.

4. Казакова Н. И., Казакова Н. И. Органогенез и продукционный процесс кукурузы в Зауралье. Челябинск : ЧГАА, 2015. 132 с.

5. Miedema P. The Effects of Low Temperature on Zea mays // *Advances in Agronomy*. 1982. Vol. 35. P. 93–128.

6. Реакция гибридов кукурузы на температурный режим в период прорастания / А. Г. Горбачева, И. А. Ветошкина, А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова // *Кукуруза и сорго*. 2014. № 2. С. 20–24.

7. Иванова Е. С. Эффективность десикации посевов кукурузы при выращивании на зерно в северной лесостепи Зауралья : автореф. ... канд. с.-х. наук. Курган, 2008. 18 с.

8. Орлянский Н. А. Селекция кукурузы на пониженную уборочную влажность зерна для Центрально-Черноземной зоны // *Кукуруза и сорго*. 2004. № 3. С. 10–13.

9. Хорошилов С. А., Воронин А. Н., Журба Г. М. Выделение генотипов для создания гибридов кукурузы с пониженной влажностью зерна к уборке // *Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию ГНУ ВНИИ кукурузы*. 2009. С. 111–117.

10. Панфилова О. Н., Чугунова Е. В., Васильева Е. И. О результатах экологического сортоиспытания гибридов кукурузы по признаку уборочная влажность зерна на богаре и орошении в условиях Волгоградской области // *Кукуруза и сорго*. 2015. № 5. С. 14–20.

11. Иванова Е. С. Генотип как фактор потери влаги зерном кукурузы при созревании в условиях Зауралья // *Материалы ЛП междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству»* / под ред. П. Г. Свечникова. 2014. С. 93–99.

12. Magari, R. Kang, M.S. Zhang, Y. Genotype by environment interaction for ear moisture loss rate in corn // *Crop science*. 1997. Vol. 37. P. 774–779.

13. Иващенко В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости // Приложение к журналу «Вестник защиты растений». СПб., 2015. Вып. 16. 296 с.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1985. 250 с.

15. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой // ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ. Днепропетровск, 1980. 54 с.

Сотченко Владимир Семенович, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник отдела селекции кукурузы ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: 976067@mail.ru.

Горбачева Анна Григорьевна, д-р с.-х. наук, заведующая отделом первичного семеноводства кукурузы, ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: gorba4ewa.a@yandex.ru.

Панфилов Алексей Эдуардович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры экологии, агрохимии и защиты растений, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: al_panfilov@mail.ru.

Ветошкина Ирина Анатольевна, старший научный сотрудник отдела первичного семеноводства, ФГНБУ ВНИИ кукурузы.

E-mail: 75.61.795@rambler.ru.

Замятин Андрей Дмитриевич, ассистент кафедры экологии, агрохимии и защиты растений, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: zamiatinand@gmail.com.

* * *

УДК 635.21 : 631.5 (571.12)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ
СОРТА КАРТОФЕЛЯ АДРЕТТА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ю. П. Логинов, А. А. Казак, Л. И. Якубышина

Приведены результаты научных исследований с 2001-го по 2014 годы по совершенствованию технологии выращивания сорта картофеля Адретта. Сорт выведен в Германии. В Тюменской области возделывается 35 лет. По вкусовой оценке является эталоном. Сильно поражается фитофторой и плохо хранится в зимний период. Проанализированы данные по урожайности и качеству клубней сорта Адретта в зависимости от элементов технологии. Установлено, что выращивание сорта по общепринятой в регионе технологии не позволяет реализовать потенциальную возможность сорта. Совершенствование элементов технологии выращивания положительно влияет на урожайность и качество клубней. По предшественнику «однолетние травы» прибавка составила 5,4 т/га при урожайности в контрольном варианте 19,7 т/га. Сорт положительно реагирует на применение сидеральных удобрений. Максимальная прибавка урожайности 3,5 т/га получена после рапса. В отмеченном варианте меньше проявились болезни по сравнению с контролем. Адретта – сорт интенсивного типа, очень требовательный к минеральным удобрениям. При урожайности в контрольном варианте 18,7 т/га прибавки составили от 7,2 до 22,7 т/га, или от 38,5 до 121,4 %, в зависимости от погодных условий. Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях увеличилось до уровня урожайности 40 т/га. Дальнейшее увеличение урожайности приводит к снижению отмеченных показателей. Скашивание ботвы за две недели до уборки и зеленение семенных клубней после уборки в течение 3–4 недель под навесом обеспечивают хорошее хранение в зимний период и повышают урожайность сорта в следующем году на 20–25 %. По разработанной технологии урожайность составила 29,6 т/га, по общепринятой – 23,8 т/га. Уровень рентабельности производства картофеля сорта Адретта по разработанной технологии составил 67 %, по общепринятой – 35 %.

Ключевые слова: картофель, сорт, элементы технологии, урожайность, качество клубней.

В конце XX века на многих сортоиспытательных участках Сибири изучался сорт Адретта немецкой селекции. От других сортов он отличается высокими вкусовыми качествами, которые стабильно формирует на разных типах почв в разные по погодным условиям годы. Во многих субъектах региона сорт включен в реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве. Качество клубней он сочетает с достаточно высокой урожайностью (45–50 т/га). Наряду с положительными хозяйственными признаками сорт имеет серьезный недостаток – поражается фитофторой, причем в отдельные годы очень сильно

[1, 2]. С таких посадок клубни плохо хранятся в зимний период, отход составляет 50 % и более. В частном секторе и крупном товарном производстве сорт Адретта выращивался по общепринятой технологии, что приводило к недобору урожая. К сорту стало формироваться негативное отношение, которое привело к сильному сокращению площади посадки. Теперь лишь у отдельных частников можно встретить этот сорт. Выход один – необходимо разработать сортовую технологию производства продовольственного и семенного картофеля [3, 4]. Цель исследований предусматривает решение отмеченной проблемы.

Место и методика исследований

Исследования проведены в 2001–2014 гг. на опытном поле Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья, в северной лесостепной зоне. Почва чернозем выщелоченный, тяжело суглинистая по механическому составу, содержание гумуса 7–8%, элементов питания среднее, реакция почвенного раствора – 6,7. Изучалась реакция сорта на предшественники: картофель, яровые зерновые культуры, однолетние травы (горох + овес), сидеральные и минеральные удобрения, зеленение семян после уборки урожая, густоту посадки, удаление ботвы перед уборкой и др.

Площадь делянки – 35 м², учетная – 30 м², повторность 4-кратная, размещение делянок рендомизированное. За контроль взята общепринятая для культуры в зоне технология.

Наблюдения и учеты проведены по методикам Государственного сортоиспытания [5], ВНИИКС им. А.Г. Лорха [6], биохимические показатели определены в сертифицированной лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья. Урожайные данные обработаны статистическим методом по Б.А. Доспехову [7].

Результаты возделывания картофеля в Тюменской области показали, что многие сорта немецкой селекции по биологическим особенностям и физиологическим параметрам подходят к природно-климатическим условиям области [8, 9]. Например, в XX веке длительный период времени возделывался сорт Берлихинген, который был надежным продуктом питания для людей и кормом для животных. В конце прошлого века включен в реестр селекционных достижений сорт Адретта. В последние десятилетия успешно выращиваются сорта Розара, Розалинд, Зекура и др., но по вкусовым качествам остается лучшим сорт Адретта [10, 11, 12]. Однако выращивание по общепринятой технологии не позволило реализовать достоинство сорта. Необходимо также отметить, что сорта картофеля

немецкой селекции требовательны к условиям выращивания. Для них нужно выделять поля с высоким плодородием, вносить органические и минеральные удобрения, применять полив, средства защиты растений и т.д. [13].

Сорт Адретта по-разному реагирует на предшественники. Лучшими для него являются однолетние травы и яровая пшеница после пара (табл. 1).

Прибавка урожайности картофеля к контролю по яровой пшенице составила 3,1 т/га, по однолетним травам – 5,4 т/га, или 15,7 и 27,4%, соответственно. При выращивании сорта Адретта по предшественнику картофель сильнее проявились болезни по сравнению с другими предшественниками (рис. 1).

Изучаемый сорт хорошо отзывается на сидеральные удобрения (табл. 2).

Сидеральные культуры высевались в третьей декаде августа после уборки ранних сортов картофеля Жуковский ранний, Ред Скарлетт, Каратоп и др., а запахивались в конце первой декады октября. До замерзания почвы сидеральные культуры начинали разлагаться. Весной и летом следующего года этот процесс завершился.

Из данных таблицы 2 видно, что обе сидеральные культуры увеличили урожайность

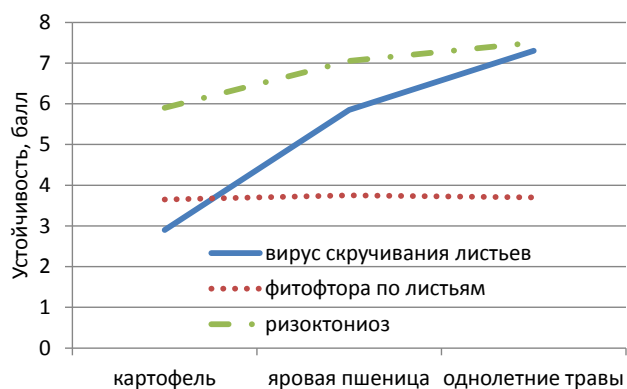


Рис. 1. Влияние предшественника на устойчивость к болезням сорта картофеля Адретта, 2001–2003 гг.

Таблица 1 – Влияние предшественника на урожайность и качество картофеля сорта Адретта, 2001–2003 гг.

Предшественник	Урожайность, т/га				К контролю, ±	
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	средняя	т/га	%
Картофель, контроль	19,4	18,1	21,6	19,7	–	–
Яровая пшеница после пара	23,2	20,8	24,3	22,8	+3,1	15,7
Однолетние травы	25,1	22,6	27,5	25,1	+5,4	27,4
НСР ₀₅	2,5	1,7	2,1			



картофеля на 13,6–16,9% при урожайности в контроле 20,6 т/га. Сидеральные удобрения благоприятно повлияли на содержание сухого вещества и крахмала (рис. 2).

Минеральные удобрения изучали по предшественникам картофель и однолетние травы. Нормы удобрений вносили на планируемую урожайность 30, 40, 50, 60 т/га (табл. 3).

В засушливом 2012 г. минеральные удобрения слабо повлияли на урожайность сорта

Адретта. Она варьировала от 14,7 т/га на контроле по предшественнику картофель до 17,5 т/га в варианте с удобрениями на планируемую урожайность 60 т/га. Несколько выше она была в изучаемых вариантах по предшественнику однолетние травы. Действие удобрений хорошо проявилось в благоприятные по увлажнению и температурному режиму годы. Полученная урожайность близка к расчетной, а в отдельных вариантах выше плановой.

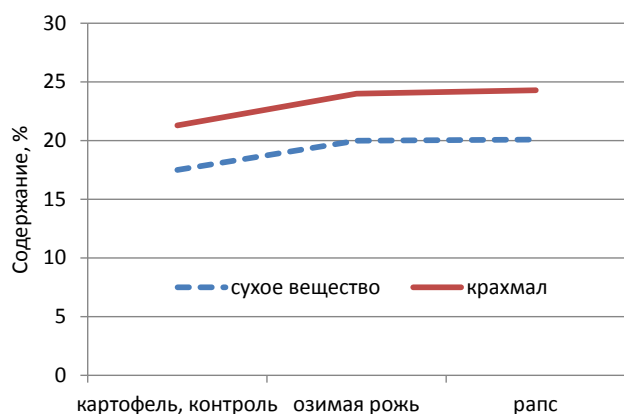


Рис. 2. Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля в зависимости от сидеральной культуры, 2009–2011 гг.

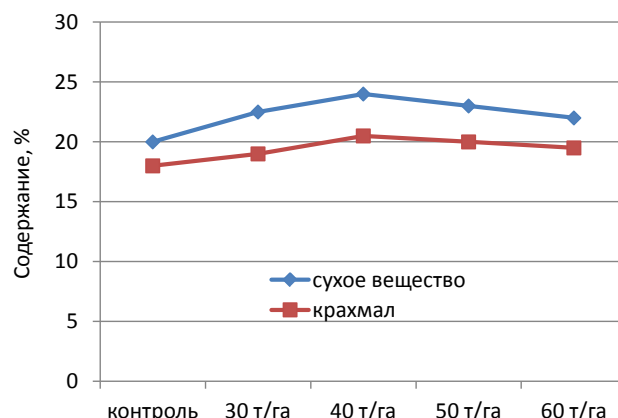


Рис. 3. Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля сорта Адретта в зависимости от внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность, 2012–2014 гг.

Таблица 2 – Урожайность сорта Адретта в зависимости от сидеральных удобрений, 2007–2009 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га				К контролю, ±	
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	средняя	т/га	%
Картофель, контроль	20,7	22,1	18,9	20,6	–	–
Озимая рожь	23,4	25,3	21,6	23,4	+2,8	13,6
Рапс	24,2	25,0	23,1	24,1	+3,5	16,9
НСР ₀₅	1,9	2,8	2,3			

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность картофеля сорта Адретта, 2012–2014 гг.

Предшественник	Варианты опыта	Урожайность, т/га				К контролю, ±	
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	средняя	т/га	%
Картофель	Контроль, без удобрений	19,3	22,1	14,7	18,7	–	–
	Удобрения на: 30 т/га	27,5	34,0	16,4	25,9	+7,2	38,5
	40 т/га	38,0	38,6	17,2	31,2	+12,5	66,8
	50 т/га	54,3	52,9	16,8	41,3	+22,6	120,8
	60 т/га	52,7	54,2	17,5	41,4	+22,7	121,4
Однолетние травы	Контроль, без удобрений	21,0	25,7	15,9	20,8	–	–
	Удобрения на: 30 т/га	33,2	31,4	18,1	27,5	+6,7	32,2
	40 т/га	39,5	43,0	18,7	33,7	+12,9	62,0
	50 т/га	47,9	55,1	19,3	40,8	+20,0	96,1
	60 т/га	51,2	56,8	18,5	42,2	+21,4	102,8
НСР ₀₅		3,5	2,8	1,3			

При изучении качества клубней установлено, что содержание сухого вещества и крахмала увеличивалось до уровня урожайности 40 т/га. Дальнейшее увеличение урожайности сопровождалось снижением сухого вещества и крахмала.

Использование высоких доз удобрений на планируемую урожайность 50–60 т/га приводит к увеличению нитратов в клубнях картофеля. В контрольном варианте их содержалось 76 мг/кг, в вариантах с удобрениями 83; 147; 192; 230 мг/кг соответственно.

При выращивании картофеля важную роль играет густота посадки. Она зависит от биологических и физиологических особенностей сорта, обеспеченности почвы влагой и питательными веществами, размера посадочного материала, назначения посадок. Густота посадок должна способствовать развитию мощной листовой поверхности и корневой системы, что позволит растениям лучше использовать солнечную энергию и питательные вещества почвы [14, 15].

От густоты посадки зависит густота стояния стеблестоя. Б. А. Писарев [16] считает, что для семеноводческих посадок на 1 га должно быть 250–270 тыс. основных стеблей, для продовольственных – 150–200 тыс.

В результате исследований по изучению густоты посадки сорта Адретта установлено, что на семенных посадках лучшим является вариант с густотой растений 66 тыс. штук и схемой посадки 90×15 см, на продовольственных посадках – 44 тыс. растений и схемой посадки 90×22 см. Отмеченную густоту посадки нужно применять прежде всего в общественном секторе. Широкие междурядья способствуют производительной работе современной техники. При этом повреждения корневой системы растений в ходе междурядных обработок и клубней во время уборки сводятся к минимуму. В частном секторе при выращивании картофеля на продовольственные цели необходимо использовать густоту посадки 470 штук на 1 сотку по схеме 70×30 см, на семенные цели – 710 штук по схеме 70×20 см. Способ посадки гребневой. По многолетним нашим наблюдениям он имеет неоспоримое преимущество

перед посадкой на гладкую поверхность. Исключение составляют сухие, жаркие годы, аналогичные 2012 г.

Неотъемлемым элементом в технологии выращивания сорта Адретта является отбор и зеленение семенных клубней в течение 3–4 недель после уборки. Лучше всего это делать под навесом без доступа солнечных лучей. В частном секторе семенные клубни массой 60–80 г нужно брать от здоровых, хорошо развитых растений. В общественном секторе нужно проводить 2–3 санитарные прочистки и удалять больные растения.

Прозелененные клубни хорошо хранятся в зимний период. Весной, за месяц до посадки, семенные клубни нужно обогреть и прорастить на свету при температуре +14+15 °С. Непосредственно перед посадкой клубни нужно обработать химическим препаратом Форс.

Сорт Адретта хорошо отзывается на полив. Для формирования развитой вегетативной массы необходимо первый полив провести через неделю после появления всходов нормой 300–400 м³. Второй полив такой же нормой желательно провести в фазу цветения, третий полив – в период интенсивного клубнеобразования.

Для сорта Адретта важно за две недели до уборки скосить ботву и удалить ее с поля для того, чтобы предотвратить проникновение возбудителя фитофторы с листьев на клубни.

Изученные элементы легли в основу технологии выращивания отмеченного сорта, которая проверялась в 2013–2014 гг., в сравнении с общепринятой в зоне (табл. 4).

Выводы

Сорт картофеля Адретта не исчерпал генетические возможности по урожайности и качеству клубней. Совершенствование сортовой технологии позволило восстановить достоинства сорта и продлить срок использования его в производстве. По разработанной сортовой технологии получена урожайность 29,6 т/га, что на 5,8 т/га выше в сравнении с общепринятой технологией. Уровень рентабельности по разработанной технологии составил 67%, по общепринятой – 35%.

Таблица 4 – Сравнительная оценка разработанной для сорта Адретта технологии и общепринятой для культуры в северной лесостепной зоне Тюменской области, 2013–2014 гг.

№ п/п	Вариант опыта (технология)	Урожайность, т/га	Закупочная цена 1 т, руб.	Стоимость, руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
1	Общепринятая	23,8	10 000	238 000	7395	176	62 000	35
2	Разработанная	29,6	10 000	296 000	5980	177	119 000	67



Список литературы

1. Логинов Ю. П., Казак А. А. Сорт как элемент ресурсосберегающей технологии возделывания картофеля в лесостепной зоне Тюменской области // Сб. матер. Всерос. НПК, посвящ. 65-летию кафедры «Общее земледелие и землеустройство» и Дню российской науки (09 февраля 2016 г.). Пенза : Пензенская ГСХА, 2016. С. 92–97.

2. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Динамика формирования урожайности и качества клубней раннеспелых сортов картофеля в лесостепной зоне Тюменской области // Овощи России. 2016. № 2 (31). С. 83–85.

3. Шанина Е. П., Дубинин С. В. Качество клубней определяет выбор сорта // Картофель и овощи. 2015. № 2. С. 33–34.

4. Картофель России: Ресурсы и ситуация на рынке / Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов, В. С. Чугунов, О. Н. Шатилова // Картофель и овощи. 2013. № 3. С. 23.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1975. 186 с.

6. Методика исследований по культуре картофеля. М. : НИИКХ, 1967. 262 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 416 с.

8. Урожайность и качество клубней сортов картофеля в зависимости от срока посадки в северной лесостепи Тюменской области / А. А. Казак, Л. И. Якубышина, Н. Ю. Литенкова, Н. Р. Сайфуллина // Материалы ЛIII междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. П. Г. Свечникова. Челябинск, 2014. С. 99–106.

9. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Особенности выращивания экологиче-

ски чистого картофеля в северной лесостепной зоне Тюменской области // Вестник ГАУ Северного Зауралья. 2015. № 2 (29) С. 116–123.

10. Логинов Ю. П., Криворучкин Ю. Л., Заровняты М. А. Инновационные приемы выращивания картофеля в Северном Зауралье // Аграрный вестник Урала. 2008. № 5. С. 28–30.

11. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Сибири // Сб. матер. V юбилейной междунар. науч.-практ. конф. «Коняевские чтения»: (26–28 ноября 2015 г.). Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2016. С. 102–106.

12. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Тюменской области // Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. (20–21 октября 2015 г.) «Современное состояние и перспективы инновационного развития картофелеводства в Сибири, посвящ. 250-летию картофелеводства в Иркутской области». Иркутск : ИрГАУ им. А. А. Ежевского, 2015. С. 26–31.

13. Мингалев С. К. Реакция сортов картофеля на разные виды удобрений // Аграрный вестник Урала. 2014. № 7. С. 74–76.

14. Вечер А. С., Гончарик М. Н. Физиология и биохимия картофеля. Минск : Наука и техника, 1973. 263 с.

15. Логинов Ю. П., Казак А. А. Хозяйственная ценность сортов картофеля в условиях Тюменской области // Вестник ГАУ Северного Зауралья. 2015. № 4 (31). С. 48–52.

16. Писарев Б. А. Сортотехника картофеля. М. : Агропромиздат, 1990. 240 с.

Логинов Юрий Павлович, д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства», ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Агротехнологический институт.

E-mail: kazaknastinka@rambler.ru.

Казак Анастасия Афонасьевна, канд. с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства», ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Агротехнологический институт.

E-mail: kazaknastinka@rambler.ru.

Якубышина Людмила Ивановна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства», ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Агротехнологический институт.

E-mail: Ya.Mila80@mail.ru.

* * *

УДК: 631.416 : 631.524.84 (470.54/.56+470.58)

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЗЕРНОПАРОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ АЗОТОМ И ФОСФОРОМ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

Х. С. Юмашев, В. Н. Брагин

Представлены результаты научных исследований по изучению эффективности применения азотных удобрений на фоне разной обеспеченности почвы подвижным фосфором, полученные в многолетнем стационарном опыте, включенном в реестр длительных опытов Географической сети опытов с удобрениями РФ. Разные уровни обеспеченности почвы подвижным фосфором достигнуты благодаря длительному применению фосфорных удобрений в многолетнем стационарном опыте. За 25 лет прямого действия удобрений в севообороте в почву поступило 700 (P_1), 1400 (P_2) и 2100 (P_3) кг P_2O_5 на гектар севооборотной площади. За счет этого содержание P_2O_5 возросло с 35–38 мг/кг на неудобренных фонах в начале опыта до 244–371 мг/кг на фоне P_3 . Почва на опытном участке – чернозем выщелоченный маломощный среднегумусный тяжелосуглинистый, со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH 6,0–6,3; Нг – 1,9 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований 34 мг-экв/100 г; P_2O_5 – 65–67 мг/кг; K_2O – 109 мг/100 г; содержание гумуса 6,9%. Исследования проводились в зернопаротравяном севообороте со следующим чередованием культур пар-озимая рожь-горох-пшеница-однолетние травы на 3/к-ячмень. Выявлена разная отзывчивость культур севооборота на азотные удобрения на фоне разной обеспеченности почвы подвижным фосфором. Определены зерновые культуры, слабо отзывающиеся на азотные удобрения при недостатке в почве подвижного фосфора. Высокая окупаемость единицы азотного удобрения установлена в севообороте на зерновых культурах при содержании в почве подвижного фосфора на уровне 110–140 мг/кг и соответствовала 12–20 кг зерна на единицу азотного удобрения, при этом рентабельность применения азотного удобрения в севообороте возросла до 300%.

Ключевые слова: зернопаротравяной севооборот, озимая рожь, горох, пшеница, однолетние травы, ячмень, агроландшафт, удобрения, азот, фосфор, обеспеченность почвы, урожай зерна, окупаемость, рентабельность.

Как известно, в факторах интенсификации земледелия основную долю занимают удобрения. Еще в начале XX века немецкие специалисты сельского хозяйства на вопрос американских агрономов о том, чем они объясняют рост урожаев ответили: 50% этого поднятия урожаев должно быть отнесено за счет применения минеральных удобрений, 30% – за счет улучшения посевного материала и 20% – за счет улучшения обработки [1]. Эффективное применение удобрений должно стать одним из решающих факторов повышения продуктивности полей.

В современных условиях приемы интенсификации производства сельскохозяйственной

продукции должны опираться на главный основополагающий принцип – это ускоренная окупаемость единицы затрат.

В связи с этим повышение окупаемости затрат при применении минеральных удобрений должно быть главным критерием эффективного использования удобрений.

Важным фактором эффективного использования удобрений является, по мнению Д. Н. Прянишникова, тесная взаимосвязь каждого отдельного взятого элемента питания растений [1].

Многочисленными исследованиями проведенными в различных регионах страны установлено, что наибольшую эффективность азотные



удобрения показывают в лесостепных агроландшафтах на оподзоленных и выщелоченных черноземах, причем она увеличивается по мере возрастания степени выщелоченности почв [2–8].

Большое значение для повышения отдачи от азотных удобрений, по мнению Д. А. Коренькова и других исследователей, имеет соотношение между азотом и другими элементами питания и, в первую очередь, между азотом и фосфором [2, 9, 11–13].

В данной статье нами представлены результаты исследований, полученных в стационарном опыте, включенном в реестр длительных опытов Географической сети опытов с удобрениями РФ. Изучение эффективности азотных удобрений проводилось в севообороте при традиционной как наиболее эффективной в условиях лесостепных агроландшафтов отвальной технологии [10], на разных фонах обеспеченности почвы подвижным фосфором, которые были достигнуты в результате длительного применения фосфорных удобрений в стационаре. За 25 лет прямого действия удобрений в севообороте в почву поступило 700 (P_1), 1400 (P_2) и 2100 (P_3) кг P_2O_5 на гектар севооборотной площади. За счет этого содержание P_2O_5 возросло с 35–38 мг/кг на неудобренных фонах в начале опыта до 244–371 мг/кг на фоне P_3 . Характерно, что на вариантах, где на протяжении четверти века фосфорные удобрения не применялись. Фактическое содержание P_2O_5 в почве при явном отрицательном балансе не только не уменьшилось, но даже возросло с 36 до 60–76 мг/кг. Подобные результаты были получены и в других регионах страны (4,6,12).

Почва на опытном участке – чернозем выщелоченный маломощный среднегумусный тяжелосуглинистый, со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH – 6,0–6,3; Нг – 1,9 мг-экв./100 г, сумма поглощенных оснований – 34 мг-экв./100 г; P_2O_5 – 65–67 мг/кг; K_2O – 109 мг/100 г; содержание гумуса – 6,9%.

Результаты исследований

В условиях северного лесостепного агроландшафта Зауралья определяющим фактором для получения урожая зерновых культур является обеспеченность почвы доступной влагой. При наличии влаги, соответственно, возрастает эффективность внесенных минеральных удобрений. При этом немаловажную роль играет обеспеченность почвы элементами питания, в первую очередь, подвижным фосфором.

Из всех зерновых культур, возделываемых в условиях северного лесостепного агроландшафта Челябинской области, наиболее адаптивной является озимая рожь. В благоприятные по режиму увлажнения годы озимая рожь формирует урожай зерна на уровне 5,0 и более т/га. Средняя урожайность озимой ржи за 14 лет на фонах без применения удобрений составила 2,7 т/га, с улучшением обеспеченности почвы фосфором она возросла до 3,2 т/га.

Эффективность азотных удобрений существенным образом зависела от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором. Так, на фоне низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором азотные удобрения практически не повышали урожай зерна в то время, как с улучшением обеспеченности почвы фосфором урожайность возрастала. Максимальная окупаемость единицы удобрения составила 20,0 кг зерна при содержании в почве подвижного фосфора на уровне 130 мг/кг почвы (табл. 1).

Горох является одной из основных зернобобовых культур, выращиваемых в хозяйствах области. В отличие от зерновых культур слабо отзывается на внесение минеральных удобрений. При недостатке влаги, особенно в начальные периоды развития, может формировать урожай зерна в пределах 2,5–3,0 т/га. В наших исследованиях горох слабо реагировал на обеспеченность почвы доступным фосфором, поскольку за счет корневых выделений растения гороха способны усваивать недостаточно растворимые формы почвенного фосфора.

Таблица 1 – Эффективность применения азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 в посевах озимой ржи за период с 2002-го по 2015 годы

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (80 мг/кг)		P_1 (130 мг/кг)		P_2 (150 мг/кг)		P_3 (200 мг/кг)	
	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг
N_0	2,72	–	2,99	–	3,09	–	3,24	–
N_{30}	2,77	1,7	3,59	20,0	3,49	13,3	3,61	12,3

Выявлена отзывчивость гороха на невысокую дозу азотного удобрения, в частности, при внесении азотного удобрения в дозе 20 кг/га д.в. окупаемость единицы азота удобрения на фоне обеспеченности почвы подвижным фосфором в пределах 170 мг/кг почвы достигала 6,5 кг зерна (табл. 2).

Яровая пшеница в отличие от озимой ржи неплохо отзывалась не только на наличие в почвенном профиле влаги, но и на обеспеченность почвы элементами питания. Так, за счет обеспеченности почвы доступным фосфором урожайность зерна возрастала на 0,25–0,5 т/га.

Внесение азотных удобрений позволяло повысить урожайность зерна яровой пшеницы. Наибольшая окупаемость единицы азотного удобрения около 17,0 кг зерна достигалась при обеспеченности почвы подвижным фосфором на уровне 110–150 мг/кг почвы (табл. 3).

Однолетние травы (викоовсяная смесь) практически не реагировали на обеспеченность почвы подвижным фосфором, однако доста-

точно хорошо отзывались на внесение азотных удобрений, при этом для однолетних трав немаловажно балансировать элементы питания. Максимальная окупаемость единицы азотного удобрения получена при содержании в почве подвижного фосфора в пределах 110–140 мг/кг почвы и соответствовала 15,0–12,3 кг з.ед.

Яровой ячмень – уникальная по отзывчивости на минеральные удобрения культура для северного лесостепного агроландшафта Зауралья, способная в условиях достаточного увлажнения при внесении азотных удобрений удваивать урожай зерна.

Средняя окупаемость единицы азотного удобрения на фоне средней и повышенной обеспеченности почвы подвижным фосфором составляла около 15 кг зерна (табл. 5).

В целом по севообороту окупаемость единицы азотного удобрения наглядно отражена на графике, где четко выявлены параметры оптимального содержания подвижного фосфора в почве для получения максимальной окупае-

Таблица 2 – Эффективность применения азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 на посевах гороха за период с 2002-го по 2015 годы

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (80 мг/кг)		P_1 (170 мг/кг)		P_2 (190 мг/кг)		P_3 (250 мг/кг)	
	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг
N_0	1,09	–	1,21	–	1,31	–	1,28	–
N_{20}	1,17	4,0	1,34	6,5	1,38	3,5	1,33	2,5

Таблица 3 – Эффективность азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 в посевах яровой пшеницы за период с 2002-го по 2015 годы

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (70 мг/кг)		P_1 (110 мг/кг)		P_2 (150 мг/кг)		P_3 (210 мг/кг)	
	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг
N_0	2,16	–	2,41	–	2,45	–	2,65	–
N_{30}	2,43	9,0	2,94	17,7	2,94	16,3	2,79	4,6

Таблица 4 – Эффективность азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 в посевах викоовсяной смеси за период с 2002-го по 2015 годы

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (80 мг/кг)		P_1 (110 мг/кг)		P_2 (140 мг/кг)		P_3 (190 мг/кг)	
	урожай, т/га з.ед.	окупаемость, кг	урожай, т/га з.ед.	окупаемость, кг	урожай, т/га з.ед.	окупаемость, кг	урожай, т/га з.ед.	окупаемость, кг
N_0	1,39	–	1,40	–	1,47	–	1,55	–
N_{30}	1,70	10,3	1,85	15,0	1,84	12,3	1,81	8,7



мости единицы азотного удобрения в данном севообороте.

Помимо окупаемости единицы азотного удобрения была рассчитана рентабельность применения минеральных удобрений.

Результаты исследований показали, что наибольшая рентабельность от применения азотных удобрений получена при содержании в почве подвижного фосфора на уровне 110–140 мг/кг почвы (табл. 6).

Выводы

Из всех культур, возделываемых в зернопаротравяном севообороте, наиболее адаптивной

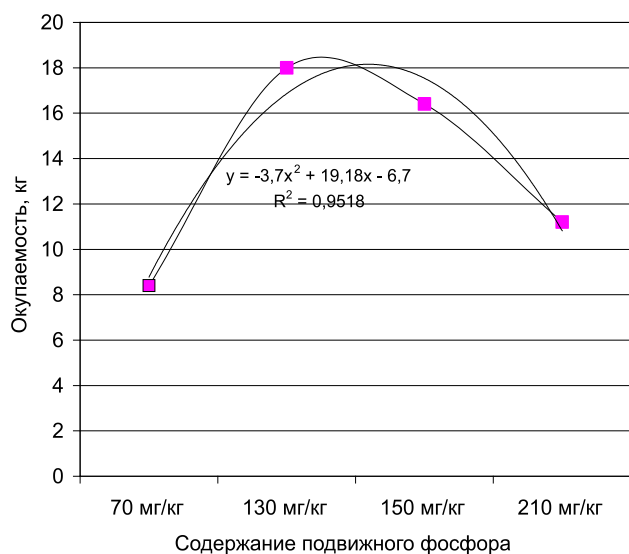


Рис. 1. Окупаемость единицы азотного удобрения в зернопаротравяном севообороте

культурой для условий северного лесостепного агроландшафта являлась озимая рожь, которая формировала урожай зерна на уровне 2,7–3,7 т/га.

Менее адаптивной культурой является, горох максимальная урожайность которого за 15 лет исследований составила 1,4 т/га.

В среднем по севообороту наибольшая окупаемость и рентабельность азотного удобрения обеспечивалась при содержании в почве подвижного фосфора на уровне 110–150 мг/кг почвы.

Рекомендации

Для получения продуктивности зернопаротравяного севооборота на уровне 2,5 т/га з.ед. дозы азотного удобрения необходимо корректировать согласно обеспеченности почвы подвижным фосфором. Оптимальное содержание подвижного фосфора в почве при возделывании зерновых культур должно быть не менее 110 мг/кг.

Список литературы

1. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения. Т. 1 : Агрохимия. М., 1952. 692 с.
2. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений. М. : Наука, 1976. 209 с.
3. Кирюшин В. И. Агрономическое почвоведение. М. : КолосС, 2010. 687 с.
4. Агробактериологический цикл фосфора / А. Л. Иванов [и др.]. М. : Россельхозиздат, 2012. 512 с.

Таблица 5 – Эффективность азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 в посевах ярового ячменя за период с 2002-го по 2015 годы

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (60 мг/кг)		P_1 (110 мг/кг)		P_2 (140 мг/кг)		P_3 (200 мг/кг)	
	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг	урожай, т/га	окупаемость, кг
N_0	2,16	–	2,38	–	2,35	–	2,42	–
N_{40}	2,60	11,0	2,97	14,8	2,98	15,8	3,01	14,8

Таблица 6 – Рентабельность применения азотных удобрений на разных фонах обеспеченности почвы P_2O_5 в зернопаротравяном севообороте (среднее за 2002–2015 гг.)

Внесено азота, кг/га	Уровень фосфорного питания (среднее содержание в 0–30 см слое почвы)							
	P_0 (80 мг/кг)		P_1 (110 мг/кг)		P_2 (140 мг/кг)		P_3 (190 мг/кг)	
	урожай, т/га з.ед.	рентабельность, %	урожай, т/га з.ед.	рентабельность, %	урожай, т/га з.ед.	рентабельность, %	урожай, т/га з.ед.	рентабельность, %
N_0	1,9	–	2,13	–	2,08	–	2,23	–
N_{25}	2,11	96	2,54	282	2,53	319	2,51	161

5. Гамзиков Г. П. Агрохимия азота Сибирских почв при длительном применении удобрений // Материалы Всерос. конф. учрежд.-участн. Географической сети опытов с удобрениями (26–27 июня 2012 г.) «Состояние и пути повышения эффективности исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями» / под ред. акад. РАСХН В. Г. Сычева. М. : ВНИИА, 2012. С. 7–10.
6. Шейджен А. Х., Онищенко Л. М., Исупова Ю. А. Агрохимические свойства чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений // Материалы Всерос. конф. учрежд.-участн. Географической сети опытов с удобрениями (26–27 июня 2012 г.) «Состояние и пути повышения эффективности исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями» / под ред. акад. РАСХН В. Г. Сычева. М. : ВНИИА, 2012. С. 10–13.
7. Прошкин В. А. Современные модели прогноза эффективности минеральных удобрений по агрохимическим свойствам почвы // Материалы Всерос. конф. учрежд.-участн. Географической сети опытов с удобрениями (26–27 июня 2012 г.) «Состояние и пути повышения эффективности исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями» / под ред. акад. РАСХН В. Г. Сычева. М. : ВНИИА, 2012. С. 117–120.
8. Волынкин В. И., Волынкина О. В. Усовершенствованные приемы применения удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии. Куртамыш, 2010. 298 с.
9. Осипов А. И., Соколов О. А. Роль азота в плодородии почв и питании растений. СПб., 2001. 356 с.
10. Вражнов А. В., Агеев А. А., Анисимов Ю. Б. Совершенствование обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Челябинской области // АПК России. 2015. 72/1. С. 68–71.
11. Постников П. А., Попова В. В. Воздействие предшественников и удобрений на урожай зерновых культур в севооборотах // Вестник ЧГАА. 2014. № 70. С. 214–218.
12. Ваулин А. В., Коваленко А. А., Варламов В. А. Изменение фосфатного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при внесении высоких доз фосфорных удобрений // Агрохимический вестник. 2010. № 6. С. 10–12.
13. Specht G. Die eingliederung der periodischen fruchtfolge in die Pruchtfolgen leichter Sandboden // Deutsch. Landwirtschaft. 1963. B. 14. № 3.

Юмашев Харис Садрейевич, канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Брагин Виталий Николаевич, канд. с.-х. наук, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

* * *

УДК 664.642.1.004.12

**О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОНУТРИЕНТОВ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ
ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ**

Н. Л. Наумова, Н. С. Берестовая, А. Б. Образцов

Сложные взаимосвязи антиоксидантов, их влияние на процессы окисления и физиолого-биохимические регуляции клеточного метаболизма дрожжей обусловили цель наших исследований, которая заключается в детальном изучении влияния антиоксидантов, вносимых в составе обогащающих добавок в сдобные булочные изделия, на биотехнологические характеристики хлебопекарных прессованных дрожжей. Объектами исследований послужили: модельные образцы дрожжей хлебопекарных прессованных производства Курганский дрожжевой завод (ООО «Саф-Нева», г. Курган); обогащающие добавки: «Селексен» производства ООО НПП «Медбиофарм» (г. Обнинск, Калужская область); витамины Е и А производства SIGMA-ALDRICH (США); витаминный премикс Н30305 производства «DSM Nutritional Products Europe Ltd» (Швейцария). В результате исследований установлено, что оптимальные физиологически активные концентрации «Селексена» и витамина Е для стимуляции дрожжевой массы *S. cerevisiae* лежат в более низком диапазоне – 0,00003 % и 0,00008 % соответственно. В присутствии витаминного премикса Н30305 (0,0007 %) активность ферментов зимазно-мальтазного комплекса увеличилась на 11,9 и 7,7 % соответственно, подъемная сила дрожжей увеличилась на 17,4 %, осмочувствительность снизилась на 13,3 %. Установлено синергетическое взаимодействие «Селексена» с компонентами ВП Н30305, что позволило улучшить (по отношению к контролю) биотехнологические показатели дрожжей: зимазную активность – на 14,9 %, мальтазную активность – на 13,7 %, подъемную силу – на 21,7 %, осмочувствительность клеток на 40,0 %, что подтверждает перспективность их совместного применения. По морфологическому состоянию дрожжевые клетки опытных образцов не отличались от контрольного образца. Количество мертвых дрожжевых клеток, не способных к биохимическим процессам, т. е. не участвующих в брожении, в контрольном и опытных образцах было практически равным и не превысило 2,0 %.

Ключевые слова: хлебопекарные прессованные дрожжи, биотехнологические показатели, селексен, витамин Е, витамин А, витаминный премикс, качество.

Хлебопекарные дрожжи – технически чистая культура *Saccharomyces cerevisiae*, которые в структурном отношении являются достаточно сложными одноклеточными организмами, быстро приспосабливающимися к изменениям окружающей среды [1]. Биотехнологические свойства дрожжей определяют качество готовых хлебобулочных изделий, обуславливая необходимую степень разрыхления, интенсифицируя кислотонакопление и влияя на формирование вкуса и аромата хлеба.

В зависимости от наличия кислорода в культуральной среде хлебопекарные дрожжи могут осуществлять свою жизнедеятельность как в ана-

эробных, так и в аэробных условиях, т. е. они являются факультативными анаэробами [2]. Дрожжевые клетки всегда имеют как дыхательные, так и бродильные ферменты, и переключение дрожжей с дыхания на брожение не требует времени [3, 4].

Сложные взаимосвязи антиоксидантов, их влияние на процессы окисления и физиолого-биохимические регуляции клеточного метаболизма дрожжей вызвали необходимость детального изучения влияния антиоксидантов, вносимых в составе обогащающих добавок в сдобную булочку «Подсолнушек», на биотехнологические характеристики хлебопекарных прессованных дрожжей.

Объекты и методы исследований

На момент проведения исследований действовал ГОСТ 171-81 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия». В настоящее время действует ГОСТ Р 54731-11 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия», который введен в действие с 01.01.2013 г.

Объектами исследований послужили:

– модельные образцы дрожжей хлебопекарных прессованных (ГОСТ 171-81) производства Курганский дрожжевой завод, ООО «Саф-Нева» (г. Курган);

– обогащающие добавки: селенсодержащий препарат «Селексен» производства ООО НПП «Медбиофарм», г. Обнинск, Калужская обл.; витамин Е ($\geq 97\%$) и витамин А ($\geq 99\%$) производства SIGMA-ALDRICH, США; витаминный премикс (ВП) Н30305 производства «DSM Nutritional Products Europe Ltd», Швейцария.

Подъемную силу хлебопекарных прессованных дрожжей определяли согласно ГОСТ 171-81 по методу всплывания шарика теста. Зимазную и мальтазную активности дрожжей определяли с помощью прибора Елецкого. Осмочувствительность дрожжей выражали разницей во времени между подъемной силой дрожжей в тесте без соли и в тесте с повышенной концентрацией соли до 3,35%. Процентное содержание мертвых клеток в прессованных дрожжах определяли путем окраски препарата дрожжей раствором метиленовой сини (1:5000).

Через 2 минуты подсчитывали количество всех дрожжевых клеток, затем количество синих (мертвых). Счет повторяли в 5 полях зрения. Морфологическое строение дрожжей определяли путем микроскопирования препарата типа «раздавленная капля» в затемненном поле зрения с объективом $\times 40$.

Экспериментальная часть

Используемые концентрации «Селексена», витаминов Е, А, ВП Н30305 и их сочетаний, вносимых по рецептуре в сдобную булочку «Подсолнушек», пересчитаны к массе прессованных дрожжей (табл. 1).

Для хлебопечения важным свойством дрожжей является высокая активность гликолитических ферментов. Они должны иметь высокую зимазную активность (скорость сбраживания глюкозы, фруктозы и сахарозы) и мальтазную активность (скорость сбраживания мальтозы). Должны проявлять осмотическую стабильность по отношению к жирам и высокой концентрации сахара, быть солеустойчивыми и стойкими к изменениям pH [3, 5, 6]. Дрожжи с хорошими хлебопекарными свойствами должны иметь зимазную активность не более 60 минут, мальтазную активность – не более 100 минут, осмочувствительность – не более 20 минут [5, 6, 7]. Согласно ГОСТ 171-81 подъемная сила хлебопекарных прессованных дрожжей не должна превышать 70 минут.

Таблица 1 – Концентрации обогащающих добавок (на 100 г дрожжей)

Показатель	Наименование образца					
	опыт 1 (селексен)	опыт 2 (витамин Е)	опыт 3 (витамин А)	опыт 4 (ВП Н30305)	опыт 5 (селексен + витамины Е, А)	опыт 6 (селексен + ВП Н30305)
Количество ОД, % к массе	0,00003	0,00008	0,00001	0,0007	0,00012	0,00072

Таблица 2 – Биотехнологические показатели прессованных дрожжей ($n = 5$)

Наименование образца	Результаты исследований, мин			
	зимазная активность	мальтазная активность	подъемная сила	осмочувстви- тельность
контроль	67	117	46	15
опыт 1 (селексен)	59	107	38	11
опыт 2 (витамин Е)	61	110	40	12
опыт 3 (витамин А)	57	105	36	10
опыт 4 (ВП Н30305)	59	108	38	13
опыт 5 (селексен + витамины Е, А)	58	102	37	11
опыт 6 (селексен + ВП Н30305)	57	101	36	9



Результаты и их обсуждение

Влияние обогащающих компонентов на биотехнологические показатели прессованных дрожжей представлены в таблице 2.

Дрожжи, используемые в хлебопекарной промышленности, не всегда удовлетворяют качественным показателям по продуктивности и метаболической активности [6], что подтверждено результатами наших исследований по изучению бродильной активности контрольных проб дрожжей, которые имели пониженную зимазную и мальтазную активность на 11,7 и 17,0% соответственно. Использование ОД в определенных концентрациях установило их разной степени стимулирующее влияние на биотехнологические показатели хлебопекарных дрожжей (рисунок 1). Применение идентичных обогащающих компонентов («Селексена», витамина Е), но в меньших концентрациях в расчете на массу дрожжей при производстве сдобной булочки «Подсолнушек», чем при производстве булки «Городская» [8], установило их больший стимулирующий эффект на биотехнологические характеристики клеток *Saccharomyces cerevisiae*. Так, дозировка «Селексена» к массе дрожжей была в 6,7 раза ниже, а бродильная активность ферментов и сопутствующие показатели при этом были выше на 30–40%. У витамина Е концентрация к массе дрожжей была в 3,7 раза ниже, а биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – лучше на 20–50%. Следовательно, оптимальные физиологически активные концентрации «Селексена» и витамина Е для стимуляции дрожжевой массы *S. cerevisiae* лежат

в более низком диапазоне. Подтверждением этому служит дозировка витамина А (0,00001% к массе дрожжей), применяемого в меньших количествах, чем концентрация «Селексена» и витамина Е в 3 и 8 раз соответственно, но при этом оказывающая большее стимулирующее влияние на дрожжи, чем соответствующие антиоксиданты.

Известно, что антиоксиданты действуют как неспецифические стимуляторы, оказывая влияние на перекисное окисление липидов в клеточных мембранах [9, 10], могут регулировать экспрессию генов ферментов разных метаболических путей в клетке и влиять на активность мембраносвязанных ферментов, в том числе на активность мальтопермеазы, сбраживающей мальтозу [9, 11]. Низкая активность мальтопермеазы замедляет транспорт мальтозы в клетку, что является причиной ее медленного сбраживания дрожжами. Следовательно, выявленное стимулирующее действие «Селексена», витаминов Е и А в указанных концентрациях, можно объяснить изменением состояния клеточных мембран клеток *S. cerevisiae*, скорости мембранного транспорта и активности связанных с ними ферментов.

Отдельные витамины играют важную роль в метаболизме дрожжей. Так, тиамин входит в состав пируваткарбоксилазного комплекса, контролирующего синтез ацетил-S-CoA – исходного компонента дыхательного метаболизма дрожжей. Рибофлавин и никотиновая кислота выполняют функции переносчиков H^{+1} и e^{-1} в ФМН, ФАД, НАД (Ф), пиридоксин – переносчика аминокислот. Биотин входит в состав шести карбоксилаз, играет роль переносчика



Рисунок 1 – Влияние обогащающих добавок на активность хлебопекарных дрожжей

карбоксильных групп во многих реакциях ферментативного карбоксилирования [12]. Поэтому представляло интерес изучить влияние ВП Н30305 на биотехнологические показатели дрожжей. В результате установлено, что в присутствии относительно высокого количества витаминного препарата (0,0007%) активность ферментов зимазно-мальтазного комплекса на фоне более выраженного стимулирующего эффекта низких концентраций «Селексена» (0,00003%), витаминов Е (0,00008%) и А (0,00001%) увеличилась на 11,9 и 7,7% соответственно, подъемная сила дрожжей увеличилась на 17,4%, осмочувствительность снизилась на 13,3%, что, по видимому, связано с увеличением осмотического давления среды на цитоплазматическую мембрану клеток дрожжей [6].

Установлено синергетическое взаимодействие «Селексена» с компонентами ВП Н30305, что позволило улучшить (по отношению к контролю) биотехнологические показатели дрожжей: зимазную активность – на 14,9%, мальтазную активность – на 13,7%, подъемную силу – на 21,7%, осмочувствительность клеток на 40,0%, что подтверждает перспективность их совместного применения.

Жизнеспособность клеток определяли через 1 час при микроскопировании дрожжевой суспензии с добавками обогащающих компонентов в сравнении с обычными дрожжами (контролем). Установлено, что по морфологическому состоянию дрожжевые клетки опытных образцов не отличались от контрольного образца. Форма бесцветных клеток была округлая, правильная, с незначительными вкраплениями волутина – запасного вещества. Вакуоль имела малые размеры, с небольшим количеством гликогена, что характерно для молодых клеток. В поле зрения всех образцов были видны почкующиеся клетки. Количество мертвых дрожжевых клеток, не способных к биохимическим процессам, т. е. не участвующих в брожении, в контрольном и опытных образцах было практически равным и не превысило 2,0%.

Выводы

Сочетанное использование «Селексена» и ВП Н30305 (в концентрации 0,00072% к массе дрожжей) позволило максимально увеличить эффективность применения этой комбинации по отношению к контролю. Наличие обогащающих добавок в исследуемых концентрациях не оказало отрицательного влияния на жизнедеятельность дрожжевых клеток. В связи с этим,

использование стимуляторов биотехнологической активности хлебопекарных дрожжей на примере комплексного применения селенсодержащей добавки «Селексен» и ВП Н30305 имеет практическую значимость.

Список литературы

1. Бабьева И. П., Чернов И. Ю. Биология дрожжей. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 221 с.
2. Сокол О. В., Чечина О. Н., Зимичев А. В. Анализ хлебопекарных прессованных дрожжей и основные факторы, влияющие на качество товарных дрожжей // Хлебопечение России. 2014. № 2. С. 28–30.
3. Качмазов Г. С. Дрожжи бродильных производств : монография // Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова. Владикавказ, 2010. 172 с.
4. Фараджеева Е. Д., Болотов Н. А. Производство хлебопекарных дрожжей : практич. руководство. СПб. : Профессия, 2002. 168 с.
5. The Metabolism and Molecular Physiology of *Saccharomyces cerevisiae*; edited by J.R. Dickinson, M. Schweizer. – 2nd Edition. – London: CRC Press, 2004. – 459 pp.
6. Старовойтова О. В. Влияние антиоксидантов на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия : дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2008. 249 с.
7. Банницына Т. Е., Туан Л. А., Канарский А. В. Применение дрожжей и продуктов их переработки в пищевой промышленности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (47). С. 176–183.
8. Наумова Н. Л., Берестовая Н. С., Кривенко А. Ю. Влияние отдельных обогащающих компонентов для булочных изделий на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Вестник АГАУ. 2016. № 3 (137). С. 188–192.
9. Бабич О. О., Сухих С. А., Солдатова Л. С. Оптимизация процесса культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Вестник ВСГТУ. 2011. № 3. С. 19.
10. Kyung, M.Y. Ethanol Tolerance in the Yeast *Saccharomyces cerevisiae* Is Dependent on Cellular Oleic Acid Content / Man You Kyung, Claire-Lise Rosenfield, Douglas C. Knipple // Applied and Environmental Microbiology. – 2003. – Vol. 69, No. (3). – P. 1499–1503.
11. Изменение структурно-функциональных характеристик биомембран в присутствии



антиоксиданта ambiol / А. Г. Шугаев [и др.]
// Биоантиоксиданты : матер. VII междунар.
науч.-практ. конференции. М., 2006. С. 283–285.

12. Меледина Т. В. Научное обоснование
и разработка высокоэффективных технологий
дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологии
хлеба и мучных кондитерского изделий : дис. ...
д-ра. техн. наук. СПб., 2002. 431 с.

Наумова Наталья Леонидовна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Технология и организация питания», ИЭТиТ ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Берестовая Наталья Сергеевна, магистрант кафедры «Технология и организация питания», ИЭТиТ ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: fpt_09@mail.ru.

Образцов Антон Борисович, магистрант кафедры «Технология и организация питания», ИЭТиТ ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: fpt_09@mail.ru.

* * *

УДК 339.13 : 338.432 (470.54/.56+470.58)

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО АПК**О. Н. Печерцева**

Обеспечение продовольственной безопасности страны – это приоритетное направление социально-экономической политики. Продовольственная безопасность является составным элементом национальной безопасности государства в нестабильных условиях развития мировой экономики. Решение задач, направленных на достижение гарантированного уровня обеспеченности населения продовольствием, неразрывно связано с созданием условий для конкурентоспособного развития сельского хозяйства. Нами была проанализирована конкурентоспособность развития сельского хозяйства Челябинской области в сравнении со средними показателями по УрФО. В ходе исследования отобраны показатели, отражающие наиболее значимые социально-экономические аспекты развития отрасли, и рассчитаны индексы. Индекс производства продовольствия характеризует долю продовольствия, созданную сельскохозяйственными предприятиями Челябинской области, в общем объеме производства округа. Индекс роста производства отражает реальный прирост производства сельскохозяйственной продукции за анализируемый год в округе или области соответственно. Индекс обновления основных производственных фондов показывает долю введенных в действие ОПФ в анализируемом периоде к наличию основных фондов в сельском хозяйстве. Индекс финансового состояния отражает отношение числа прибыльных сельскохозяйственных организаций в общем количестве сельхозпредприятий. Индекс инвестиционной активности показывает объем инвестиций в основной капитал сельскохозяйственных предприятий в общем объеме инвестиций в основной капитал всех отраслей. Индекс социального положения отражает различие среднемесячной оплаты труда в сельском хозяйстве и других отраслях экономики. Анализ показал, что самым низким, в сравнении с сельским хозяйством округа, в Челябинской области оказался индекс финансового состояния. Для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства необходимо проведение целенаправленной региональной политики по укреплению конкурентного потенциала сельского хозяйства. В заключении рассмотрены меры, способствующие повышению конкурентоспособности регионального АПК.

Ключевые слова: сельское хозяйство, конкурентоспособность, продовольственная безопасность, инвестиции, финансовая устойчивость, производственная модернизация.

В государственной программе развития АПК до 2020 года определены цели, направленные на решение вопросов, связанных с достижением необходимого уровня продовольственной безопасности, повышением конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, обеспечением финансовой устойчивости товаропроизводителей АПК, увеличением эффективности использования ресурсов и устойчивым развитием сельских территорий [1, 2, 3].

АПК сегодня – это крупнейший межотраслевой комплекс, объединяющий более 10 отраслей экономики. Уровень жизни населения страны зависит от состояния и темпов развития агропро-

мышленного комплекса, так как его продукция составляет 80% товаров торговли [4, 5, 6].

Центральным звеном всего агропромышленного комплекса является сельское хозяйство [7]. Продукция сельского хозяйства не может быть воспроизведена в других сферах или заменена другими видами продукции, спрос на продукты питания обладает низкой эластичностью.

Развитие сельского хозяйства во многом определяет уровень экономической безопасности и социальной стабильности страны [8, 9]. Сельское хозяйство производит свыше 12% валового общественного продукта и более 15% на-



ционального дохода страны. Данная сфера АПК производит почти 48 % конечной продукции.

Достижение целей, указанных в Госпрограмме, непосредственно связано с решением проблем повышения конкурентоспособности сельского хозяйства. Кроме того, решение задач импортозамещения, также требует укрепления конкурентного потенциала отрасли [10, 11, 12].

Цель и методы исследования

Основной целью исследования является анализ конкурентоспособности сельского хозяйства Челябинской области для выявления слабых конкурентных позиций и последующей разработки рекомендаций по укреплению конкурентного потенциала. Анализ проводился с помощью расчета индексов, характеризующих развитие сельского хозяйства в области в сравнении со средними показателями по Уральскому федеральному округу, на основе статистических данных [13, 14].

Основные результаты

Объем производства сельскохозяйственной продукции является важнейшим показателем, характеризующим деятельность всего АПК региона. От его величины зависят уровень ВРП, объемы реализации продукции, степень самообеспеченности региона продуктами питания, финансовое положение сельскохозяйственных предприятий и другие показатели экономического развития территории. Нами был рассчи-

тан индекс производства продовольствия, который отражает долю продовольствия, созданную сельскохозяйственными предприятиями Челябинской области, в общем объеме производства округа (табл. 1). Величина данного показателя характеризует достаточно большую долю области в общем объеме. Небольшой рост данного показателя свидетельствует об укреплении конкурентоспособных позиций области.

Индекс роста производства отражает реальный прирост производства сельскохозяйственной продукции за анализируемый год в округе или области соответственно (рассчитывается в сопоставимых ценах) (табл. 1). Динамика индекса роста производства сельскохозяйственной продукции за анализируемый период в области совпадает с тенденцией изменений, происходящих в целом в округе: падение темпов роста наблюдалось в 2013 г. В среднем за анализируемый период темпы роста производства в Челябинской области были выше, чем в округе.

Обеспеченность агропредприятий основными средствами определяет качество, полноту и своевременность выполнения сельскохозяйственных работ. В настоящее время одной из основных проблем является достаточно высокая степень износа ОПФ в сельском хозяйстве, в среднем по округу она составила 35 %. Высокий физический и моральный износ основных фондов ведет к снижению производительности труда, несоблюдению основных

Таблица 1 – Оценка конкурентоспособности сельского хозяйства

Наименование индекса	Год		
	2012	2013	2014
Производство продовольствия: Челябинская область	0,337	0,338	0,364
Рост производства сельскохозяйственной продукции: УрФО	1,249	0,853	1,083
Челябинская область	1,328	0,811	1,107
Обновление основных производственных фондов: УрФО	0,118	0,132	0,128
Челябинская область	0,117	0,124	0,136
Финансовое состояние: УрФО	0,724	0,684	0,688
Челябинская область	0,628	0,529	0,540
Инвестиционная активность: УрФО	0,009	0,010	0,010
Челябинская область	0,033	0,046	0,052
Социальное положение: УрФО	0,624	0,657	0,661
Челябинская область	0,611	0,665	0,676

агротехнических требований и потерям урожая, нарушениям условий содержания сельскохозяйственных животных и снижению их продуктивности. В настоящее время модернизация и техническое переоснащение сельскохозяйственного производства необходимы, так как являются основой конкурентоспособного развития. Индекс обновления основных фондов мы рассчитывали как отношение введенных в действие ОПФ в анализируемом периоде к наличию основных фондов в сельском хозяйстве (табл. 1). Индекс обновления основных производственных фондов в Челябинской области превысил средние значения по округу только за последний анализируемый год. Увеличение данного индекса может благоприятно сказаться на укреплении конкурентного потенциала отрасли в нашей области.

Проводить производственную модернизацию зачастую не позволяет недостаточность собственных и привлеченных финансовых ресурсов, а также большая кредиторская задолженность сельхозпредприятий. Уровень доходности большей части сельхозтоваропроизводителей остается низким. Доходы от реализации производимой продукции зачастую не обеспечивают расширенное воспроизводство. Так, например, отрасль растениеводства в 2013 году как в целом по округу, так и в области оказалась убыточной. Удельный вес убыточных предприятий в области в 2013-м и 2014 гг. составил, соответственно, 47,1 % и 46 %.

Индекс финансового состояния сельскохозяйственных предприятий нами определялся как отношение числа прибыльных сельскохозяйственных организаций к общему количеству сельхозпредприятий. Значение индекса финансового состояния показывает меньшую прибыльность предприятий сельского хозяйства Челябинской области, чем в среднем по региону (табл. 1). По данному показателю наша область отстает от УрФО, что отрицательно отражается на общем уровне конкурентоспособности.

Важным фактором повышения конкурентоспособности сельского хозяйства являются инвестиции. Инвестиции способствуют укреплению материально-технической базы сельскохозяйственного производства, улучшению условий труда, повышению качества продукции и расширению ее ассортимента [15]. Уровень инвестиционной деятельности является основным индикатором экономической динамики. Инвестиционная активность влияет на темпы экономического роста. Увеличение инвести-

ций приводит к увеличению валового дохода общества с учетом мультипликатора на величину, превышающую первоначальные вложения. Индекс инвестиционной активности нами был рассчитан как отношение объема инвестиций в основной капитал сельскохозяйственных предприятий к объему инвестиций в основной капитал всех отраслей. Индекс инвестиционной активности свидетельствует о более активном инвестиционном процессе в области, в сравнении с сельским хозяйством округа.

Уровень денежных доходов населения определяет качество жизни. Невысокие зарплаты в сельском хозяйстве снижают заинтересованность работников в результатах труда и, как следствие, продолжается отток квалифицированной, экономически активной части населения, особенно молодежи, в города. В результате демографическая ситуация остается тяжелой. В сельских районах снижается уровень социальной защищенности, существует проблема бедности. Индекс социального положения занятых в сельском хозяйстве определяли как отношение среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве к заработной плате в среднем по экономике. Как видно из таблицы 1, заработная плата в сельском хозяйстве как в целом по округу, так и в Челябинской области остается ниже, чем в среднем по экономике. Ситуация как в округе, так и в области примерно одинаковая, но в сравнении со среднероссийским значением данного показателя, немного лучше. В среднем по России значение показателя за три анализируемых года составило примерно 0,535.

Выводы

В целом можно констатировать, что на фоне развития сельского хозяйства округа, сельское хозяйство Челябинской области конкурентоспособно. Увеличение индексов обновления основных фондов и инвестиционной активности может благоприятно отразиться на укреплении конкурентного потенциала отрасли. Однако низкий индекс финансового состояния ослабляет конкурентные позиции области.

Рекомендации

В решении вопросов повышения конкурентоспособности АПК на данном этапе развития большое значение имеет проводимая политика на уровне российских регионов [16]. В программах, разрабатываемых в регионах, возможно более полно учитывать особенности развития сельскохозяйственного производства на основе



предыдущего опыта и анализа текущих изменений. Региональные программы развития и повышения конкурентоспособности АПК должны предусматривать меры, способствующие:

- обеспечению притока инвестиционных ресурсов, чтобы сельхозтоваропроизводители могли своевременно обновлять устаревшее оборудование и сельхозтехнику, использовать на практике современные научные разработки и перенимать удачный опыт;
- развитию производственной, социальной и рыночной инфраструктуры;
- сокращению разрыва в располагаемых доходах городского и сельского населения;
- применению средств государственной поддержки сельхозпроизводства, в том числе прямого субсидирования отдельных мероприятий и прямых финансовых вложений;
- проведению политики, направленной на защиту конкуренции во всех сферах АПК.

Реализация региональных программ развития и целенаправленная государственная поддержка будут способствовать наращиванию производственного потенциала АПК, укреплению конкурентных позиций отечественных сельхозтоваропроизводителей, обеспечению продовольственной независимости и национальной безопасности страны.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства. Режим доступа : www.mcx.ru.
2. ВНИИ экономики сельского хозяйства. Режим доступа : www.vniiesh.ru.
3. Гарант.ру. Информационно-правовой портал. Режим доступа : www.garant.ru.
4. Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК. Мн. : Новое знание, 2006.

5. Экономика сельского хозяйства / В. Т. Водяников, Е. Г. Лысенко, Е. В. Худякова, А. И. Лысюк. М. : Лань, 2015.

6. Экономика сельского хозяйства / под ред. Н. А. Попова. М. : Магистр ; ИНФРА-М, 2010.

7. Нечаев В. И. Экономика предприятий АПК. М. : Лань, 2010.

8. Алтухов А. Возможные риски и угрозы национальной продовольственной безопасности и независимости // АПК: экономика, управление. 2016. № 4.

9. Ушачев И. Г. Социально-экономическое развитие АПК России: проблемы и перспективы. М. : ВНИИЭСХ, 2015.

10. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2014 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. М. : МСХ РФ, 2015.

11. Куликов И. М. Современные проблемы импортозамещения на агропродовольственном рынке России // АПК: экономика, управление. 2015. № 5.

12. Печерцева О. Н. Развитие конкурентного потенциала регионального АПК // Материалы LIV междунар. науч.-техн. конф. «Достижение науки – агропромышленному производству». Челябинск, 2015. Ч. 1. С. 198–202.

13. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа : www.gks.ru.

14. Челябинскстат. Режим доступа : www.chelstat.gks.ru.

15. Солодкина Л. А. Инвестиционный механизм в техническом сервисе АПК // АПК России. 2015. № 72/1. С. 132–134.

Печерцева Ольга Николаевна, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail : ONP2474@yandex.ru.

* * *

УДК 631.162 (571.17)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ И ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПОДДЕРЖКИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. М. Секачева, М. Б. Скарюпина

Рассмотрен вопрос финансирования в рамках программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса (АПК) и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг. Актуальность анализа и оценки государственных программ в РФ в настоящее время приобретает ключевое значение в первую очередь в связи с ограниченностью бюджетных ресурсов и необходимостью выбора приоритетов их использования. Вторым фактором повышения значимости анализа и оценки государственных программ стало внедрение системы методов бюджетирования, ориентированного на результат. Для проведенного анализа использовались такие общенаучные методы познания, как индукция и дедукция, анализ и синтез, а также применялись методы экономического анализа и оценки эффективности реализации государственных программ. Дана оценка структуры затрат на реализацию государственных программ АПК развития регионов Сибирского федерального округа по источникам финансирования. Произведен сравнительный анализ между запланированным и фактическим объемом финансирования и источниками финансирования государственной программы поддержки АПК региона. По полученным исследованиям были выявлены основные проблемы расхождения фактического финансирования государственной программы поддержки АПК региона с запланированным, а также предложены мероприятия по оптимизации финансирования целевых подпрограмм государственной программы поддержки АПК.

Ключевые слова: государственная программа, агропромышленный комплекс, объем финансирования, источники финансирования, Кемеровская область.

Сельское хозяйство – важный аспект экономики страны в целом и Кемеровской области в частности. Это связано, прежде всего, с тем, что именно данная отрасль обеспечивает население продовольствием. Стабильное развитие и устойчивое функционирование отрасли сельского хозяйства напрямую зависит от ее финансирования. Но обеспечить данную отрасль денежными средствами в достаточном объеме за счет привлечения средств лишь физических и юридических лиц практически невозможно. Для того чтобы сельское хозяйство непрерывно развивалось, разрабатываются и реализуются государственные целевые программы. Данные

программы предусматривают денежные вливания в отрасль также из бюджетов разных уровней: местного, областного и федерального.

Для ускорения темпов экономического роста сельскохозяйственной отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность Кемеровской области, сохранения и рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, стимулирования роста производства продукции животноводства и повышения конкурентоспособности продукции животноводства, увеличения производства и сбыта сельскохозяйственной продукции малыми формами хозяйствования агропромышленного ком-



плекса, стабильного развития уровня качества жизни сельского населения Кемеровской области разработана государственная программа «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг.

Программа предусматривает систему мер, представляющих собой комплекс взаимосвязанных специальных организационно-технологических, производственных и хозяйственных мероприятий с соответствующим финансовым обеспечением, направленных на обеспечение продовольственной безопасности [14].

В соответствии с данной государственной программой финансирование должно осуществляться из различных источников по следующим подпрограммам. Источники финансирования каждой подпрограммы и суммы с разбивкой по годам представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что наименьшие денежные потоки в соответствии с программой должны осуществляться из местного бюджета в 2014 г. 7111 тыс. руб., в 2015 г. и 2016 г. – по 854 тыс. руб.; наибольшее финансирование предполагается за счет средств физических и юридических лиц – 14 675 177 тыс. руб. в 2014 г., 13520978 тыс. руб. в 2015 г., 20 069 204 тыс. руб. в 2016 г. Причем объемы финансирования в 2016 г. должны увеличиться на 27% с 16 598 700 тыс. руб. до 21083929 тыс. руб., что, конечно же, говорит о развитии отрасли и положительной тенденции производства сельскохозяйственной продукции.

Как видно из полученных данных, при создании и реализации государственной программы определяются возможные объемы финансирования по источникам их формирования и другие необходимые ресурсы для реализации государственной программы агропромышленного комплекса по периодам. Этим задаются определенные рамки ресурсоемкости программы, особенно касающиеся финансовых ресурсов.

Это особенно важно для государственных программ развития регионов. Так как одним из основных источников финансирования государственных программ развития регионов являются бюджеты субъектов Российской Федерации, которые сегодня крайне напряжены. Государственные программы в большинстве субъектов Российской Федерации достаточно емко финансируются из федерального бюджета в виде субсидий и трансфертов.

Поэтому, безусловно, приоритетной для включения в перечень государственных программ будет та проблема, которая в наибольшей мере привлечет на свое финансирование внебюджетные средства и прежде всего корпоративные финансы.

Следует особо подчеркнуть, что корпоративные финансы удастся привлечь к реализации подобных программ только в том случае, если в них участвует государство. Это повышает у корпораций уверенность в том, что вложение в эти программы средств не подвержено серьезным рискам.

В реализации государственных программ развития регионов участвуют своими финансовыми средствами федеральные и региональные органы исполнительной власти, а также коммерческие хозяйствующие субъекты. Интересы у этих участников реализации государственных программ развития регионов могут быть разными.

Государственные органы исполнительной власти, прежде всего, заинтересованы в решении в необходимые сроки целевой задачи государственной программы.

Коммерческие же структуры, прежде всего, заинтересованы в обеспечении должной отдачи (окупаемости) вкладываемых ими в реализацию государственной программы средств. Примерная структура затрат на реализацию отдельных государственных программ развития регионов по источникам финансирования в регионах Сибирского федерального округа (СФО) приведена в таблице 2.

Исходя из полученных результатов проведенного анализа можно сделать вывод о том, что главным источником финансирования большинства программ развития регионов являются внебюджетные источники финансирования, включающие в себя корпоративные финансы, кредиты коммерческих банков, иностранные инвестиции и др. источники.

В наиболее общем виде эффективность программы выражается в оптимальном сочетании в государственной программе этих двух интересов.

Представляется, что косвенное количественное выражение оптимизации этих интересов может дать показатель объема привлеченных внебюджетных источников финансирования на каждый рубль бюджетных средств.

Для определения неудовлетворительности структуры финансирования можно предложить коэффициент соотношения источников финансирования ($K_{иф}$):

$$K_{\text{иф}} = \frac{B_{\text{с}}}{B_{\text{ф}}}, \quad (1)$$

где $B_{\text{с}}$ – объем финансирования за счет бюджетов субъектов Федерации и местных бюджетов;

$B_{\text{ф}}$ – объем финансирования за счет федерального бюджета.

Основное требование к этому коэффициенту: его значение должно быть меньше 1. Это объясняется тем, что практика реализации программы показывает существенное недофинансирование программ из федерального бюджета.

Значительный интерес для финансового анализа представляет сумма внебюджетных средств, приходящихся на 1 рубль бюджетных средств.

Таблица 1 – Ресурсное обеспечение реализации государственной программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг.*

Наименование подпрограммы	Источники финансирования												Общий объем средств, тыс. руб.		
	Средства областного бюджета, тыс. руб.			Средства федерального бюджета, тыс. руб.			Средства юридических и физических лиц, тыс. руб.			Средства местного бюджета, тыс. руб.					
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
«Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства»	270 971	136 057	214 763	403 758,7	410 887	187 693,9	6 984 933	7 775 438,8	11 009 080	0	0	0	7 659 662,7	8 322 382,8	11 411 536,9
«Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов»	7 981	17 044	0	0	0	0	9 020	9 650	10 270	0	0	0	17 001	26 694	10 270
«Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства»	479 396	201 043,1	203 108	480 876,4	258 257,9	30 770,7	6 361 745	4 238 946,3	5 444 166	0	0	0	7 322 017,4	4 698 247,3	5 678 044,7
«Стимулирование увеличения производства сельскохозяйственной продукции»	3 308	21 500	4 000	0	52 288,6	0	1 201 890	1 363 376,8	3 381 260	0	0	0	1 205 198	1 437 145,4	3 385 260
«Поддержка малых форм хозяйствования»	32 442	32 299	27 895	50 297,8	140 380,5	0	83 495	99 523	189 605	0	0	0	166 234,8	272 202,5	217 500
«Устойчивое развитие сельских территорий»	49 753	34 572	43 031	23 007	28 029	0	34 094	34 043	34 823	7 110,5	854	854	113 964,5	97 498	78 708
«Обеспечение реализации Государственной программы»	114 621,3	299 501,4	302 609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114 621,3	299 501,4	302 609
Итого финансирование программы:	958 472	742 017	795 406	957 940	889 843	218 465	14 675 177	13 520 978	20 069 204	7 111	854	854	16 598 700	15 153 671	21 083 929

Примечание: * по данным источника [6].



Численное выражение этого индикатора по отдельным программам приведено в таблице 3.

Из приведенных государственных программ, с позиции государства, в целом наиболее эффективной выглядит программа развития Кемеровской области, где на 91,86 руб. внебюджетных средств приходится на 1 руб. средств федерального бюджета, а наименее – Новоси-

бирской области, где на 0,002 руб.. внебюджетных средств приходится на 1 руб. средств федерального бюджета. По финансированию государственной программы Кемеровской области удастся наибольшую ее часть осуществить за счет внебюджетных источников финансирования, что является косвенным показателем того, что эта государственная программа эффективна

Таблица 2 – Структура затрат на реализацию государственных программ АПК развития регионов Сибирского федерального округа по источникам финансирования, %

Наименование государственной программы	Объем финансирования на весь период реализации, всего	В том числе		
		за счет федерального бюджета и федеральных фондов	бюджеты субъектов Федерации, местные бюджеты	внебюджетные источники
Долгосрочная целевая программа «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» на 2013–2020 гг. [13]	100	81,15	18,85	0,00
Государственная программа Омской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Омской области» на 2014–2020 гг. [9]	100	12,43	21,44	66,13
Государственная программа «Развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий в Республике Бурятия» на 2014–2020 гг. [2]	100	8,85	12,66	78,49
Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулируемых рынков в Томской области» на 2015–2020 гг. [3]	100	6,72	38,83	54,45
Государственная программа Красноярского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 гг. [7]	100	0,00	95,89	4,11
Государственная программа Забайкальского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2014–2020 годы» [4]	100	0,00	100,00	0,00
Государственная программа Новосибирской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы» [8]	100	51,67	48,21	0,12
Государственная программа Республики Тыва «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Республике Тыва на 2010–2020 годы» [11]	100	55,06	25,40	19,55
Государственная программа Республики Хакасия «Развитие агропромышленного комплекса Республики Хакасия и социальной сферы на селе на 2010–2020 годы» [12]	100	11,58	82,78	5,64
Государственная программа Иркутской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 гг. [5]	100	18,59	27,43	53,99
Государственная программа Республики Алтай «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2013–2020 гг. [10]	100	4,79	20,91	74,30
Государственная программа Кемеровской области «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг. [6]	100	1,03	3,77	95,2

и для коммерческих структур, которые посчитали выгодным для себя вкладывать в нее капиталы.

Что касается государственной программы Новосибирской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяй-

ственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы», то тут явно сыграл свою роль геополитический фактор, что совершенно оправданно. Именно федеральная власть в наибольшей мере заинтересована в решении этой проблемы и готова

Таблица 3 – Объем внебюджетных источников финансирования на 1 рубль бюджетных средств, руб.

Наименование государственной программы	Объем внебюджетных источников финансирования			Средства федерального бюджета и внебюджетные на 1 рубль средств региональных бюджетов
	на 1 рубль бюджетных средств	в том числе		
		на 1 рубль средств федерального бюджета	на 1 рубль средств региональных бюджетов	
Долгосрочная целевая программа «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» на 2013–2020 гг. [13]	0	0	0	4,304
Государственная программа Омской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Омской области» на 2014–2020 гг. [9]	1,953	5,322	3,085	3,664
Государственная программа «Развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий в Республике Бурятия» на 2014–2020 гг. [2]	3,648	8,867	6,198	6,897
Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулируемых рынков в Томской области» на 2015–2020 гг. [3]	1,196	8,102	1,402	1,576
Государственная программа Красноярского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 гг. [7]	0,043	0	0,043	0,043
Государственная программа Забайкальского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2014–2020 годы» [4]	0	0	0	0
Государственная программа Новосибирской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы» [8]	0,001	0,002	0,003	1,074
Государственная программа Республики Тыва «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Республике Тыва на 2010–2020 годы» [11]	0,243	0,355	0,770	2,938
Государственная программа Республики Хакасия «Развитие агропромышленного комплекса Республики Хакасия и социальной сферы на селе на 2010–2020 годы» [12]	0,060	0,487	0,068	0,208
Государственная программа Иркутской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 гг. [5]	1,173	2,904	1,968	2,646
Государственная программа Республики Алтай «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2013–2020 гг. [10]	2,890	15,505	3,553	3,782
Государственная программа Кемеровской области «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг. [6]	19,78	91,86	25,204	25,479



вкладывать в нее основные средства. В данном случае цель оправдывает затраты.

Эти рассуждения приведены с позиции интересов федеральной власти. Однако региональные власти также заинтересованы в том, чтобы получить на решение своих проблем больше средств помимо бюджетов (в том числе и из федерального бюджета). И с позиции интересов региональных властей программы развития таких регионов, как Республика Хакасия, Республика Тыва представляются достаточно эффективными. С позиции региональных властей за недостатком федеральных ресурсов наименее эффективными выглядят программы Кемеровской области, Бурятии и Республики Алтай, хотя по оценке федеральных властей они достаточно эффективны.

Такой подход к оценке эффективности государственных программ по развитию агропромышленного комплекса регионов является правомерным противопоставлением интересов центра и регионов. Это допустимо, по-

скольку всегда и везде существуют согласование и оптимизация экономических интересов. В ходе бюджетного процесса это согласование находит свое выражение в межбюджетных отношениях.

Кроме того, дополнительно в ходе проведения оценки целесообразности и соблюдения порядка санкционирования управленческих решений требуются результаты проверки фактического финансирования основных мероприятий, включенных в соответствующую государственную программу развития агропродовольственной системы отраслевых подпрограмм в зависимости от приоритетных направлений функционирования и состояния агропромышленного комплекса региона или сельских территорий [15]. Рассмотрим подробнее оценку фактического финансирования государственной программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг. в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка планируемого и фактического объемов финансирования целевой программы

Наименование подпрограмм	2014 г.			2015 г.		
	Планируемый объем финансирования, млн руб.	Фактический объем финансирования, млн руб.	Отклонение, +,–	Планируемый объем финансирования, млн руб.	Фактический объем финансирования, млн руб.	Отклонение, +,–
Государственная программа КО «Государственная поддержка АПК и устойчивого развития сельских территорий в КО»	16 374,426	16 310,590	–63,84	17 221,946	17 023,832	–198,11
«Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства»	7 689,88	7 628,18	–61,70	8 329,29	8 272,72	–56,57
«Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов»	52,10	52,70	0,60	54,670	54,670	0,00
«Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства»	7 142,61	7 144,31	1,70	7 196,67	7 156,69	–39,98
«Стимулирование увеличения производства сельскохозяйственной продукции»	1 209,58	1 210,21	0,63	1 293,83	1 239,12	–54,71
«Поддержка малых форм хозяйствования»	166,435	164,472	–1,96	252,375	207,923	–44,45
«Устойчивое развитие сельских территорий»	113,827	110,724	–3,10	95,109	92,716	–2,39

Проведя оценку запланированного и фактического объемов финансирования государственной программы можно сделать вывод, что в 2014 г. фактически было осуществлено финансирование на 63,84 млн руб. меньше, чем было запланировано. В 2015 г. фактический объем финансирования государственной программы составил 17 023,832 млн руб., что на 198,11 млн руб. меньше запланированного. Также видно, что данные объемов и источников финансирования государственной программы в целом и по годам значительно ниже фактического финансирования государственной программы поддержки АПК области. Рассмотрим объемы финансирования по источникам поступления (табл. 5).

При сравнительном анализе источников финансирования по государственной программе и фактическом поступлении средств установлено, что существует разница не только в объемах финансирования, но и в структуре источников финансирования. Так, при фактическом финансировании достаточная доля федеральных средств идет на реализацию государственной программы, а по данным, запланированным в государственной программе, на долю финансирования из федерального бюджета приходится наименьшее значение. Это обусловлено изменением государственной политики, перераспределением бюджетных средств государства в связи с изменением политики в части продо-

Таблица 5 – Источники фактического финансирования государственной программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 гг.*

Наименование подпрограммы	Источники финансирования								Общий объем средств, тыс. руб.	
	Средства федерально- го бюджета, тыс. руб.		Средства областного бюджета, тыс. руб.		Средства местного бюджета, тыс. руб.		Внебюджетные источники, тыс. руб.			
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
«Развитие подотрасли растениеводства, переработки и реализации продукции растениеводства»	392 812	356 918	225 583	120 148	24 370	20 218	6 984 933	7 775 439	762 770	8 272 723
«Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов»	0	0	7981	10 550	0	0	44 717	44 120	52 698	54 670
«Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства»	480 875	261 874	213 320	151 036	9900	14 825	6 436 290	6 728 950	7 140 385	7 156 685
«Стимулирование увеличения производства сельскохозяйственной продукции»	0	18 144	3307	15 348	15 010	13 733	1 191 890	1 191 890	1 210 207	1 239 115
«Поддержка малых форм хозяйствования»	50 298	105 719	29 141	22 509	100	200	84 933	79 495	164 472	207 923
«Устойчивое развитие сельских территорий»	23 007	28 029	48 802	23 820	3257	6773	34 094	34 094	109 160	92 716
Итого финансирование программы	946 992	770 684	528 134	343 411	52 637	55 749	14 776 857	15 853 988	16 304 620	17 023 832

* По данным Департамента сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Кемеровской области.



вольственной безопасности, а также увеличением инвестиционной привлекательности данной отрасли для ответственных инвесторов. Таким образом, денежных средств, направляемых на реализацию целевых подпрограмм, достаточно для устойчивого развития отрасли сельского хозяйства региона.

Проблема расхождения в запланированном финансировании государственной программы поддержки АПК региона и фактическим финансировании государственной программы должна решаться путем периодического пересмотра и внесения изменений в государственную программу в разрезе источников финансирования, а также применением ретроспективного и перспективного анализа объемов финансирования государственной программы с использованием современных методов анализа. Для эффективной реализации государственной программы необходимо использовать мониторинг, который позволит выработать оптимальную структуру бюджетных расходов на реализацию государственной социально-экономической политики на стадии обоснования заявок по расходованию бюджетных средств при проектировании региональной государственной программы и областного бюджета Кемеровской области. Необходимо наличие определенных критериев оценки эффективности государственной региональной программы, которые помогут рационально и контролируемо осуществлять реализацию принятых к финансированию подпрограмм, позволяя более эффективно расходовать имеющиеся бюджетные ресурсы, а также аргументировать правильность принимаемых управленческих решений.

В итоге проведенных исследований можно сделать вывод, что для стабильного и устойчивого развития отрасли сельского хозяйства и агропромышленного комплекса в целом, а также обеспечения продовольственной безопасности Кемеровской области необходимым является разработка подпрограмм, а в дальнейшем их эффективная реализация за счет привлечения денежных средств из различных источников: местного, областного и федерального бюджетов. Кроме того, крупнейшим источником финансирования являются средства физических и юридических лиц. Но лишь совокупное вливание денежных средств обеспечивает полноценную реализацию государственной программы, контроль над финансированием которой должен осуществляться через системный мониторинг.

Список литературы

1. Баранова И. В., Пирогова Т. В., Фадейкина Н. В. Оценка эффективности реализации целевых программ: концептуальные основы и организационно-методическое обеспечение. Новосибирск : САФБД, 2013. 315 с.
2. Об утверждении государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий в Республике Бурятия» на 2014–2020: Постановление Правительства Республики Бурятия от 28.02.2013 г. № 102. Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=165073774&backlink=1&&nd=165032277> (дата обращения: 23.04.2016).
3. Об утверждении государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулируемых рынков в Томской области» на 2015–2020: Постановление Администрации Томской Области от 12.12.2014 г. № 485а. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/467917788> (дата обращения: 21.03.2016).
4. Об утверждении государственной программы Забайкальского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2014–2020 годы»: Постановление Правительства Забайкальского края от 25.04.2014 г. № 237. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/412700517> (дата обращения: 20.03.2016).
5. Об утверждении государственной программы Иркутской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 годы: Постановление Правительства Иркутской области от 09.12.2013 г. № 568-пп. Режим доступа : http://irkobl.ru/additional/gov_programms/agroline (дата обращения: 24.03.2016).
6. Об утверждении государственной программы Кемеровской области «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области» на 2014–2018 годы: Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 30.09.2015 г. № 317. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/432804977> (дата обращения: 15.03.2016).
7. Об утверждении государственной программы Красноярского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2020 годы: Постановление Правительства Красноярского края от 30.09.2013 г.

№ 506-п. Режим доступа : <http://zakon.krskstate.ru/doc/16064>(дата обращения: 21.03.2016).

8. Об утверждении государственной программы Новосибирской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы»: Постановление Правительства Новосибирской области от 02.02.2015 г. № 37-п. Режим доступа : <http://www.gp.specagro.ru/download/index/id/26912> (дата обращения: 19.03.2016).

9. Об утверждении государственной программы Омской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Омской области» на 2014–2020 годы: Постановление Правительства Омской области от 15.10.2013 г. № 252-п (ред. от 12.08.2015). Режим доступа : <http://budget.omsk.ifinmon.ru/index.php/napravleniya/gosudarstvennye-programmy/gp-6> (дата обращения: 18.03.2016).

10. Об утверждении государственной программы Республики Алтай «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2013–2020 годы: Постановление Правительства Республики Алтай от 28.09.2012 г. № 242. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/473313505> (дата обращения: 22.03.2016).

11. Об утверждении государственной программы Республики Тыва «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продоволь-

ствия в Республике Тыва на 2014–2020 годы»: Постановление Правительства Республики Тыва от 30.10.2013 г. № 633. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/423912947> (дата обращения: 01.04.2016).

12. Об утверждении государственной программы Республики Хакасия «Развитие агропромышленного комплекса Республики Хакасия и социальной сферы на селе на 2013–2020 годы»: Постановление Правительства Республики Хакасия от 19.11.2012 г. № 781. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/453366265> (дата обращения: 26.03.2016).

13. Об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» на 2013–2020 годы: Постановление Администрации Алтайского края от 05.10.2012 г. №523. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/453122723> (дата обращения: 18.03.2016).

14. Секачева В. М. Березина Н. М., Скарюпина М. Б. Ретроспективный анализ эффективности и результативности реализации национального проекта и государственных программ развития АПК на мезоуровне // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии.. 2016. № 1. С. 156–163.

15. Skaryupina M., Mrachenko Ch., Polinkevich A. Analysis of funding source of the state program supporting the regional agriculture complex // Облік. економіка. менеджмент: наукові нотатки Міжнародний збірник наукових праць. Луцк.. 2016. Вып. 3 (11). Р. 185–189.

Секачева Вера Михайловна, канд. экон. наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности, ФГБОУ ВО Кемеровский ГСХИ.

E-mail: veramixs@mail.ru.

Скарюпина Маргарита Борисовна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности, ФГБОУ ВО Кемеровский ГСХИ.

E-mail: polinkevich.m@mail.ru.

* * *

Mathematical model improvement of temperature influence on the substratum processing mode stability in a biogas unit

A. V. Belov, Yu. P. Ilyin, I. S. Stabulit, N. Yu. Kuzmina

The paper deals with numerical methods for finding thermal conductivity in partial derivative equations with the effect of the time component delay, the method of lines and an implicit grid scheme with piecewise-constant interpolation to solve the problem of convergence being used. Numerical algorithms for solving problems with delay are constructed and examined with the implicit trapezoidal method. The algorithm of the method of lines implies to solve functional differential equations of large dimensions, and interpolations with given properties of the discrete model history being used. The problem of time step restrictions is overcome by applying special techniques. According to the grid approach the construction of an implicit scheme with the simplest type of interpolation of the discrete model history (the piecewise-constant interpolation) is proposed to examine its order of convergence.

Keywords: biogas unit, thermal conductivity equation, model convergence, functional differential equations, method of lines, implicit grid scheme, numerical solution, countable system, triangular shape, system stability equation, control effect, digestion tank, system stability, transient temperature processes.

References

1. Bioenergetika Rossii v XXI veke. Rossiyskoe energeticheskoe agentstvo. Moscow: Minenergo RF.
2. Sinyak Yu.V., Avizov A.H. Vozmozhnost' ekonomii prirodnih energoresursov za schet anaerobnoy fermentatsii organosoderzhashchih veshchestv. *Energetika topliva* 6 (1984): 42-59.
3. Ananishvili G.D. Osnovy bioenergetiki i bioenergeticheskogo stroitel'stva v sel'skom hozyaystve: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. Moscow, 1959.
4. Il'in Yu. P., Kuz'mina N.Yu. Otsenka energeticheskikh pokazateley promyshlennoy biogazovoy ustanovki: kollektivnaya monografiya. *Ekologiya i prirodopol'zovanie*. Moscow: RAN Vol. 3 (2012): 65-69.
5. Il'in Yu.P., Kuz'mina N.Yu., Rudnyh N.V. O vozmozhnosti ispol'zovaniya biogazovykh ustanovok gorizontalnogo tipa v usloviyakh Chelyabinskoy oblasti. *Sbornik dokladov NPK "Effektivnost', nadezhnost' i bezopasnost' energeticheskogo oborudovaniya"*. Chelyabinsk: PEIPK Energo (2014): 55-58.
6. Belov A.V., Il'in Yu.P., Kuz'mina N.Yu., Rudnyh N.V. Energeticheskiy potentsial zhivotnovodstva. *Materialy LII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu"*, Chelyabinsk: ChGAA Part V (2013): 104-113.
7. Il'in Yu.P. [i dr.] Otsenka vyhoda biogaza pri mezofil'noy pererabotke senazha topinambura v biogazovom klasterе. *Vestnik ChGAA* Vol. 68 (2014): 39-50.
8. Dubrovskiy V.S., Viestur U.E. *Metanovoe sbrazhivanie sel'skohozyaystvennykh othodov*. Riga: Zinatne, 1988.
9. Varfolomeev S.D., Gurevich K.G. *Biokinetika: prakticheskiy kurs*. Moscow: FAIR-PRESS, 1999.
10. Pimenov V.G. Chislennyye metody resheniya uravneniya teploprovodnosti s zapazdyvaniem. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser.: Matematika* 2 (2008): 113-116.
11. Wu J. *Theory and Applications of Partial Functional Differential Equations*. N.Y.: Springer-Verlag, 1996.
12. Tavernini L. Finite Difference Approximations for a Class of Semilinear Volterra Evolution Problems. *SIAM J. Numer. Anal.* Vol. 14, 5 (1977): 931-949.
13. Kim A.V., Pimenov V.G. I-gladkiy analiz i chislennyye metody resheniya funktsional'no-differentsial'nykh uravneniy. Moscow; Izhevsk: Regul'yarnaya i haoticheskaya dinamika, 2004.
14. Hayrer E., Vanner G. Reshenie obyknovennykh differentsial'nykh uravneniy. *Zhestkie i differentsial'no-algebraicheskie zadachi*. Moscow: Mir, 1999.
15. Il'in Yu.P., Samarov A.B., Kuz'mina N.Yu. Ob ustoychivosti sistemy BGU pri perekhodnykh temperaturnykh protsessah. *Materialy XLIII nauch.-tekhn. konf. ChGAU*. Chelyabinsk: ChGAU Part 2 (2004): 248-250.

16. Bronshteyn I.N., Semendyaev K.A. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchihsya vtuzov. Moscow: Nauka, 1981.

17. Dytnerskiy Yu.I. Protsessy i apparaty himicheskoy tekhnologii: uchebnik dlya vuzov. Moscow: Himiya, 1995.

Belov Alexander Vladimirovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair «Electrical Equipment and Technologies», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Ilyin Yury Petrovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair «Electrical Equipment and Technologies», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Stabulit Irina Stanislavovna, senior teacher, the Chair of Mathematics, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Kuzmina Natalya Yuryevna, applicant, the Chair «Electrical Equipment and Technologies», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: U-ilyin@mail.ru.

Obtaining the specified degree of soil pulverization at tillage

V. V. Blednykh, P. G. Svechnikov

The paper deals with the substantiation of the way to obtain the specified degree of soil pulverization at tillage. The trajectory of soil movement is determined according to the existing agrotechnical demands: the differential equations of soil movements are derived, the normal forces acting on the soil while it moves along the predetermined trajectories are found, according to the directions of the normal forces a surface suitable for these trajectories is constructed, the moldboard ploughshare surface parameters are registered to adjust the real plough. To implement the method there are given some different designs of mouldboard ploughs with appropriate mechanisms, with the results of their operation being also presented.

Keywords: specified level of pulverization, movement trajectory, agrotechnical demands, specified trajectory, normal forces, surface, mechanism, real plough, motion equation.

References

1. Goryachkin V.P. Proektirovanie razgibayushchihsya poverhnostey otvalov. Sobr. soch. Moscow, Vol. 2 (1965): 401-415.
2. Blednykh V.V. Kinematika otval'noy vspashki pochvy. Sb. nauchn. tr. ChIMESKh, Chelyabinsk (1983): 14-24.
3. Blednykh V.V. Sovershenstvovanie rabochih organov pochvoobrabatyvayushchih mashin na osnove matematicheskogo modelirovaniya tekhnologicheskikh protsessov: dis. ... d-ra tekhn. nauk. Leningrad, 1989.
4. Appel' P. Teoreticheskaya mekhanika. Moscow, Vol. 1, 1960.
5. Blednykh V.V., Hudyakov S.Ya. Matematicheskaya model' rabochey poverhnosti korpusa pluga. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 5 (1985): 32.
6. Gyachev L.V. Teoriya lemeshno-otval'noy poverhnosti. Trudy Azovo-Chernomr. IMESKh. Zernograd, 13 (1961).
7. Blednykh V., Svechnikov P. Theoretical Foundations of Tillage, Tillers and Aggregates. 2014 by Nova Science Publishers, Inc., New York.
8. Blednykh V., Svechnikov P. Economic reasons of tillage quality. European science review 7-8 (2014): 103-105.



9. Blednykh V., Svechnikov P. Theory of a Tillage Wedge and its Applications. Logos Verlag Berlin GmbH, Berlin, 2013.

Blednykh Vasily Vasilyevich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Svechnikov Petr Grigoryevich, Dr. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Parameters justification of the hopper dispenser for poultry manure

M. V. Zapevalov, A. M. Plaksin, S. M. Zapevalov

With every passing year more and more attention is given to the use of organomineral fertilizers in crop production. One of their most available components is poultry manure, which contains a rather high amount of nutrients necessary to plants. Therefore, we developed the technology to produce the granulated organomineral fertilizer with the nutrient content of 30-34 % to be added to soil with the existing system of machines. When preparing the fertilizer, it is important and technologically difficult to dose poultry manure, with dosing accuracy depending both on the techniques applied and the equipment used for the process. In this regard, the purpose of research is to justify the basic construction and technological parameters for the poultry manure dispenser. As a result the dispenser construction arrangement is developed, which includes a hopper to accept and store the dosed manure and a cone-shaped screw feeder, with the interrelation of the hopper discharging window diameter with the internal friction angle of poultry manure at different values of the shear rate being analytically described as well as the height of the hopper cone-shaped part according to the friction angle of poultry manure against its surface and its diameter. It is found that when the internal friction angle of poultry manure is 43-46° and the initial shear rate is 210-230 N/m², the hopper discharging window diameter should be at least 0.128 m. When the diameter of the hopper top part is 1.0 m and the friction angle of poultry manure against the steel surface is 31-35°, the height of the hopper cone-shaped part should be 0.24-0.28 m. These construction and technological parameters of the dispenser ensure smooth and uniform flow of poultry manure from the hopper into the feeder.

Keywords: organomineral fertilizer, poultry manure, physical and mechanical properties, dispenser, hopper parameters, dispenser feeder.

References

1. Rahimov R.S. Obosnovanie komponentov, norm, tekhnologii i sredstv mekhanizatsii vneseniya eksperimental'nogo organo-mineral'nogo udobreniya: otchet o NIR. Chelyabinsk: ChGAU, 1999.
2. Zapevalov M.V. Mekhanizirovannye protsessy preventivnogo uhoda za rasteniyami. Tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe obespechenie primeneniya organo-mineral'nogo udobreniya i himicheskoy obrabotki semyan. LAPLAMBERT Akademik publishing, Germany. 2011.
3. GOST 10873-73. Sul'fat ammoniya.
4. GOST 4568-95. Hloristyy kaliy.
5. GOST 5716-74. Fosforitnaya muka.
6. Zapevalov M.V. Utilizatsiya ptich'ego pometa. Vestnik ChGAU 54 (2009): 124-129.
7. Malofeev V.I. Tekhnologiya bezothodnogo proizvodstva v pitsevodstve. Moscow, 1986.
8. Podgotovka, pererabotka pometa na pitsefabrikah i ispol'zovanie ego v zemledelii: nauch.-prakt. rekomendatsii. Pod obshch. red. V.I.Filatova. Sergiev Posad, 2001.
9. Zapevalov M.V. Parametry prigotovleniya organo-mineral'nogo udobreniya. Vestnik ChGAU 57 (2010): 85-89.
10. Zapevalov M.V. Tekhnologiya prigotovleniya organo-mineral'nogo udobreniya na osnove ptich'ego pometa. Vestnik Altayskogo GAU 5 (2011): 84-90.

11. Zapevalov M.V., Zapevalov S.M., Glemba K.V. K voprosu dozirovaniya ptich'ego pometa v sostave organo-mineral'nyh komponentov. Obshchestvennaya nauchnaya organizatsiya "Nauka i hozyaystvo" 2 (2014): 13-19.
12. Pannikov V.D., Mineev V.G. Pochva, klimat, udobrenie i urozhay. Moscow, 1987.
13. Orlov S.P. Doziruyushchie ustroystva. Izd. 3-e, pererab. i dop. Moscow, 1966.
14. Katalymov A.V., Lyubartovich V.A. Dozirovanie sypuchih i vyazkih materialov. Leningrad, 1990.
15. Chan I Chung. Extrusion of Polymers. Teory and Practice. Carl Hanser Munchen. 2005.
16. Martynenko Ya.F., Chebotarev O.N. Proektirovanie mukomol'nyh i krupyanyh zavodov s osnovami SAPR. Moscow, 1992.
17. Pervadchuk V.P., Yankov V.I. Neizotermicheskoe techenie anomal'no-vyazkoy zhidkosti v kanale shnekovoy mashiny s uchetom pristennogo skol'zheniya. IFZH Vol. 43, 3 (1982): 501-502.

Zapevalov Mikhail Veniaminovich, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: miwen1@mail.ru.

Plaksin Aleksey Mikhailovich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, the Chair «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: Plaksin-am@mail.ru.

Zapevalov Sergey Mikhailovich, post graduate student, the Chair «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: miwen1@mail.ru.

The analysis of techniques for determining the distance for moving mobile units to restore machine-tractor units

V. V. Kachurin, E. A. Leshchenko

The paper presents the analysis of techniques for justifying mobile processes to eliminate the consequences of failures of machine-tractor units involved in intense cycles of technological processes in plant cultivation. The main objectives when developing methods were: the detection of total labour input of repair and maintenance work per a year or during a field period; the justification of rational values of movement radii for machines and tractors to points of stationary maintenance; the justification of restoration processes of tractors and self-propelled harvesters. Failures due to components of agricultural machines were eliminated by their operators with spare parts available in numerous field centers. Useful labour costs of specialized mobile units were calculated according to the normative data of time-shift operation factors and the values of rational moving radii for specific farms. Mobile units operated one-shift as it had been planned. In general the analyzed techniques were found to mismatch modern requirements of designing and restoring mechanized sowing and tillage systems as they ignore the loss of time of mobile units during their downtime periods as some time is to be lost for waiting for the components of agricultural machines to be delivered. A special feature of this process is a large number of failures in structurally complex and combined agricultural units remote enough: the distance between them and central engineering centers (repair shops, warehouses and dealerships) is 30-80 km on the average. The techniques don't include the characteristics of revolving funds of components for agricultural machines: the quantity, nomenclature and the price of exchange units.

Keywords: technique, distance of movements, maintenance radius, mobile unit.

References

1. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote "Obosnovanie sostava i planirovanie ispol'zovaniya mashinno-traktornogo parka pri vozdeystvovanii zernovyh kul'tur v PZK OAO "Ptitsefabrika Chelyabinskaya". Chelyabinsk, 2006.



2. Gulyarenko A.A. Obosnovanie trebovaniy k bezotkaznosti i remontoprigradnosti traktorov pri ispol'zovanii v rasteniyevodstve Severnogo Kazakhstana (na primere traktorov 5-8 tyagovogo klassa): dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2012.
3. Shahov V.A., Aristanov M.G., Larionov E.P. Nadezhnost' zarubezhnoy pochvoobrabatyvayushchey tekhniki v usloviyah Orenburgskoy oblasti. Mashinno-tekhnologicheskaya stantsiya 6 (2010): 24-26.
4. Ovsyannikov A.A., Petuhov D.A. Nadezhnost' otechestvennykh i zarubezhnykh posevnykh mashin. Tekhnika i oborudovanie dlya sela 1 (2011): 36-38.
5. Plaksin A.M., Kachurin V.V. Vosstanovlenie rabotosposobnosti mashinno-traktornykh agregatov mobil'nymi zven'yami. Vestnik ChGAA 58 (2011): 134-137.
6. Ablin L.K. Metodika rascheta optimal'nykh parametrov funktsionirovaniya sluzhby tekhnicheskogo obsluzhivaniya i diagnostiki mashinno-traktornogo parka. Nauchnye trudy. Chelyabinsk, 1984.
7. Ablin L.K. Opredelenie effektivnosti ispol'zovaniya postov tekhnicheskikh uhodov. Trudy CHIMESKH. Chelyabinsk 37 (1969).
8. Vas'kovskiy S.E. Novye metody organizatsii tekhnicheskogo uhoda za traktormi i sel'skohozyaystvennymi mashinami. Nauka – sel'skomu hozyaystvu. Moscow, 1964.
9. Vas'kovskiy S.E., Pasechnikov N.S. Tekhnicheskii uhod za traktormi. Moscow, 1966.
10. Zav'yalov L.A., Popov F.P. Osnovy organizatsii agregatnogo metoda remonta lesotransportnykh mashin. Moscow, 1975.
11. Zorin V.A. Rossiyskaya entsiklopediya samohodnoy tekhniki. 1-e izd. Moscow, 2001.
12. Kaplun G.P. Nekotorye elementy organizatsii obsluzhivaniya sel'skohozyaystvennoy tekhniki. Materialy vsesoyuzn. koordinats. metod. soveshch. po probleme ekspluatatsii MTP, sost. 20-22/XII-1966. Moscow, 1968.
13. Kaplun G.P. Raschet effektivnosti peredvizhnykh agregatov dlya tekhnicheskogo uhoda za traktormi. Trudy TSNIIMESKH nechernozemnoy zony SSSR. Minsk Vol. V, 2 (1967).
14. Kaplun G.P. Effektivnost' ispol'zovaniya peredvizhnykh zapravochnykh sredstv. Trudy TSNIIMESKH nechernozemnoy zony SSSR. Minsk, 1966.
15. Levitsky E.S. Opredelenie optimal'nykh programm remontnykh predpriyatiy. Trudy VSKHIZO. Moscow 25 (1967).
16. Levitsky E.S. Organizatsiya remonta i proektirovaniya sel'skohozyaystvennykh remontnykh predpriyatiy. Moscow, 1964.
17. Loshkarev V.G. Opredelenie srednevzveshennykh rasstoyaniy pri organizatsii tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashinno-traktornogo parka. Trudy GOSNITI. Moscow Vol. 27 (1971).
18. Metodicheskie ukazaniya po raschetu i planirovaniyu remontnoy bazy sel'skogo hozyaystva po oblastyam (krayam) i respublikam na 1971-75 gg. Moscow, 1968.
19. Grinevich G.P., Kamenskaya E.A., Alferov A.K., Zlatopol'skiy A.V. Nadezhnost' stroitel'nykh mashin. Moscow, 1975.
20. Napalkov G.I. K voprosu organizatsii tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashinno-traktornogo parka. Nauchnye trudy. Chelyabinsk 79 (1974).
21. Pavlov B.V. Skoraya pomoshch' na polyah. Moscow, 1980.
22. Putintseva M.A. Organizatsiya spetsializirovannogo tekhnicheskogo obsluzhivaniya MTP. Materialy vsesoyuzn. koordinats. metod. soveshch. po probleme ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka, sost. 20-22/XII-1966. Moscow, 1968.
23. Putintseva M.A., Bortdinov A. Novoe v tekhnicheskoy obsluzhivaniy mashinno-traktornogo parka. Sbornik nauch. rabot SibNISKHOZA, Omsk 8 (1963).
24. Revutsky L.D. Metody optimizatsii razmerov i razmeshcheniya stantsiy tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobiley dlya sel'skogo hozyaystva. Trudy GOSNITI, Vol. 30. Moscow, 1971.
25. Solomkin A.I., Petrishchev A.N. Modeli realizatsii sistemy tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashinno-traktornogo parka v Severnom Kazakhstane. Trudy GOSNITI, Vol. 46. Moscow, 1976.
26. Putintseva M.A. [i dr.] Tekhnicheskoe obsluzhivanie mashinno-traktornogo parka zven'yami masterov-naladchikov. Moscow, 1968.
27. Haykis M.L. Remont dorozhnykh mashin agregatnym metodom. Moscow, 1980.

Kachurin Vitaly Vladimirovich, Cand. Sci. (Engineering), Assistant of the Chair "Metal Technology, Engineering and Metrology", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

Leshchenko Eugenia Anatolyevna, Cand. Sci. (Engineering), Assistant of the Department “Technology and Mechanization of Animal Husbandry and Engineering Graphics”.

E-mail:etodlya_menya@mail.ru.

Calculating the characteristics of a three-phase queuing system with continuous loading and drives of finite capacity

L. I. Korolkova, N. Mashrabov

The method of studying random processes, continuous in time and discrete in their states, is applied to evaluate the performance of multi-phase service systems of agricultural machinery. At the first stage the circuit operation of the system being constructed, at the second stage the process parameters are calculated. The scheme includes the states and transitions between them. During the following closely related states the service processes that has not ended are characterized by remaining service time periods. Calculated remaining service time periods make it possible to investigate the unsteady behavior of the system. For three three-phase systems that differ in their distribution service time periods the indicators that block systems and cause downtime periods within the time allotted for the operation of the system are investigated. It was found that the magnitude of the variation of service time ratio $v = 0.94$ cause the probability of at least one point being blocked within the allotted time equaling to 0.204, and for $v = 0.23$ such probability will be 0.002, with the duration of the considered blocking being reduced from 0.6 to zero. Systems with their service periods being close to exponential distribution that is often used when studying multiphase service systems are also compared. It was found that with an increase in the average service time from 0.45 to 8.88 units of time causes the blocking probability decreasing from 0.204 to 0.007. However, the average blocking duration increases from 0.6 to 1.19 units of time. For systems that are close to Markov ones, the probability of the first blocking decreases as the average service time increases, with its duration also increasing. The second blocking is hardly probable both with a little average service period and a large one. The calculations prove the reducing of the service time spread concerning its mean one to be necessary.

Keywords: schematization, remaining service time, probability, blocking duration, downtime duration, operating points.

References

1. Perlman Y., Elalouf A., Bodinger E. Dynamic repair priority for a transfer line with a finite buffer. *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 33, 2014, P. 16-26.
2. Matveev S.A., Moiseev A.N., Nazarov A.A. Investigation of the multi-stage queueing system GI/(M/∞)K by means of the raw moment method. *Doklady TUSURa, Tomsk*, 3 (33), 2014, P. 129-133.
3. Viskova E.V. Dvuhfaznaya sistema massovogo obsluzhivaniya s markovskim potokom i obsluzhivaniem v diskretnom vremeni. *Informatsionnye protsessy*, Vol. 5, № 3, 2005, P. 247-253.
4. Papadopoulos H.T., O’Kelly M.E.J. Exact analysis of production lines with no intermediate buffers. *European Journal of Operational Research*, Vol. 65, 1993, P. 18-137.
5. Xiajun Yu, Ronggui Luo On properties of a serial service system of two service counters with finite waiting space. *Acta Mathematica Science*, Vol. 15, № 1, 1995, P. 31-38.
6. Gopalan M.N., Anantharaman N. Stochastic modelling of a two-stage transfer-line production system with end buffer and random demand. *Microelectronica and Reliability*, Vol. 32, № 1-2, 1992, P. 11-15.
7. Klimenok V.I., Taramin O.S. Dvuhfaznaya sistema obsluzhivaniya s gruppovym markovskim potokom i povtornymi vyzovami. *Avtomatika i telemekhanika*, № 1, 2010, P. 3-17.
8. Papadopoulos H.T., Heavey C., O’Kelly M.E.J. Throuput rate of multistation reliable production lines with interstation buffers: (I) Exponential case. *Computers in Industry*, Vol. 13, 1989, P. 229-244.
9. Yi Cheng Su, M. Jeya Chandra An approximation analysis for multistage production lines. *Computers and Operations Research*, Vol. 22, № 8, 1995, P. 779-791.
10. Dinçer C., Deler B. On the distribution of throughput of transfer lines. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 51, 2000, P. 1170-1178.



11. Chandrasekar B., Chandrasekhar P., Ramesh N.K. A tandem queue with dependent structure for interarrival and service times: an estimation study. 41st International Conference on Computers and Industrial Engineering (CIE41). Los Angeles, CA USA October 23-26, 2011, P. 145-150.
12. Nishida T. Optimal allocation of service rate for interchangeable parallel two-stage tandem queue. *Mathematics Japonica*, Vol. 41, 1995, P. 211-215.
13. Yoneyama K., Ishii H. The throughput rate of interchangeable parallel two-stage tandem queue with correlated service times. *Computers Mathematic Applications*, Vol. 33, 1997, P. 29-37.
14. Jongyoon K., Stanley B.G. Integrated quality and quantity modeling of a production line. *Journal of Operations Research Spectrum*, Vol. 27, № 2-3, 2005, P. 287-314.
15. Gnedenko B.V., Kovalenko I.N. *Vvedenie v teoriyu massovogo obsluzhivaniya*. M.: Nauka, 1987.
16. Korol'kova I.V., Korol'kova L.I. Diskretnye po sostavu i nepreryvnye vo vremeni sluchaynye protsessy. *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki*, Vol. 8, № 2, 2001, P. 614-615.
17. Korol'kova L.I., Pereverzev P.P. Optimizatsiya protsessov predpriyatiya na osnove novoy metodiki rascheta harakteristik mnogofaznoy sistemy massovogo obsluzhivaniya s nepreryvnoy zagruzkoy bez promezhutochnykh nakopiteley. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, № 3, 2012. Web. 10 Sept. 2016 <<http://www.science-education.ru/103-6424>>.
18. Gopalan M.N., Dinesh U.K. Analysis of an n-unit cold-standby system with general failure and repair time distributions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 12, № 3, 1995, P. 77-85.
19. Gupta R., Mumtaz S.Z., Rastogi N. Profit analysis of a system with mutual changeover of units and correlated failures and repairs. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5, № 2, 1999, P. 51-55.

Korolkova Lyubov Ivanovna, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department «Applied Mechanics», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: korolkovali@rambler.ru.

Mashrabov Nematulla, D. Sc. (Engineering), Professor of the Department «Technology and Organization of Technical Service», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: nmashrabov@yandex.ru.

The four-post lift of the balcony type as the most important part of the technological equipment to repair vehicles

O. N. Kostyuchenkova, M. V. Kozhukhova

High-quality and due maintenance of vehicles makes possible to recover and maintain their technical condition at the required level. Therefore, the development of the maintenance system has led to the need for the introduction of progressive forms and methods of organization, maintenance technology and repair of vehicles, the creation of modern equipment and special tools. At service stations car lifts are increasingly becoming more common as the main equipment to organize various working stations of main production areas. They make optimal organization of the maintenance service and repair possible. It is one of their main advantages if compared to other process and technological equipment. The lift of the balcony-type is used for lifting vehicles and holding them in raised positions necessary for repairing and maintenance of cars and buses of small class. The design of such lifts allows easier access to a vehicle to carry out repair works on three levels. By installing additional traverse lifts for hanging one of car axes between the lift rolling surfaces it becomes easy to access to the vehicle. The designed four-post lift of the balcony type allows increasing the maintenance efficiency at service stations, with further improvement of this construction bringing the repair technology of vehicles to a new level.

Keywords: vehicle, maintenance, four-post lift, hydraulic system, traverse.

References

1. Turevskiy I.S. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i tekushchiy remont avtomobiley: ucheb. posobie. M.: INFRA-M, 2007.
2. Kuznetsov E.S. [et al.] Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley. M.: Nauka, 2004.
3. Kramarenko G.V. Tekhnicheskoe obsluzhivanie avtomobiley. M.: Transport, 1968.
4. Gusev G.A., Abramkin V.A. Optimizatsiya ispol'zovaniya platformennogo chetyrehstoechnogo avtomobil'nogo pod'emnika. Voronezhskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet im. G.F.Morozova, Vol. 3, № 4-1, 2015, P. 180-184.
5. Afanas'ev L.L., Kolyasinskiy B.S., Maslov A.A. Garazhi i stantsii tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobiley. M.: Transport, 1969.
6. Sarbaev V.I., Selivanov S.S., Konoplev V.N. Mekhanizatsiya proizvodstvennykh protsessov tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobiley. M.: MGIU, 2003.
7. Pat. SSSR №1136987, B66F7/02. Ustroystvo dlya obsluzhivaniya transportnogo sredstva; publ. 30.01.1985.
8. Lee J.H., Cho J.U. Convergence Technique Study through CAE due to the Shape of Lift for Car. Journal of the Korean Convergence Society, Vol. 6, № 5, 2015, P. 49-54.
9. Son I.S., Kim C.H., Bae S.H., Lee J.Y. Rescue Lift Development Using Structural Analysis. Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, № 1, 2015, P. 111-116.
10. Cho J.U., Han M.S. Structural Durability Analysis Related to Shape and Direction of Bicycle Frames. Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 6, № 22, 2013, P. 969-975.
11. Kang S.S., Lee J.H. Evaluation of Fatigue Life and Structural Analysis for Dish-Type and Spoke-Type Automobile Wheels. Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 35, № 10, 2011, P. 1315-1321.
12. Fastovtsev G.F. Sovremennyy avtoservis. M.: Znanie, 1980.
13. Shahnes M.M. Oborudovanie dlya remonta avtomobiley. M.: Transport, 1978.
14. Spravochnik Tekhnologicheskoe oborudovanie dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta legkovykh avtomobiley. M.: Transport, 1988.
15. Chernavskiy S.A. [et al.]. Kursovoe proektirovanie detaley mashin. M.: Mashinostroenie, 1979.

Kostyuchenkova Oksana Nikolaevna, Cand. Sc. (Engineering), senior teacher of the Department «Transport Equipment and Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana.
E-mail:oxy_uno@mail.ru.

Kozhukhova Maria Vladimirovna, second-year undergraduate, the Department «Transport Equipment and Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana.
E-mail: kozhukhova.mariya@mail.ru.

The results of diagnosing the cylinder-piston group through dynamic compression as an evaluation method

O. N. Larin, S. S. Kukov, A. V. Gritsenko, K. V. Glemba

The failures of internal combustion engines caused by the cylinder-piston group (CPG) rank second (20%) after the ones caused by the fuel equipment (45%). The tightness of combustion chambers is one of the most important life-limiting parameters when considering the technical state of engines. Today, due to complex designs of modern engines applying and developing new methods of the CPG diagnosing is becoming increasingly important. For example, the CPG of a vehicle with automatic transmission is impossible to diagnose with the help of K-69M to find existing air leakages. Nowadays factories manufacturing diagnostic tools recommend the CPG tightness controlling with the dynamic compression method. However, the diagnosing tools they offer do not provide a predetermined scanning speed of a dynamic pressure oscillogram and give false information. To conduct reliable experimental studies it is necessary to choose a pressure sensor, power supply and recording equipment. The pressure sensor WIKA OT-01 fully fit



the experiment specifications and accuracy, and the USB Oscilloscope with the “UsbOscilloscope” program being used as a means for recording. During the experiment, the total area of the wear varies from 0.5 mm² to 1.6 mm². The crankshaft revolutions rang from 100 to 300 min⁻¹ with the step 50 min⁻¹. Such a step is chosen due to errors of measurement caused by used diagnostics tools. The experimental results are presented for the coolant temperatures of 20°C and 90°C. The timing of diagnosing operations proves the total time of the CPG diagnosis with the help of the in-place method for one GAZ automobile to be 36.3 man minutes. The payback period of an instrumentation tool is 0.2 year. The economic effect caused by the introduction of one diagnostic tool is 40508 rubles for one post per year.

Keywords: engine, piston group, diagnosis, wear, speed, pressure, phase, waveform pressure modes, parameters.

References

1. Sazonov K.A. Diagnostirovanie tsilindro-porshnevoy gruppy dvigateley vnutrennego sgoraniya pnevmaticheskim sposobom pri nizkih rabochih davleniyah: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1997.
2. Ivanov R.V. Diagnostirovanie DVS po parametru moshchnosti mekhanicheskikh poter': avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Volgograd, 2010.
3. Ponizovskiy A.Yu. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya tsilindroporshnevoy gruppy avtotraktornyh dizeley po raznosti raskhodov vozduha na vpuske i vypuske v puskovom rezhime: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Novosibirsk, 2010.
4. Pichugin A.I. Povyshenie effektivnosti diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy avtomobil'nyh dvigateley putem sovershenstvovaniya metodov i sredstv raspoznavaniya ee sostoyaniy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Saratov, 2011.
5. Rukovodstvo po ekspluatatsii USB Autoscope III, rukovodstvo po rabote s programmoy USB ostsillograf). Web. 10 Sept. 2016 <http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf>.
6. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental Studies of Cylinder Group State During Motoring. *Procedia Engineering*, Vol. 150, 2016, P. 1188-1191.
7. Plaksin A.M., Gritsenko A.V., Glemba K.V. Eksperimental'nye issledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya tsilindroporshnevoy gruppy v rezhime prokrutki dvigatelya starterom. *Prom-Inzhiniring: trudy II mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., FGBOU VPO "Yuzhno-Ural'skiy gosudarstvennyy universitet" (NIU). Chelyabinsk, 2016. P. 111-113.*
8. Kukov S.S., Gritsenko A.V. Aspekty diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy v rezhime prokrutki dvigatelya starterom transportnyh i tekhnologicheskikh mashin agropromyshlennogo kompleksa. *APK Rossii*, Vol. 23, № 2, 2016, P. 400-407.
9. Kukov S.S., Gritsenko A.V., Bakaykin D.D. Sovershenstvovanie protsessa diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy. *Materialy LV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu"*, Pod red. prof., d-ra s.-h. nauk M.F.Yudina. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skiy GAU, Part II, 2016, P. 77-82.
10. D'yachenko V.G. Teoriya dvigateley vnutrennego sgoraniya. Har'kov: HNADU, 2009.
11. Obozov A.A., Tarichko V.I. Matematicheskoe imitatsionnoe modelirovanie rabocheho protsessa avtomobil'nogo DVS v tselyah izucheniya diagnosticheskoy informatsii. *Dvigatelsestroenie*, № 2 (252), 2013, P. 21-26.
12. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobil'nyh i traktornyh dvigateley. M.: Vyssh. shk., 1980.
13. Dementiy L.V., Kuznetsov A.A., Menafova Yu.V. Sbornik zadach po tekhnicheskoy termodinamike i teploperedache. Kramatorsk: DGMA, 2002.
14. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring. *Procedia Engineering*, Vol. 150, 2016, P. 1182-1187.
15. Gritsenko A.V., Kukov S.S., Glemba K.V. Teoreticheskoe obosnovanie diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy v rezhime prokrutki dvigatelya starterom. *Prom-Inzhiniring: trudy II mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., FGBOU VPO "Yuzhno-Ural'skiy gosudarstvennyy universitet" (NIU), Chelyabinsk, 2016, P. 114-117.*

16. Chernoi Ivanov V.I. [et al.] Formirovanie investitsionnogo mekhanizma v sfere tekhnicheskogo servisa v sel'skom hozyaystve. M.: GOSNITI, 2013.

Larin Oleg Nikolaevich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, leading researcher, Russian Institute for Strategic Studies.

E-mail: larin_on@mail.ru.

Kukov Stanislav Semenovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Department «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: kukov24@mail.ru.

Gritsenko Alexander Vladimirovich, D. Sci. (Engineering), Professor, the Department «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Glemba Konstantin Vyacheslavovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Department «Operation of Machine-Tractor Fleet», South-Ural State Agrarian University, South Ural State University (National Research University).

E-mail: glemba77@mail.ru.

Aftereffects of wheeled tractor propellers of Class 3 when performing field work

G. A. Okunev, N. A. Kuznetsov

When evaluating the efficiency of machine-tractor units much attention should be paid to the fact whether power-operated units meet the ecological requirements when performing technological operations. When heavy machines move repeatedly, they not only compact the topsoil but also the subsoil that has a negative impact on developing root systems. Technological operations can be carried out by various technical means that differ in their propulsion systems and weight. Thus, there is a need to choose tractors to perform complex technological operations with the minimal impact of their propulsion devices on the soil. This indicator shows the ecological appropriateness of technical means when performing technological operations. The main focus to equalize seasonal prevalence of field works season is to be given to using universal complexes of machines. Wheeled tractors as compared to track-type ones are more all-purpose but they are scarcely used because of high specific ground pressure of their propulsion devices on the soil. The area of a tractor wheel contact patch on the soil determines its specific pressure and depends on the soil fertility, the diameter and width of a wheel. According to the results of our researches we modeled the dependences of the HTZ-150K-09 tractor specific ground pressure on different widths and diameters of wheels of propulsion devices due to different air pressure in their tires. The established dependences demonstrate the ability of the HTZ-150K-09 tractor to be used with low-pressure tires 23.1R26 to provide the specific ground pressure of 50kPa, with the air pressure in its tires being 80 kPa.

Keywords: tractor, weight, width, diameter, wheel, pressure, soil, work, density, estimation.

References

1. Okunev G.A., Kuznetsov N.A. Posledstviya vliyaniya na pochvu traktorov srednego klassa pri otsenke effektivnosti ih ispol'zovaniya. APK Rossii 75-1 (2016): 5359.
2. Skrypnikov A.B., Kondrashova E.V., Trofimov Yu.I., Leonova M.N. Tekhnogennoe vozdeystvie mobil'nyh sel'skohozyaystvennyh mashin na pochvu. Vestnik Voronezh. gos. agrar. un- ta 1 (2013): 51-56.
3. Azarov N.K., Kazankov L.B. Deformatsiya pochvy hodovymi sistemami razlichnyh dvizhiteley. Problemy intensivifikatsii pochvozashchitnogo zemledeliya. Tr. VASKHNIL, Tselinograd (1992): 145-151
4. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Brazhnikov A.A. Vozdeystvie mashinnyh agregatov na pochvu i tendentsii formirovaniya mashinno-traktornogo parka. APK Rossii 69 (2014): 51-54.



5. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Brazhnikov A.A. Obosnovanie davleniya vozduha v shinah traktora HTZ-150K-09 pri vypolnenii polevykh rabot. APK Rossii 69 (2014): 55-58.
6. Shepelev S.D., Okunev G.A. Proektirovanie potochnykh liniy na uborke urozhaya: monografiya. Chelyabinsk, 2006.
7. Okunev G.A., Rahimov R.S. Sovershenstvovanie mekhanizatsii zemledeliya na baze universal'nogo traktora RT-M-160 s kompleksom mashin mnogotselevogo naznacheniya. APK Rossii 59 (2011): 53-57.
8. Okunev G.A., Shepelev S.D., Kuznetsov N.A., Astaf'ev V.L. Ekspluatatsionno-tekhnologicheskie pokazateli traktorov obshchego naznacheniya: monografiya. Chelyabinsk, 2014.
9. Okunev G.A., Kuznetsov N.A., Andrianov A.V. Sovershenstvovanie i razvitie parka traktorov zony Yuzhnogo Urala. Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya. 17 (2013): 203-208.
10. Okunev G.A. Osobennosti tekhnicheskogo pereosnashcheniya hozyaystv. Sel'sky mekhanizator 11 (2014): 24-25.
11. Okunev G.A., Ruzh'ev L.L. Tekhnicheskoe pereosnashchenie proizvodstva, poisk effektivnykh variantov. APK Rossii 70 (2014): 108-115.
12. Utkin-Lyubovtsov O.L., Shabarov A.A., Lyasko M.I. Otsenka sdvaivaniya koles traktorov klassov 30 i 50 kN po nekotorym pokazatelyam. Traktory i sel'skohozyaystvennyye mashiny 3 (1980).
13. Naradovy D.I. Povyshenie effektivnosti traktornogo transportnogo agregata na baze traktora kl. 0,2 "Uralets" v sel'skohozyaystvennom proizvodstve sovershenstvovaniem ego skhemy i parametrov: dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2014.
14. Rusanov V.A. Osnovnye polozheniya, ispol'zovannyye pri razrabotke GOSTov po normam i metodam otsenki vozdeystviya dvizhiteley na pochvu (GOST 26955-86, 29953-86 i 26954-86). Vozdeystvie dvizhiteley na pochvu. VIM: sb. nauchnykh trudov 118, pp. 6-45.
15. Zyryanov A.P., Pyataev M.V., Kuznetsov N.A. Snizhenie vozdeystviya koles traktora na pochvu. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2014): 223-227.
16. Brunotte J., Sommer C., Isensee E., Weisskopf P. Der Boden unter Druck. Landtechnik. Vol. 60, 3 (2005): 150-151.
17. Peth S., Horn R. Zur Abschätzung von Bodenspannungen unter landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen. Landtechnik, Vol. 59, 5 (2004): 268-269.
18. Holtkemeyer V. Messung der Reifenverformung bei verschiedenen Radlasten und Luftdrücken. Landtechnik, Vol. 60, 2 (2005): 76-79.
19. Okunev G.A., Rahimov I.R., Kuznetsov N.A. Tendentsii razvitiya mekhanizirovannykh protsessov v zemledelii. APK Rossii 68 (2014): 53-59.
20. Okunev G.A., Rahimov I.R., Kuznetsov N.A. Sovremennyye tendentsii tekhnicheskogo pereosnashcheniya proizvodstvennykh formirovaniy razlichnogo tipa. APK Rossii 69 (2014): 55-58.
21. Kasparov A.A., Rasteryaev Yu.K., Agal'tsov G.A. Ob udel'nykh davleniyah na pochvu i primenении shirokoprofil'nykh shin v hodovykh sistemakh sel'skohozyaystvennoy tekhniki. Al'ternativnye istochniki energii v transportno-tekhnologicheskoy kompleks: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya Vol. 2, 1 (2015): 107-112.
22. Pryadkin V.I., Godzhaev Z.A. Mobil'nye energosredstva sel'skohozyaystvennogo naznacheniya na shinah sverhnizkogo davleniya. Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin 6 (2014): 33-39.
23. Perchatkin Yu.V., Mirkitanov V.I., Rassoha V.I. Raschet osnovnykh parametrov pritsepnogo sostava k kolesnym traktoram. Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin 1 (2013): 82-86.
24. Demidkov A.N. Sravnenie kolesnykh i gusenichnykh traktorov po tekhniko-ekonomicheskim i pochvenno-ekologicheskim pokazatelyam. Povyshenie effektivnosti raboty sel'skohozyaystvennykh traktorov i ih dvigateley. Sbornik nauchnykh trudov ChGAU. Chelyabinsk: ChGAU (1991): 4-8.
25. Dokin B.D., Elkin O.V. Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya modernizatsiya rasteniyevodstva Sibiri. Ekonomika sel'skohozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy 1 (2015): 18-22.
26. Dokin B.D., Elkin O.V., Lapchenko E.A. Tekhnicheskoe obespechenie srokov provedeniya polevykh rabot v usloviyakh Sibiri. Sel'skohozyaystvennyye mashiny i tekhnologii 3 (2015): 30-33.
27. Astaf'ev V.L., Bobkov S.I., Plohotenko M.A. Obosnovanie traktornogo parka dlya usloviy Severnogo Kazakhstana. APK Rossii 65 (2013): 56-60.
28. 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 Kazakhstane. Vestnik Kurganskoy GSKHA 4 (2013): 18-20.

Okunev Gennady Andreyevich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, the Chair «Operation of Machine-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 «Tractors, Agricultural Machinery and Agriculture», South-Ural State Agrarian University.

E-mail: kuznetcof@mail.ru.

Justification of constructive schemes and parameters of removable modules of a combined universal device for tillage

I. R. Rakhimov, A. N. Galimov, A. V. Saplin, B. M. Gubaidullin

The paper is concerned with the substantiation of the rational parameters of the tool module working width, the width of the space between rows, the number of working bodies, the distance between the rows of the working bodies and the number of rows of the working bodies. According to these parameters the construction diagram of the tool module and the whole tool is developed. Knowing the working conditions of the tool (the tillage depth, the soil resistivity), the analytical dependences to determine the forces acting on the working bodies and the support wheels of the module, as well as the traction unit resistance are obtained. To determine the rational parameters of the module and the mechanism hanging the module to the tool frame the module equilibrium equation is compiled with respect to the instantaneous center of rotation and the dependence to determine the response of the soil on support wheels, which are valued according to the agronomic requirements of their rational parameters with valid values is obtained. The research according to the derived formulas is conducted under certain changes within the original parameters. The analysis of the obtained data allowed establishing the rational parameters of the module and the module hanging mechanism to the tool frame. They are: the distance from the point of attachment of the lower longitudinal rods to the tool frame to the point of wheel bearings, to the module resistance center and the module gravity center – 1.6...1.7 m; the distance between the rows of supports – 0.65 m; the rack height of working bodies for supports – 0.65 m, for rippers – 0.75 m; the parameters of the module hanging mechanism to the tool frame – 0.35 m, 0.5 m, 0.35 m, 0.55 m and with the tillage depth 0.05 m; with the tillage depth 0.6 m; 0.65 m with the tillage depth 0.1...0.3 m; the module gravity force – 3...4 kN. These data will allow producers of agricultural machinery to design and produce tools with higher degrees of universality.

Keywords: constructive scheme, combined, universal, instrument plug-in modules, working bodies, support wheels, the parameters linkage mechanism, traction resistance.

References

1. Mazitov N.K. [et al.] Etapy, dostizheniya i zadachi modernizatsii tekhnologii i importozamenyayushchih tekhnicheskikh sredstv dlya proizvodstva zerna v ekstremal'nykh usloviyakh. Trudy XIII mezhdunar. simpoziuma "Energoresursoeffektivnost' i energosberezhenie" (5-7 December 2012, Kazan), 2012, pp. 387-392.
2. Rahimov R.S. Povyshenie effektivnosti raboty protiverozionnykh pochvoobrabatyvayushchih mashin: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1990, 28 p.
3. Lyubimov A.I., Rahimov R.S., Yankelevich V.G. Obosnovanie parametrov modulya shirokoy zahvatnogo ploskoreza. Pochvoobrabatyvayushchie mashiny i dinamika agregatov: sb. nauch. Trudov CHIMESKH, Chelyabinsk, 1985, Issue 183, pp. 49-61.
4. Rahimov R.S., Buryakov A.S., Hlyzov N.T., Blau V.Yu. Obosnovanie mestoraspologheniya koles i shiriny zahvata modulya ploskoreza. Pochvoobrabatyvayushchie mashiny i dinamika agregatov: sb. nauch. trudov CHIMESKH. Chelyabinsk, 1979, Issue 149, pp. 18-25.
5. Galiahmetov S.G., Volostnikova N.I. Obosnovanie parametrov pod'emno-ustanovitel'nykh mekhanizmov modulya shirokoy zahvatnogo ploskoreza. Pochvoobrabatyvayushchie mashiny i dinamika agregatov: sb. nauch. trudov CHIMESKH. Chelyabinsk, 1981, Issue. 167, pp. 70-75.



6. Rahimov R.S., Yankelevich V.G. Vybory konstruktivnoy skhemy i ratsional'nykh parametrov shirokoyazhatnogo ploskoreza. Pochvoobrabatyvayushchie mashiny i dinamika agregatov : sb. nauch. trudov CHIMESKH. Chelyabinsk, 1985, Issue, 183, pp. 62-74.
7. Lyubimov A.I., Rahimov R.S., Yankelevich V.G. Elementy sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya shirokoyazhatnykh mashin. Chelyabinsk, 1988, 75 p.
8. Rahimov R.S. [et al.] Protivozasushlivaya resursosberegayushchaya tekhnologiya i mashiny dlya proizvodstva zernovykh kul'tur v zone Yuzhnogo Urala. Vestnik CHGAA, 2011, Vol. 58, pp. 84- 88.
9. Gabitov I.I. [et al.] Razrabotka sistemy mashin dlya realizatsii innovatsionnykh tekhnologiy v rasstenevodstve Respubliki Bashkortostan. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2014, no. 5, pp. 57-62.
10. Rahimov Z.S. [et al.] Kul'tivator KUBM-14.7 dlya poverhnostnoy obrabotki pochvy. Vestnik CHGAA, 2006, Vol. 47, pp. 104-107.
11. Lachuga Yu. F. [et al.] Vlogoakkumuliruyushchie tekhnologii, tekhnika dlya obrabotki pochvy i ispol'zovanie mineral'nykh udobreniy v ekstremal'nykh usloviyakh. Ryazan: GNU VNIMS, 2014, 246 p.
12. Shul'gin I.G., Verveyn K.K., Gersh A.A. Rezul'taty sravnitel'nykh ispytaniy kul'tivatorov-ploskorezov. Nauch. tr. TSelinNIIMESKH, Alma-Ata, 1981, 75 p.
13. Vorokosov I.V. Rezul'taty predvaritel'nykh ispytaniy universal'nogo orudiya dlya obrabotki pochvy. Vestnik Kurganskoy GSKHA, 2012, no. 3 (3), pp. 68-69.

Rakhimov Ildar Raisovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department "Applied Mechanics", South-Ural State Agricultural University.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Galimov Alexey Nailevich, teacher, Training Center "ASKON-Ural".

E-mail: galimov@ascon.ru.

Saplin Alexander Vyacheslavovich, Head of the Technical Policy Department, the Ministry of Agriculture of Chelyabinsk region.

E-mail: a.v.saplin@chelagro.ru.

Gubaidullin Bulat Minnibaevich, Director of the Training Center, Plast Technological Branch, Kopeysk Polytechnic College n.a. S.V.Khokhryakova.

E-mail: Bulat-gubajdullin@yandex.ru.

VETERINARY SCIENCES

Age-related features of thyroid status and protein metabolism in animals of Kazakh white-headed cattle

B. K. Balabaev, M. A. Derkho

The paper presents the results of studying the age-related features of protein metabolism and thyroid hormones in animals of Kazakh white-headed cattle. The object of the study was heifers before insemination (I group), heifers (II group), three-year-old cows after the 2nd calving (III group), five-year-old cows after the 3rd and 4th calving (IV group) and eight-year-old cows after the 6th and 7th calving (V group). The intensity of protein metabolism, which determines in the blood of animals of Kazakh white-headed cattle the total levels of protein and major protein fractions (albumin, globulins) is found to be dependent on body weight, age and the number of calvings, the age-related increase in the concentration of the total protein being the result of increasing the content of albumin and activation albumin-synthesizing activity of hepatocytes. The level of protein parameters in the blood of mature cows (5- and 8-year-olds) is characterized by low variability possibly thanks to the increase of the functional activity of the thyroid gland in their bodies and the concentration of thyroxine and triiodothyronine in the peripheral blood. The metabolism of thyroid hormones and their biological effects are determined by the rate of T4 to T3 bioconversion, as well as the stability of supramolecular complexes albumin-T3 or T4, globulin-T3 or T4. The maximum

speed of the exchange of thyroid hormones was characteristic of the 8-year-old cows' organisms which served as the basis for the conservation of productive longevity of animals, as well as the maintenance of the protein metabolism activity.

Keywords: blood, protein, thyroxine, triiodothyronine, heifers, cows.

References

1. Zav'yalov O.V., Harlamov A.V., Harlamova V.A., Litovchenko V.G. Vliyanie sezona rozhdeniya telok kazahskoy belogolovoy porody na potreblenie kormov i pitatel'nyh veshchestv ratsionov. Vestnik myasnogo skotovodstva, 2013, no. 3 (81), pp. 68-72.
2. Volovnikov V.V. Funktsional'noe sostoyanie insulyarnogo apparata i shchitovidnoy zhelezy i pokazately obmena veshchestv u bychkov pri vvedenii v ratsion propilenglikolya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Borovsk: VNIIFBiPSKHZH, 2007. 20 p.
3. Garmaeva D.V. Narusheniya v sisteme krovi u belyh krysv pri stresse v usloviyah gipotireoza i vozmozhnost' ih korrektsii: dis. ... d-ra biol. nauk. Novosibirsk: NGAU, 2015. 230 p.
4. Gerasimov G.A. Laboratornye metody v diagnostike zabolevaniy shchitovidnoy zhelezy. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika, 1998, no. 6, pp. 25-32.
5. Gorelik L.Sh., Derho M.A. Rol' gipofizarno-tireoidnoy sistemy v formirovaniy produktivnosti i metabolicheskogo profilya organizma kur-nesushek. Vestnik Kazanskogo GAU, 2013, no. 2 (28), pp. 116-119.
6. Gorelik L.Sh., Derho M.A. Yaytsenost' kur-nesushek v svyazi s tireoidnym profilem krovi i urovnem biohimicheskikh pokazately. Glavnyy zootekhnik, 2014, no. 5, pp. 50-55.
7. Gorodetskaya I.V. Rol' yodsoderzhashchih tireoidnykh gormonov v formirovaniy otvetnoy reaktsii organizma pri hronicheskom stressovom vozdeystvii, Vestnik VGMU, 2012, Vol. 11, no. 3, pp. 28-33.
8. Dvoretzskaya T.N. Gormonal'nyy status u korov i vydelenie gormonov s molokom na raznykh stadiyakh laktatsii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Borovsk, 2011. Web. Feb. 19 2016 <http://cozyhomestead.ru/zhivotnie_91083.html>.
9. Denisenko V.N., Abramov P.N. Endemicheskyy zob krupnogo rogatogo skota. Materialy mezhdunar. ucheb.-metod. i nauch.-prakt. konf., posvyashch. 85-letiyu MGAVMiB im. K.I.Skryabina. M.: MGAVMiB, 2004, Part 2, pp. 265-267.
10. Drzhevetskaya I.A. Osnovy fiziologii obmena veshchestv i endokrinnoy sistem. M.: Vyssh. shk., 1994, 256 p.
11. Eremenko V.I., Kretova V.M. Vzaimosvyaz' tireoidnykh gormonov i belka krovi s molochnoy produktivnost'yu. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skhozayaystvennoy akademii, 2008, no. 3, pp. 16-18.
12. Zhukov A.P., Seryaev V.L. Soderzhanie tireoidnykh gormonov u doynykh korov v biogeoхимической provintsii vostochnogo Orenburzh'ya i za ee predelami. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2006, no. 1 (9), pp. 80-82.
13. Kubarko A.I. Shchitovidnaya zheleza. Fundamental'nye aspekty, pod red. prof. A. I. Kubarko, prof. S. Yamashita. Minsk; Nagasaki, 1998, 368 p.
14. Kolesnik E.A., Derho M.A. Kompleksnaya otsenka roli gormonal'nykh i metabolicheskikh faktorov v protsessakh rosta i razvitiya u tsyplyat-broylerov. Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh, 2015, no. 4, pp. 72-81.
15. Mostovaya V.V. Kontsentratsiya T3 i T4 v krovi telok v zavisimosti ot sezona goda i vozdeystviya sinekologicheskikh faktorov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2007, no. 1 (13), pp. 33-34.
16. Naryzhneva E.V. Cezonnaya i vozrastnaya dinamika soderzhaniya v syvorotke krovi krupnogo rogatogo skota tireoidnykh gormonov. Vestnik OGU, 2008, no. 12, pp. 60-62.
17. Osadchuk L.V., Vdovina G.V., Smirnov P.N. Vozrastnaya dinamika soderzhaniya gormonov v perifericheskoy krovi u telok pri raznykh tekhnologiyakh vyrashchivaniya. Sel'skhozayaystvennaya biologiya, 2012, no. 4, pp. 56-61.
18. Rahimov I.H., Derho M.A. Vliyanie tekhnologii soderzhaniya na formirovanie tireoidnogo i metabolicheskogo statusa u bychkov semintal'skoy i cherno-pestroy porod. Uchenye zapiski KGAVM, 2013, Vol. 214, pp. 336-341.



19. Solov'ev R.M. Ispol'zovanie pokazately funktsional'noy aktivnosti shchitovidnoy zhelezy v selektsii molochnoogo skota: dis. ... kand. biol. nauk. Velikie Luki: Velikolukskaya GSKHA, 2011. 140 p. Web. Feb. 19 2016 <<http://www.mgavm.ru/library/doc/diploms/ed-83.pdf>>.
20. Trush N.V., Kleykova D.A. Porodnye i sezonnye morfofunktsional'nye osobennosti shchitovidnoy zhelezy krupnogo rogatogo skota Amurskoy oblasti. Agrarnyy vestnik Urala, 2009, no. 5 (59), pp. 77-78.
21. Turakulov Ya.H., Tashkhodzhaeva T.P. Vnutritireoidnoe deyodirovanie tiroksina: vliyanie TTG i denervatsii shchitovidnoy zhelezy. Problemy endokrinologii, 1986, Vol. 32, no. 5, pp. 72-76.
22. Halturina L.V. Gormonal'no-immunologicheskiy profil' bykov-proizvoditeley v zavisimosti ot ih vozrasta. Agrarnyy vestnik Urala, 2012, no. 101, pp. 20-21.
23. Chulichkova S.A., Derho M.A. Vliyanie prolaktina na belkovyy obmen v organizme korov na rannih srokah stel'nosti. Vestnik veterinarii, 2014, no. 70, pp. 51-55.
24. Blum J.W., Bruckmaier R.M., Vacher P.Y. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed tryglycerides and free fatty acids. J. Vet. Med. A, 2000, Vol. 47, no. 1, pp. 43-60.
25. Davies T.F. Diseases of the TSH receptor. Clin. Endocrinol. Metab., 1983, Vol. 12, pp. 79-85.
26. Falk S.A. Thyroid Disorders. Clin. Chim. Acta, 1997, no. 223, pp. 159-167.
27. Muller M.J., Seitz H.J. Thyroid hormone action on intermediary metabolism. Part II: Lipid metabolism in hypo and hyperthyroidism. Klin. Wschr., 1984, Bd. 62, H. 2, pp. 48-54.

Balabaev Bulat Cablanovich, Head of Mendykara District Veterinary Laboratory, Kostanai Regional Branch «Republican Veterinary Laboratory» of the Committee of Veterinary Control and Supervision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan.

E-mail: bol1683@mail.ru.

Derkho Marina Arkadyevna, D. Sci. (Biology), Professor, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

The thyroid profile of seed bulls of Kazakh white-headed cattle depending on their age

A. Z. Baltabekova, M. A. Derkho

The article presents the analysis of age-related changes, tiro-LiDE background and protein metabolism in the body repair steers and bulls Kazakh white-headed breed, as well as correlations of the concentration of thyroid hormones with the level of protein parameters of blood. The object of the study served as a breeding herd, from which the principle of the balanced groups with regard to age, physiological mental state, time of year (winter) was formed 4 experimental groups (n=10): the first group consisted of 18-month steers repair; the second, third and fourth from the bulls when he was 3, 5 and 8 years. Load one bull manufacturer was 25 cows. It is established that protein metabolism in the animal organism Kazakh white-headed breed has the highest intensity at 3 and 5 years of age. While the concentration of globulins in the blood stream has a low age variability, and the labile protein of the blood are albumin, and determining the level of total protein in the blood stream, and the value Belko-cost ratio. Protein metabolism in 3-and 5-year-old bulls has mainly an anabolic direction, as the efficiency is the value of the ratios OB/urea, Alb/urea, Gl/urea, respectively, 1.57-1.70; 1.77-2.10 and 1.40-1.45 times), as a basis for the formation of sexual dominant and manifestations breeding qualities. Ana-politeski oriented protein metabolism is the result of the manifestation of the biological effects of thyroid hormones, which are maxima-len in the body 3 and 5-year-old bulls and in the greatest degree of correlation is associated with protein blood parameters. Biological properties of thyroid hormones is determined by the action of triiodothyronine. Therefore, its concentration is significantly correlated with most parameters of blood ($R^2_{\text{average}} = 47.37-55.38\%$) and depends on the strength of the complex with the transport globulins ($R^2 = 57.76-75.69\%$).

Keywords: seed bull, protein metabolism, thyroid hormones.

References

1. Aliev A.A., Alieva Z.M. Vliyanie sostava ratsiona na pishchevarenie i spermoproduktsiyu bykov-proizvoditeley. *Zootekhnika*, 2010, no. 3, pp. 16-17.
2. Zav'yalov O.V., Harlamov A.V., Harlamova V.A., Litovchenko V.G. Vliyanie sezona rozhdeniya telok kazahskoy belogolovoy porody na potreblenie kormov i pitatel'nyh veshchestv ratsionov. *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2013, no. 3 (81), pp. 68-72.
3. Derho M.A., Fomina N.V., Nurbekova A.A. Zavisimost' myasnoy produktivnosti bychkov gerefordskoy porody ot belkovogo spektra krovi. *Veterinarnyy vrach*, 2008, no. 3, pp. 41-43.
4. Drzhevetskaya I.A. Osnovy fiziologii obmena veshchestv i endokrinnoy sistem. Moscow: Vyssh. shk., 1994, 256 p.
5. Eremenko V.I. Gormonal'nyy status, pokazateli obmena veshchestv i rezistentnosti u krupnogo rogatogo skota raznyh porod v ontogeneze: dis. ... d-ra biol. nauk. Sumy: Sumskiy GAU, 2001, 346 p.
6. Klopov M.I., Arep'ev V.V., Pershina O.V. Neyrogumoral'naya regulyatsiya fiziologicheskikh sistem i obmena organicheskikh veshchestv u zhivotnykh. M.: FGBOU VPO RGAZU, 2012, 162 p.
7. Krasota V.F., Dzhaparidze T.G. Razvedenie sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh. M.: VNII, 1999, 382 p.
8. Krylov V.N., Kosilov V.I. Pokazateli krovi molodnyaka kazahskoy belogolovoy porody i ee pomesey so svetloy-akvitanskoy. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, Vol. 1, no. 22-2, pp. 121-125.
9. Kuz'mich R.G., Hanchina A.P. Korrektsiya vosproizvoditel'noy funktsii bykov-proizvoditeley. Aktual'nye problemy bolezney obmena veshchestv u sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh v sovremennykh usloviyakh: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 40-letiyu GNU VNIVIPFiT (Voronezh, 30.09.2010 g.) RANSKH, GNU VNIVIPFiT. Voronezh: Istoki, 2010, pp. 139-142.
10. Nurbekova A.A., Fomina N.V., Derho M.A. Zavisimost' myasnoy produktivnosti molodnyaka gerefordskoy porody ot urovnya obmennyykh protsessov v organizme. *Sibirskiy vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki*, 2009, no. 11, pp. 61-67.
11. Nurbekova A.A., Derho M.A., Fomina N.V. Zavisimost' myasnoy produktivnosti telyat gerefordskoy porody ot urovnya zashchitnykh i immunosupressornykh belkov v krovi. *Praktik*, 2008, no. 1, pp. 40-46.
12. Rahimov I.H., Derho M.A., Pozina A.P. Vzaimosvyaz' skorosti rosta i pokazateley krovi u bychkov simmental'skoy porody. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana*, 2013, Vol. 214, pp. 331-336.
13. Reznikov A.G., Varga S.V. Antiandrogeny. Moscow, 1988, 208 p.
14. Rotmistrovskaya E.G. Funktsional'nye rezervy shchitovidnoy zhelezy i testosteronosinteziruyushchey sistemy u korov s raznoy molochnoy produktivnost'yu i ih telyat: dis. ... kand. biol. nauk. Kursk: Kurskaya GSKHA, 2014, 209 p.
15. Sidihov T.M. Morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi bychkov raznykh myasnykh porod. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 3 (53), pp. 182-185.
16. Sorokin V.I. Primenenie gormonal'nykh kriteriev dlya otsenki feno- i genotipa myasnogo skota. *Izvestiya OGAU*, 2004, Vol. 4, no. 4-1, pp. 132-137.
17. Torekhanov A.A. Vosproizvodstvo v skotovodstve. Alma-Aty, 2005, 219 p.
18. Fomina N.V., Derho M.A. Sopryazhennost' kontsentratsii svobodnykh aminokislot s pokazatelyami myasnoy produktivnosti u molodnyaka gerefordskoy porody. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2010, no. 12 (79), pp. 51-53.
19. Chulichkova S.A., Derho M.A. Vliyanie prolaktina na belkovyy obmen u korov na rannih srokakh stel'nosti. *Vestnik veterinarii*, 2014, no. 3 (70), pp. 51-54.
20. Abilov A. I. [et al.] Endogennyye gormony u bykov-proizvoditeley v novoy generatsii i ih svyaz' s titrom autoimmunnosti. *Zootekhnika*, 2013, no. 9, pp. 25-28.
21. Yudin V.S. Farmako-toksikologicheskie svoystva preparata Sat-Som i effektivnost' ego primeneniya dlya povysheniya spermoproduktsii u proizvoditeley sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh: dis. ... kand. biol. nauk. Voronezh: GNU VNIVIPFiT patologii, farmakologii i terapii RASKHN, 2015, 143 p.
22. Beaver E.E., Williams J.E., Miller S.J. Influence of breed and diet on growth, nutrient digestibility, body com23. Davies T.F. Diseases of the TSH receptor. *Clin. Endocrinol. Metab.*, 1983, Vol. 12, pp. 79-85.



Baltabekova Aigul Zhumagalievna, lecturer, Kostanay Agricultural College.
E-mail: ajgul2030@mail.ru.

Derkho Marina Arkadyevna, D. Sci. (Biology), Professor, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

The efficiency of crossing for Kazakh white-headed and Simmental cattle in the southern Urals

V. I. Kosilov, A. P. Zhukov, S. S. Zhaimysheva

The article presents the results on the efficiency of crossing cattle of Simmental and Kazakh white breeds of cattle. Found that in the successful selection of species when crossed and the hybrids favourable conditions and full feeding it is noted the manifestation of this biological phenomenon as heterosis. Chicks of all experimental groups in all age periods differed quite a high level of live weight. Thus the leading position on the value of this index, as for the separate age periods and during the growing occupied crossbred heifers of the III group, the minimum levels differed heifers of Kazakh white breed group II, young Simmental group I took an intermediate position. Thus, the index of heterosis in the period from 6 to 12 months was 107,3 %, from 12 to 15 months – 116.3 %, for the entire period from 6 to 18 months. – 106.8 %. In the analyzed age periods, there was a manifestation of heterosis for average daily gain in live weight. The Index of heterosis in this case was for the period from 6 to 12 months 107.2 %, from 12 to 15 months – 116.3 %, from 6 to 18 months – 106.8 %. Industrial crossbreeding Simmental and Kazakh white-headed cattle is found to contribute a significant increase in productive qualities of hybrids. Consequently, crossbred heifers made up to 18 months live weight of 429 kg and purebred counterparts – 417.1 kg and 375.8 kg average daily gain, respectively, 693 g, 649 g and 591 g.

Keywords: beef cattle, Simmental cattle, Kazakh white-headed cattle, mixed breed, live weight, growth.

References

1. Gudymenko V.V. Perspektivy ispol'zovaniya trekhporodnogo skreshchivaniya v skotovodstve. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012, no. 6 (38), pp. 116-118.
2. Vil'ver D.S. Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroy porody i vzaimosvyaz' hozyaystvenno poleznykh priznakov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015, no. 1 (51), pp. 107-109.
3. Litovchenko V.G., Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D. Dinamika zhivoy massy i vozrast matok raznykh genotipov v period stanovleniya i realizatsii reproduktivnoy funktsii skota. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012, no. 6 (38), pp. 96-98.
4. Vil'ver D.S. Vliyanie zhivoy massy i vozrasta pervogo osemeneniya telok na molochnuyu produktivnost'. Veterinarnyy vrach, 2007, no. 3, pp. 63-65.
5. Krylov V.N., Kosilov V.I. Pokazateli krovi molodnyaka kazahskoy belogolovoy porody. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2008, no. 1 (17), pp. 73-76.
6. Kayumov F. [et al.] Kachestvo govyadiny simmentalov myasnogo tipa. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2007, no. 7, pp. 16-17.
7. Vil'ver D.S. Vliyanie genotipicheskikh faktorov na hozyaystvenno poleznye priznaki korov pervogo otela. Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal Kontsept, 2015, Vol. 13, pp. 2051-2055.
8. Litvinov K.S., Kosilov V.I. Gematologicheskie pokazateli molodnyaka krasnoy stepnoy porody. Vestnik myasnogo skotovodstva, 2008, Vol. 1, no. 61, pp. 148-154.
9. Vil'ver D.S. Vliyanie paratipicheskikh faktorov na biohimicheskiy i morfologicheskiy sostav krovi korov cherno-pestroy porod. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015, no. 3 (53), pp. 137-139.
10. Kosilov V.I., Mazurovskiy L.Z., Salihov A.A. Effektivnost' dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya skota na Yuzhnom Urale. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 1997, no. 7, pp. 14-17.

11. Antonova V.S., Topuriya G.M., Kosilov V.I. Metodologiya nauchnyh issledovaniy v zhivotnovodstve. Orenburg, 2011, 246 p.
12. Litovchenko V.G. Harakteristika morfologicheskogo sostava tushi i ee estestvenno – anatomicheskikh chastey po morfologicheskomu sostavu u telok raznyh genotipov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, no. 4 (42), pp. 119-121.
13. Muratov A.M., Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Lineynyy rost podsvinkov raznyh genotipov. Agrarnyy vestnik Urala, 2010, no. 1 (67), pp. 51-52.
14. Vil'ver M.S. Osobennosti rosta i razvitiya telok cherno-pestroy porody ot korov-materey raznogo vozrasta. Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike, 2015, pp. 6-9.
15. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows. Dairy Updates Reproduction and Genetics, 2009, no. 612, pp. 1-8.
16. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. Web. Sept. 19 2016 <http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013>.
17. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2011, no. 2, pp. 162-164.
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, pp. 2984-2989.
19. Milostiviy R., Vysokos M. Resistant and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2009, no. 1, pp. 104-106.

Kosilov Vladimir Ivanovich, D. Sci. (Agriculture), Professor, Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Zhukov Alexey Petrovich, D. Sci. (Veterinary Science), Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Zhaimysheva Saule Serikpaevna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: saule-zhaimysheva@mail.ru.

AGRONOMIC SCIENCES

MAIZE IN THE REGIONS OF RUSSIA: SELECTION AND CULTIVATION TECHNOLOGIES

Water loss peculiarities of maize grain during maturation under the conditions of the Trans-Urals

E. S. Ivanova, A. D. Zamyatin

The cultivation of grain maize in some parts of Russia has costs in its drying and transportation due to the increased harvest grain moisture. Selection for earliness and reduced harvest grain moisture before harvesting is an important reserve to reduce these costs. The rate of liquid release in the grain has a complex genetic nature and inherited character. The expression of this feature is influenced by weather conditions and the genotype of the hybrid. It can be assumed that the expression of the genetic characteristics of hybrids in the phenotype will be offset by unfavorable climate conditions of the Trans-Urals in the autumn. To explore this issue a field experience was conducted. The purpose of the experience was to identify the genetic differences in moisture loss process of six corn hybrids differenced by earliness in various weather conditions. During the research it was found that grain moisture changes in an



exponential regression. There was two phases in its dynamics, at the first phase it was observed relatively rapid decrease of grain moisture, at the second phase this decrease was sharply slowed down when grain moisture reached of 40 %. In the conditions of the Trans-Urals the process of losing moisture in corn grain is modeled accurately by the sequential solution of the group of equations. In the Trans-Urals where there are sharp fluctuations in hydrothermal conditions in autumn it was also found that hybrids with different endosperm type have different speed of liquid release. There are no significant differences in speed of water loss between the siliceous and siliceous-odontoid hybrids in unfavorable climate conditions, but this figure of silicon hybrid was significantly higher than that of the odontoid hybrids. In favorable climate conditions siliceous-odontoid hybrids and odontoid hybrids showed significant advantages over siliceous forms of grain maize. In addition it was found that more precocious samples of maize have advantages in figure of grain moisture irrespective of the hybrid's morphological characteristics.

Keywords: maize, grain, hybrid, maturity, harvest moisture, dynamics, water loss, genotype, the Trans-Urals.

References

1. Panfilov A.E. Biologicheskie i tekhnologicheskie aspekty adaptacii zernovoj kukuruzy v Zaural'e. Vestnik CHGAU, 2007, Vol. 49, pp. 65-70.
2. Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgo. Kukuza i sorgo, 2007, no. 2, pp. 13-24.
3. Korystina D.S., Tkachev V.N. Veroyatnyj prognoz var'irovaniya uborochnoj vlazhnosti zerna kukuruzy v razlichnyh usloviyah vegetacii. Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ih resheniya: sb. nauch. tr., pod red. V.A.Lippa. Chelyabinsk: Izd-vo CHGAU, 200, no. 5, pp. 55-61.
4. Mustyatsa S.I. Uborochnaya vlazhnost' zerna rannespelyh linij. Kukuza i sorgo, 1991, no. 5, pp. 14-16.
5. Asyka Yu.A., Trofimov V.A. O selektsii kukuruzy na uskorennoe vysyhanie zerna pri sozrevanii. Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 1988, no. 2, pp. 3-9.
6. Orlyanskii N.A. Selekcija kukuruzy na ponizhennuyu uborochnuyu vlazhnost' zerna dlya Central'no-Chernozemnoi zony. Kukuza i sorgo, 2004, no. 3, pp. 10-13.
7. Panfilov A.E., Ivanova E.S. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy v svyazi s gidrotermicheskimi usloviyami. Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo centra, 2008, no. 1 (39), pp. 87-90.
8. Ivanova E.S. Dinamicheskaya model' poteri vlagi zernom kukuruzy s uchedom vliyaniya ehkologicheskikh faktorov. Vestnik CHGAA, 2013, Vol. 64, pp. 120-124.
9. Panfilov A.E., Ivanova E.S. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy kak funkciya pogodnyh uslovij. Kukuza i sorgo, 2013, no. 3, pp. 7-11.
10. Zozulya A.L. Selekcija kukuruzy na snizhenie uborochnoj vlazhnosti zerna. Selekcija i semenovodstvo: sb. nauch. tr. Kiev: Urozhai, 1982, no. 51, pp. 3-6.
11. Mustyatsa S.I. Sozdanie i ocenka rannespelyh linij. Kukuza i sorgo, 1994, no. 6, pp. 8-11.

Ivanova Eugenia Sergeyevna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Ecology, Agricultural Chemistry and Plant Protection, Institute of Agroecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: Ivanovageka-ru@yandex.ru.

Zamyatin Andrey Dmitryevich, Assistant of the Department of Ecology, Agricultural Chemistry and Plant Protection, Institute of Agroecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: Zamiatinand@gmail.com.

Maize in Siberia. The success of selection

V. S. Il'in, A. M. Loginova, S. V. Gubin, G. V. Getc

Maize is one of the most important forage crops in the world. It is impossible to organize a cost-effective farming. Steadily increasing interest in growing corn in Siberia, there is a distinct lack of hybrids

zoned for this vast region of our country: from more than 800 hybrids, cultivars and homozygous lines entered in the State Register of breeding achievements of the Russian Federation at the beginning of 2016, only 59 allowed to use in 10 agro-climatic zone. Their seed production is almost non-existent. The solution to this problem the scientists were working in the Siberian branch of all-Russian scientific-research Institute of maize, located in Omsk. This article provides a brief history of breeding work with maize in Western Siberia and the laboratory corn in the Siberian research Institute of agriculture, later reorganized into the Branch of the research Institute of corn. The results of years of work of the Siberian breeders of corn from 1962 to 2016. Brief characteristics of the most promising inbred lines, they work in a branch currently. Presents the results of the environmental tests most domestic early maturing corn hybrids: Kate-rina, Mashuk 150, Mashuk 170, Obsky 140, Kubansky 101, as well as new hybrids created in the research Institute of maize with the participation of the Siberian branch. This article provides a description of new early maturing maize hybrid Sibirsky 135, and recommendations for its use in production. Hybrid Si-birsky 135 for the years of trials have shown a yield increase of dry grain 0.98 t to the standard Omka 130.

Keywords: early-maturing hybrids of corn, harvest grain moisture, the period of “sprouting - flowering ear”, grain yield.

References

1. Kuokuruza v Sibiri (monografiia) / Kashevarov N. I., Il'in V. S., Kashevarova N. N., Il'in I. V. Novosibirsk, 2004. – 400 s.
2. Sotchenko V.S. Perspektivy vozdeleyvaniya kukuruzy dlya proizvodstva vysokoenergeticheskikh kormov // Selektciia, semenovodstvo, tekhnologiiia vozdeleyvaniia kukuruzy. Piatigorsk, 2009. S. 12-22.
3. Shukis E.R. Kukuruza – strategicheskaiia kormovaia kul'tura // Osobennosti vozdeleyvaniia kukuruzy v Zapadnoy Sibiri. Barnaul, 2000. S. 9-10.
4. Sotchenko Yu.V. Sostoianie i perspektivy semenovodstva kukuruzy. // Kukuruza i sorgo. 2014. № 1. S. 3-8.
5. Il'in V.S., Il'in I.V., Loginova A.M. Rannespelaya kukuruza – vazhneyshiy rezerv uvelicheniia proizvodstva zernofurazha // Osobennosti vozdeleyvaniia kukuruzy v Zapadnoy Sibiri. Tezisy docladov. Barnaul, 2000. S. 14-16.
6. Sokolov B.P. Osnovy selekcii i semenovodstva kukuruzy. Moskva, 1968. S. 5-7.
7. Il'in V.S., Il'in I. V. Istoriia selekcii kukuruzy v Sibiri // Sbornik nauchnykh trudov. T. 2. Omsk, 1998. S. 22-29.
8. Soboleva N.V., Il'in V.S., Loginova A.M. Katalog samoopylennykh liniy kukuruzy. Novosibirsk, 1999. 120 s.
9. Silant'ev A.N., Kireev M.A., Il'in I.V. Osobennosti vozdeleyvaniia kukuruzy v Zapadnoy Sibiri. Barnaul, 2000. S. 39-46.
10. Shpaar D. i dr. Kukuruza (Vyrashchivanie, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie). – M.: ООО «DLV Agrodello», 2014. 390 s.
11. Panfilov A.E., Kazakova N.I. E'ffektivnost' ispol'zovaniia atmosferykh faktorov pri razlichnykh srokakh poseva kukuruzy v lesostepi Zaural'ia // Kukuruza i sorgo. 2010. № 3. S. 7-10.
12. Panfilov A.E. Problemy i perspektivy vyrashchivaniia kukuruzy na zerno v Zaural'e // APK Rossii. 2012. T. 61. S. 115-119.
13. Silant'ev A.N. Osnovnye puti sovershenstvovaniia kukuruzovodstva v Zapadnoy Sibiri // Sbornik nauchnykh trudov. T.1. Omsk, 1998. S. 46-52.
14. Il'in V.S. Rannespelaia kukuruza v Zapadnoy Sibiri. Metodicheskie rekomendacii. Novosibirsk, 1982.
15. Panfilov A.E., Ivanova E.S. Preduborochnaia i posleuborochnaia dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy v sviazi s desikatciien posevov // Kukuruza i sorgo. 2007. № 5. S. 10-14.

Il'in Vladimir Semyonovich, FSBSI all-Russian scientific research Institute of corn, chief scientific officer, doctor of agricultural Sciences.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Loginova Antonina Mihajlovna, FSBSI all-Russian scientific research Institute of corn, Director.

E-mail: sibmais@rambler.ru.



Gubin Sergej Valer'evich, FSBSI all-Russian scientific research Institute of corn, research assistant.
E-mail: sibmais@rambler.ru.

Getc Galina Vasil'evna, FSBSI all-Russian scientific research Institute of corn, research assistant.
E-mail: sibmais@rambler.ru.

Expansion of genetic polymorphism of corn source material for drought resistance selection

**A. M. Kaghermazov, A. V. Khachidogov, R. S. Kushkhova,
A. V. Kazmakhov, E. B. Khatefov**

We carried out a laboratory and field tests of exotic corn races, tetraploid populations and interpopulation tetraploid hybrids for drought resistance. The field tests were carried out against a humid and droughty background, and the laboratory tests were conducted in a sprouting in osmotic sucrose solution manner. We found 7 exotic races that showed the best productivity according to the different tests. These races are: Tuxpeno, Michoacan, Dente Rio GrandeseRigoso (DRGR), Nal-Tel, CatetoSulino Grosso (CSG) and flinty late-ripening line 71-218L-185 from Argentina (k-17385). Test results for water deficit resistance of the source tetraploid populations showed that IIIIN₁, IIIIN₅, IIIIN₆, IIIIN₇ stood out comparing with the standard value (by the mean score). These results were included in the subsequent tests. We received hybrid combinations between exotic races and tetraploid populations. For this we used race plantlets colchicination with the subsequent pollen displacement one the ear stigma of the tetraploid populations. The received hybrid combinations were analyzed for drought resistance, and we set complex hybrid combinations on their basis. We found out that the complex interpopulation hybrid combinations (III1/18 × III5/20), (III1/22 × III6/22), (III1/22 × III7/20), (III4/2 × III6/22), (III6/22 × III7/22) are characterized by the high ecological plasticity ($bi > 1$), and low harvest stability ($S2i < 10$). That is why these hybrid combinations will be responsive to the high agricultural background. The conducted test for ecological plasticity and stability allowed to pick out a complex interpopulation hybrid combination (III5/20 × III7/20) as the best one according to its stability and plasticity. Hence this and other drought resistant combinations we recommend to set inbred drought resistant lines.

Keywords: corn, exotic races, tetraploid populations, tetraploid hybrid, combining ability, ecological plasticity and stability, grain harvest, drought resistance.

References

1. Selianinov G. T. Proishozhdenie i dinamika zasukh. Zasuhi v SSSR, ikh proishozhdenie, povtoreniye i vliyaniye na urozhay. – L.: Gidrometeoizdat, 1958. – S. 164-167.
2. Smirnova S.I. Suhovei v stepiakh Nizhnego Dona i Severnogo Kavkaza. L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 139 s.
3. Narodetckaia Sh.Sh. Agroclimaticheskie resursy Kabardino-Balkarii, Severoosetinskoy, Checheno-Ingushskoy ASSR / Pod red. Sh.Sh. Narodetckoy. L.: Gidrometeoizdat, 1980. S. 322.
4. Svanidze G.G. Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya na Kavkaze / Pod red. G.G. Svanidze. L.: Gidrometeoizdat, 1983. S. 11–15.
5. Ulanova E. S., Strashnaya A. I. Zasuhi v Rossii i ikh vliyanie na proizvodstvo zerna // Trudy VNIISKHM. Vyp. 32. 2000. S. 197–201.
6. Strashnaya A. I. Issledovanie zasukh i ikh vliianiia na urozhaynost' zernovykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii. Nauchnyy otchet GMTC RF. M., 2000. – 19 s.
7. Orlova V.N. Opisanie zasushlivogo perioda leta 1995 goda na territorii Kabardino-Balkarskoy Respubliki // Materialy Kabardino-Balkarskogo Gidrometcentra. Nal'chik, 1996. S. 22.
8. Hatefov E.B., Kagermazov A.M., Maluhov Z.M., Madianova V.N. Osobennosti selektsii kukuruzy v KBNIISH v svyazi s global'nym izmeneniem climata // Zernovoe hoziaystvo Rossii. 2010. № 4 (10). S. 52–56.
9. Hatefov E.B., Kagermazov A.M., Shorohov V.V. Selektciya kukuruzy, ustoychivoy k climaticheskim stressam // Sbornik nauchnykh trudov KBNIISH. Nal'chik, 2007. S. 111–113.

10. Gosudarstvennyi` reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol`zovaniyu. T.1. Sorta rasteniy (Ofitsial`noe izdanie). – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2016. – 504 s.
11. Hatefov E.B. Morfobiologicheskie issledovaniya tetraploidnoy kukuruzy dlya ee vozmozhnogo selektsionnogo uluchsheniya: Avtoref. diss... kand. biol. nauk. Krasnodar. - 2002.- 25 s.
12. Hatefov E.B. Semennaia produktivnost` tetraploidnoy kukuruzy i puti ee povysheniya v usloviyakh Kabardino-Balkarii: Avtoref. diss... dokt. biol. nauk. SPb.- 2012.- 45 s.
13. Shcherbak V.S. Mendelevskoe rasshcheplenie u avtotetraploidnoy kukuruzy // Genetika. 1971. T. 7. № 7. S. 29–35.
14. Dosepov B. A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat.1985. - 351 s.
15. Pakudin V.Z., Lopatina L.N. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil`nosti sortov sel'skhozaiystvennykh kul'tur // Sel'skhozaiystvennaia biologiya. - 1984. - № 4. – S. 109 – 114.

Kagermazov Alan Mukhamedovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Officer , Federal Agency of Scientific Organization «Kabardino-Balkaria research Institute of agriculture».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Khachidogov Azamat Valerievich, Postgraduate, Research Assistant, Federal Agency of Scientific Organization «Kabardino-Balkaria research Institute of agriculture».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Kushkhova Rita Sarabievna, Research Officer, Federal Agency of Scientific Organization «Kabardino-Balkaria research Institute of agriculture».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Kazmakhov Aslan Vladimirovich, Research Officer, Federal Agency of Scientific Organization «Kabardino-Balkaria research Institute of agriculture».

E-mail: KBNIISH2007@yandex.ru.

Khatefov Eduard Balilovich, PhD (Full Doctor), leading researcher, Groat Crop Genetic Resources Department, Federal Agency of Scientific Organization Federal Research Centre The N.I. Vavilov All Russian Institute of Plant Genetic Resources.

E-mail: khatefov@vir.nw.ru.

Influence of the long-term seed preservation of the corn collection samples on plant reproductive organs

G. V. Matveeva, O. I. Silaeva

Under the aegis of FAO in many countries the variety of cultivated plants and their wild kinds is preserved in 1840 genetic banks. Not only in our country the problem of the influence of the long-term crop seed preservation, as well as corn seeds, on plant reproductive organs after sowing is poorly studied but also abroad. In the middle of the last century the research workers of the seeds studies department and corn group of our institute placed more than 20 corn samples of different subspecies in glass containers. The containers with corn seeds were placed in the storage at low positive temperature +4°C, and the sowing of these corn samples has shown ambiguous influence of long-term preservation on forming reproductive organs of different corn subspecies. We included 2 corn subspecies in our field experiment: sweet corn (*subsp. saccharata* Kern., Zhuk.), and snap corn (*subsp. everta* Sturt., Zhuk.), that had been keeping for a long time in Kuban Genetic Seed Bank of VIR's branch. The collection samples are of the most interest, since their seeds shelf life at low positive temperature without germination decrease is less than other six subspecies' that form VIR's collection. The research result shows that the snap corn samples at low positive temperature can be kept for a longer period of time than the sweet corn samples. Moreover, the subspecies samples that preserved germinating capacity and high viability during storage in the field indicate good plantlet with well-formed plants and reproductive organs.

Keywords: long-term storage, the collection of maize seed.



References

1. Katalog mirovoy kollektsii VIR. Vypusk 589. Rannespelaya kukuruza / G. E. Shmaraev, G. V. Matveeva, V. M. Kostrikin, A. A. Sidorov ; pod red. G. E. Shmaraeva. L., 1991.
2. Global Plan Action for the conservation, sustainable use and development of forest genetic resources / Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, 2014. 35 p.
3. Samus V. A. Formirovaniye i ispol'zovanie kollektsiy i komp'yuternykh baz dannykh geneticheskikh resursov plodovykh, yagodnykh, orekhoplodnykh kul'tur, vinograda i ih podvoev v Institute plodovodstva NAN Belarusi // Plodovodstvo. 2006. № 1. S. 25–31.
4. Goncharov N. P., SHumnyy V. K. Ot sohraneniya geneticheskikh kollektsiy k sozdaniyu natsional'noy sistemy hraneniya genofondov rasteniy v vechnoy merzlotte // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2008. T. 12. № 4. S. 509–523.
5. Conserving and Enhancing Maize Genetic Resources as Global Public Goods—A Perspective from CIMMYT / Taba O.R., Tovar S.C., Víctor H. Mezzalama V.H., Xu M. // Crop science. 2010. Vol. 50. P. 13–28.
6. Sotchenko V. S., Sotchenko Yu. V. Sostoyanie i perspektivy semenovodstva kukuruzy // Kukuruza i sorgo. 2014. № 1. S. 3–8.
7. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G. Proizvodstvo kukuruzy i osobennosti ee semenovodstva v Rossii // Zemledelie. 2011. № 2. S. 3–5.
8. CIMMYT 1993/94 world maize facts and trends – Maize seed industries, revisited: Emerging roles of the public and private sectors / Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. Mexico: CIMMYT, 1994. 56 p.
9. Ekologicheskaya otsenka gibridov kukuruzy v period prorastaniya pri rannem i optimal'nom srokah poseva / A. G. Gorbacheva, I. A. Vetoshkina, A. E. Panfilov, E. S. Ivanova // Kukuruza i sorgo. 2015. T. 1. № 2. S. 3–10.
10. K metodike opredeleniya posevnykh kachestv semyan / V. S. Sotchenko, A. G. Gorbacheva, I. A. Vetoshkina, A. E. Panfilov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 55. S. 249–255.
11. Ispol'zovanie estestvennogo holoda mnogoletnemerzlykh porod dlya dlitel'nogo hraneniya geneticheskikh resursov / B. M. Kershengol'ts [i dr.] // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2008. T. 12. № 4. S. 524–533.
12. Horoshaylov N. G. Dlitel'noe hranenie kollektsionnykh obraztsov s.-h. rasteniy bez pereseva // Tezisy doklada na zasedanii predstaviteley SEV, VIR. L., 1964.
13. Horoshaylov N. G., ZHukova N. V. Opyt dlitel'nogo hraneniya semyan // Tr. po prikl. bot., gen. i sel. L. : VIR, 1971. T. 44. Vyp. 3.
14. Horoshaylov N. G., ZHukova N. V. Dlitel'noe hranenie kollektsionnykh obraztsov semyan // Tr. po prikl. bot., gen. i sel. L. : VIR, 1973. T. 49. Vyp. 3.
15. Horoshaylov N. G. Metodicheskie ukazaniya po dlitel'nomu hraneniyu semyan. L. : VIR, 1981.

Matveeva Galina Vasilievna, Russian Academy Candidate of Agricultural Sciences Federal State Scientific Institution All-Russian Institute of Plant Genetic Resources to them. N.Vavilov Senior Researcher, Groat Crop Genetic Resources Department, curator of the collection of corn.

E-mail: g.matveeva@vir.nw.ru.

Silaeva Olga Ivanovna, Candidate of Agricultural Sciences, Director Branch Kuban bank of genetic resources VIR seeds of Plant Genetic Resources to them. N.I. Vavilov.

E-mail: soi51@rambler.ru.

Optimal periods for using cross-spectrum herbicides for maize crops

S. B. Saitov, E. S. Ivanova

The paper is concerned with the effectiveness of the different periods of using cross-spectrum herbicides for maize crops studied in the three-year field experiment, with the purpose of research being to study the optimal periods for applying cross-spectrum herbicides for corn crops under the conditions

of the forest-steppes of the Trans-Urals. The studies were conducted on the experimental field of the Institute of Agroecology that is the branch of South-Ural State Agrarian University (the northern forest-steppes of Chelyabinsk region) in 2012-2014. The experimental setup consisted of nine variants: the control (no herbicides); with the soil herbicides Harnes and Dual Gold of the Chloroacetanilide class with two periods of applying (immediately before sowing and after 8-12 days after sowing, before maize crops shoots); post-emergent herbicides Adengo and Lyumax with the screen action applied before crops shoots and after sprouting (when maize have 3-4 leaves). The smallest infestation and the maximum grain yield are obtained with the introduction of preparations Adengo and Lyumax after sprouting. The shift of their applying for the pre-emergence period was accompanied by a decrease in the yield more than doubled, due to the fast drying of the topsoil during the post-sowing period. The preparations Harnes and Dual Gold had the similar results applied before sprouting, the use of these preparations increased the crops yield by 34-51 %. Thus, the experimental data obtained allows recommending the use of cross-spectrum herbicides mainly for growing plants during the early phase of development of the weeds, which provides a stable effect against the background of unstable humidification. Herbicides are the least preferred after sowing (in the pre-emergence period) regardless of their chemical composition and the nature of the action.

Keywords: maize, herbicides, weed infestation, yield, grain moisture.

References

1. Panfilov A.E. Stsenarnyy podhod k kontrolyu zasorennosti kukuruzy v lesostepi Zaural'ya. APK Rossii, 2014, Vol. 70, pp. 198-204.
2. Panfilov A.E., Korystina D.S., Korystin E.S., Tsymbalenko I.N. Vredonosnost' sornyakov razlichnykh biologicheskikh grupp v posevah kukuruzy. Kukuruza i sorgo, 2007, no. 6, pp. 16-19.
2. Panfilov A.E., Kazakova N.I. Effektivnost' ispol'zovaniya atmosferynykh faktorov pri razlichnykh srokakh poseva kukuruzy v lesostepi Zaural'ya. Kukuruza i sorgo, 2010, no. 3, pp. 7-10.
3. Tsymbalenko I.N., Panfilov A.E., Tsymbalenko V.A., Zhuravleva T.A. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdel'yvaniya kukuruzy na silos v usloviyakh Zaural'ya: rekomendatsii. Kurtamysh, 2009, 36 p.
4. Vakulenko I.N., Ahtyrtsev M.M. Zasorennost' poseva i produktivnost' kukuruzy v zavisimosti ot predposevnoy obrabotki pochvy i sistemy primeneniya gerbitsidov. Kukuruza i sorgo, 2012, no 4, pp. 29-33.
5. Panfilov A.E., Korystin A.S., Tsymbalenko I.N., Hazarov D.G. Pochvennyye i listovyye graminit-sidy v posevah kukuruzy kak konkuriruyushchie i dopolnyayushchie elementy tekhnologii. APK Rossii, 2008, Vol. 52, pp. 138-141.
6. Liu H., Huang R., Xie F., Zhang S., Shi J. Enantioselective phytotoxicity of metolachlor against maize and rice roots. Journal of Hazardous Materials, 2012, Vol. 217-218, pp. 330-337.
7. Panfilov A.E., Tsymbalenko I.N., Sinitsyna O.B. Pochvennyye i listovyye gerbitsidy kak al'ternativnye elementy tekhnologii vozdel'yvaniya kukuruzy. APK Rossii, 2012, Vol. 62, pp. 106-110.
8. Ivanova E.S. Obosnovanie optimal'nykh srokov primeneniya gerbitsidov kross-spektra v posevah kukuruzy v Zaural'e. Kukuruza i sorgo, 2016, no. 1, pp. 19-24.
9. Balesta P.S. Master na kukuruznom pole Krasnodarskogo kraya (opyt zashchity kukuruzy novym gerbitsidom). Kukuruza i sorgo, 2011, no. 2, pp. 9-11.
10. Mhoyan A.S., Agaronyan A.G. Mayster v posevah kukuruzy. Zashchita i karantin rasteniy, 2014, no. 10, p. 46.
11. Panfilov A.E., Sinitsyna O.B. Optimizatsiya tekhnologicheskikh skhem kontrolya zasorennosti v posevah kukuruzy. Kukuruza i sorgo, 2012, no. 4, pp. 25-28.
12. Bagrintseva V.N. Merlin zashchitit kukuruzu. Kukuruza i sorgo, 2009, no. 3, pp. 23-24.
13. Okazov P.N., Okazova Z.P. Effektivnost' gerbitsida titus na posevah gibridov kukuruzy moldavskoy selektsii v RSO-Alaniya. Kukuruza i sorgo, 2006, no. 3, pp. 14-15.
14. Novikov P.V. Gerbitsid Mayster: vozmozhnosti i opyt ispol'zovaniya v posevah kukuruzy. Kukuruza i sorgo, 2010, no. 1, pp. 21-22.
15. Bagrintseva V.N., Kuznetsova S.V. Poslevskhodovyye gerbitsidy s pochvennymy efektom dlya kukuruzy. Kukuruza i sorgo, 2015, no. 1, pp. 22-26.

Saitov Salimhan Bukumbaevich, postgraduate student, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: stepnai@bk.ru.



Ivanova Eugenia Sergeyevna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Ecology, Agricultural Chemistry and Plant Protection, Institute of Agroecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: Ivanovageka-ru@yandex.ru.

Grain productivity of maize hybrids as a function of geographical points, sowing periods and seed storage duration

V. S. Sotchenko, A. G. Gorbacheva, A. E. Panfilov, I. A. Vetoshkina, A. D. Zamyatin

The paper is concerned with analysing the field experiments carried out in the North Caucasian and Ural regions, the purpose of research being the identification of zonal features of displayed economically useful traits of maize hybrids with different ripening periods caused by contrasting sowing periods usual for the North Caucasian and Ural regions. 8 maize hybrids of different maturity groups (FAO 150-350) sown differently (early and optimally, i.e. according to temperature conditions) were studied during 2013-2015 after the original seeds had been stored for 1-3 years in a warehouse with uncontrolled conditions. Thus, maize grain production in the northern regions of Russia was established to be dependent on ultra-early cold-resistant hybrids that can withstand soil temperatures below the biological minimum (10°C) for a long period of time. In the northern corn-growing area much more attention should be paid to the quality of seed grains. Seeds with low laboratory germination and spread will hardly have the planned plant density, the due germination that will lead to poor starting growth of plants and reduced yields. To obtain high yields of maize grain with a given plant density during optimal sowing periods under the conditions of the North Caucasus the seeding rate should be increased by 10-20%, under the conditions of Chelyabinsk region it being 20-30% higher depending on the chosen hybrid. It is also necessary to take into account the biological characteristics of maize hybrids concerning their germination under different conditions and sowing qualities of seeds. To ensure grain production under the conditions of forest-steppes of Chelyabinsk region early sowing periods for the maize hybrids Mashuk 150 MB and Nour are recommended.

Keywords: maize hybrids, sowing period, grain yield, plant density, harvesting grain moisture, brittle stem, Fusarium ear rot.

References

1. Kashevarov N.I., Il'in V.S., Kashevarova N.N., Il'in I.V. Kukuruz v Sibiri. Novosibirsk, 2004, 400 p.
2. Panfilov A.E. Seleksiya kukuruzy dlya severa: napravleniya i tendentsii. Sovremennye problemy zemledeliya Zaural'ya i puti ih nauchno obosnovannogo resheniya: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 40-letiyu Kurganskogo NIISKH i 100-letiyu Shadrinskogo opytnogo polya (24-25 June 2014). Kurtamysh: OOO «Kurtamyshskaya tipografiya», 2014, 283 p.
3. Korystina D.S. Ul'trarannie gibridy kukuruzy i optimizatsiya nekotorykh elementov ih sortovoy agrotekhniki v severnoy lesostepi Zaural'ya: avtoref. ... kand. s.-h. nauk. Kurgan: KGSKHA, 2004, 18 p.
4. Kazakova N.I., Kazakova N.I. Organogenez i produktsionnyy protsess kukuruzy v Zaural'e. Chelyabinsk: CHGAA, 2015, 132 p.
5. Miedema P. The Effects of Low Temperature on Zea mays. Advances in Agronomy, 1982, Vol. 35, pp. 93-128.
6. Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A., Panfilov A.E., Ivanova E.S. Reaktsiya gibridov kukuruzy na temperaturnyy rezhim v period prorstaniya. Kukuruz i sorgo, 2014, no. 2, pp. 20-24.
7. Ivanova E.S. Effektivnost' desikatsii posevov kukuruzy pri vyrashchivaniy na zerno v severnoy lesostepi Zaural'ya: avtoref. ... kand. s.-h. nauk. Kurgan, 2008, 18 p.
8. Orlyanskiy N.A. Seleksiya kukuruzy na ponizhennuyu uborochnuyu vlazhnost' zerna dlya TSentral'no-chernozemnoy zony. Kukuruz i sorgo, 2004, no. 3, pp. 10-13.
9. Horoshilov S.A., Voronin A.N., Zhurba G.M. Vydelenie genotipov dlya sozdaniya gibridov kukuruzy s ponizhennoy vlazhnost'yu zerna k uborke. Materialy nauch.-prakt. konf., posvyashch. 20-letiyu GNU VNII kukuruzy, 2009, pp. 111-117.

10. Panfilova O.N., Chugunova E.V., Vasil'eva E.I. O rezul'tatah ekologicheskogo sortoispytaniya gibridov kukuruzy po priznaku uborochnaya vlazhnost' zerna na bogare i oroshenii v usloviyah Volgogradskoy oblasti. *Kukuruza i sorgo*, 2015, no. 5, pp. 14-20.
11. Ivanova E.S. Genotip kak faktor poteri vlagi zernom kukuruzy pri sozrevanii v usloviyah Zaural'ya. *Materialy LIII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu"*, pod red. P.G.Svechnikova, 2014, pp. 93-99.
12. Magari R., Kang M.S., Zhang Y. Genotype by environment interaction for ear moisture loss rate in corn. *Crop science*, 1997, Vol. 37, pp. 774-779.
13. Ivashchenko V.G. Bolezni kukuruzy: etiologiya, monitoring i problemy sortoustoychivosti. *Prilozhenie k zhurnalu "Vestnik zashchity rasteniy"*, SPb., 2015, Issue 16, 296 p.
14. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur. Moscow: Kolos, 1985, 250 p.
15. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoy. VNII kukuruzy VASKHNIL, Dnepropetrovsk, 1980, 54 p.

Sotchenko Vladimir Semenovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, chief researcher at the Department of Maize Selection, Maize All-Russian Research Institute.

E-mail: 976067@mail.ru.

Gorbacheva Anna Grigoryevna, Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Primary Maize Seed Growing, Maize All-Russian Research Institute.

E-mail: gorba4ewa.a@yandex.ru.

Panfilov Aleksey Eduardovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Ecology, Agrochemistry and Plant Protection, Institute of Agricultural Ecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: al_panfilov@mail.ru.

Vetoshkina Irina Anatolyevna, senior researcher of the Department of Primary Maize Seed Growing, Maize All-Russian Research Institute.

E-mail: 75.61.795@rambler.ru.

Zamyatin Andrey Dmitryevich, Assistant of the Department of Ecology, Agrochemistry and Plant Protection, Institute of Agricultural Ecology, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: zamiatinand@gmail.com.

AGRONOMIC SCIENCES

Enhancement of elements of technology of cultivation of the grade of adretta potatoes in the forest-steppe zone of the Tyumen region

Y. P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. Yakubyshina

The grade of potatoes of Adrett is removed in Germany. In the Tyumen region 35 years are cultivated. By a flavoring assessment is a standard. Strongly is surprised a phytophthora and it is badly stored during the winter period. In 2001-2014 with a grade scientific researches on enhancement of technology of cultivation are conducted. In article data on productivity and quality of tubers of a grade of Adrett depending on technology elements are analysed. It is established that cultivation of a grade on the commonly accepted technology in the region does not allow to realize a potential possibility of a grade. Enhancement of many elements of technology of cultivation positively influences productivity and quality of tubers. So, on a predecessor one-year herbs the increase has constituted 5,4 t/hectare, in case of productivity in control option (a predecessor control) – 19,7 t/hectare. Grades positively reacted to application the sideralnykh of fertilizers. The maximum rise of productivity is got after colza and has



constituted 3,5 t/hectare. In noted option diseases in comparison with control were shown less. Adretta is a grade of intensive type, very exacting to mineral fertilizers. In case of productivity in control option of 18,7 t/hectare of an increase have constituted 7,2 – 22,7 t/hectare or 38,5 – 121, 4 %. Content of solid and starch in tubers increased to the level of productivity of 40 t/hectare. Further increase in productivity leads to decrease in noted indicators. Bevelling of a tops of vegetable in two weeks prior to cleaning and a zeleneniye of seed tubers after cleaning within 3-4 weeks under a canopy provide good storage during the winter period and increase productivity next year for 20-25 %. On developed technology the grade gives productivity of 29,6 t/hectare, on commonly accepted – 23,8 t/hectare. Level of profitability of production of potatoes of a grade of Adrett on developed technology has constituted 67 %, on commonly accepted – 35 %.

Keywords: potatoes, grade, technology elements, productivity, quality of tubers.

References

1. Logins YU.P. A grade as an element of resource-saving technology of cultivation of potatoes in a forest-steppe zone of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak//Sat. materials of the All-Russian NPK of the «General Agriculture and Land Management» department devoted to the 65 anniversary and the Day of Russian Science (on February 09, 2016). Penza Penza GSHA. 2016. – Page 92-97.
2. Logins YU.P. Dynamics of formation of productivity and quality of tubers of early ripe grades of potatoes in a forest-steppe zone of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. Yakubyshina //Vegetables of Russia, No. 2 (31). 2016. Page 83-85.
3. Shanina E. P. Quality of tubers defines the choice of grade / E.P. Shanina, S. V. Dubinin. Potatoes and vegetables. 2015. No. 2. Page 33-34.
4. Simakov E. A. Potatoes of Russia: Resources and a situation on market / E.A. Simakov, B. V. Anisimov, V. S. Chugunov, O. N. Shatilova // Potatoes and vegetables. 2013. No. 3. Page 23.
5. Technique of the state sortoispytaniye of crops. – M., 1975.-186 pages.
6. Technique of researches on culture of potatoes. – M.: NIIKH, 1967. – 262 pages.
7. B. A. Metodik's armor of field experiment / B. A. Dospekhov//M., 1985. – 416 pages.
8. Cossack A. A. Urozhaynost and quality of tubers of grades of potatoes depending on landing term in the northern forest-steppe of the Tyumen region / A.A. The Cossack, L. I. Yakubyshina, N. Yu. Litnikov, N. R. Saifullin//In the collection: The materials LIII of the international scientific and technical conference «Achievements of Science – to Agro-industrial Production» under P. G. Svechnikov's edition. Chelyabinsk, 2014. Page 99-106.
9. Logins YU.P. Features of cultivation of organic potatoes in a northern forest-steppe zone of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. Yakubyshina//the Messenger of GAU of Northern Zauralie – Tyumen, No. 2 (29) 2015. Page 116-123.
10. Logins YU.P. Innovative methods of cultivation of potatoes in Northern Zauralie / Yu.P. Loginov, Yu. L. Krivoruchkin, M. A. Zarovnyatna//Agrarian bulletin of the Urals. 2008. No. 5. Page 28-30.
11. Logins YU.P. A state and the prospects of development of potato growing in Siberia / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. Yakubyshina//Collection of materials V of the Anniversary international scientific and practical conference «Konyaevsky Readings»: (on November 26-28, 2015). – Yekaterinburg: Ural GAU, 2016. Page 102-106.
12. Logins YU.P. A state and the prospects of development of potato growing in the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. Yakubyshina//the Collection of materials of the International scientific and practical conference (on October 20-21, 2015) «The current state and the prospects of innovative development of potato growing in Siberia. Devoted to the 250 anniversary of potato growing in the Irkutsk region». Irkutsk IRGAU of A. A. Ezhevsky. 2015. – Page 26-31.
13. Mingalyov S. K. Reaction of grades of potatoes to different types of fertilizers / S. K. Mngalyov. Agrarian bulletin of the Urals. 2014. No. 7. Page 74-76.
14. Evening of A. S. Fiziologiya and biochemistry of potatoes/Ampere-second. Evening, M. N. Goncharik. – Minsk: Science and technology, 1973. – 263 pages.
15. Logins YU.P. The economic value of grades of potatoes in the conditions of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A. A. Kazak//the Messenger of GAU of Northern Zauralie – Tyumen, No. 4 (31) 2015. Page 48-52.

16. Pisarev B. A. High-quality agrotechnology of potatoes / B. A. Pisarev. M.: Agropromizdat, 1990. – 240 pages.

Loginov Yuriy Pavlovich, Dr. Sci (Agriculture), Associate Professor, Professor of Department of the Production technology, storage and conversion of products of plant growing, FGBOOU WAUGH Gosudarstvenny agricultural university of Northern Zauralie, Agroiustitute of technology
E-mail: kazaknastenka@rambler.ru.

Kazack Anastasiya Afonasiyevna, Cand. Sci (Agriculture), Manager of Department of the Production technology, storage and conversion of products of plant growing, FGBOOU WAUGH Gosudarstvenny agricultural university of Northern Zauralie, Agroiustitute of technology.
E-mail: kazaknastenka@rambler.ru.

Yakubyshina Lyudmila Ivanovna, Cand. Sci (Agriculture), Associate Professor of the Production technology, storage and conversion of products of plant growing, FGBOOU WAUGH Gosudarstvenny agricultural university of Northern Zauralie, Agroiustitute of technology.
E-mail: Ya.Mila80@mail.ru.

Productivity of the grain-fallow-grass crop rotation depending on the availability of nitrogen and phosphorus in soil in the northern forest-steppes of the Trans-Urals

H. S. Yumashev, V. N. Bragin

The paper presents the results of researching the effectiveness of applied nitrogen fertilizers against the background of different movable phosphorus content in soil obtained due to the long-term stationary experiment included in the register of long-term experience of RF Geographical network experiments with fertilizers. Different levels of movable phosphorus in soils are achieved due prolonged using of phosphorus fertilizers in long-term stationary experiments. During 25 years of direct action of fertilizers in crop rotation the soil received 700 (P_1), 1400 (P_2) and 2100 (P_3) kg P_2O_5 per one hectare of the crop rotation area. Thus, the P_2O_5 content increased from 35-38 mg/kg against unfertilized backgrounds in the beginning of the experiment up to 244-371 mg/kg on the P_3 background. The soil of the experiment plot is leached medium-humic hard-loamy chernozem with the following agrochemical indexes of the arable layer: pH 6.0-6.3; Ng – 1.9 m-Eq/100 g, the amount of absorbed bases 34 mEq/100 g; P_2O_5 – 65-67 mg/kg; K_2O - 109 mg / 100 g; the humus content – 6.9%. The studies were conducted in grain-fallow-grass crop rotation with the following alternating crops: fallow – winter rye – peas – wheat – annual grasses on barley. Thus, different responsiveness of crops to nitrogen fertilizers is revealed against different backgrounds of movable phosphorus in soils, and the crops poorly responsive to nitrogen fertilizers with a lack of available phosphorus in the soil are identified. The high payback of one unit of nitrogen fertilizer is found in crop rotation with the movable phosphorus content in the soil rolling at 110-140 mg/kg, i.e. 12-20 kg of grain per one unit of phosphorous fertilizer, with the profitability of the nitrogen fertilizer application for the crop rotation increasing up to 300%.

Keywords: grain-fallow-grass crop rotation, winter rye, peas, wheat, annual grasses, barley, agrolandscape, fertilizers, nitrogen, phosphorus, grain yield, payback, profitability.

References

1. Pryanishnikov D.N. Izbrannye sochineniya. Vol. 1: Agrohimiya. Moscow, 1952, 692 p.
2. Koren'kov D.A. Agrohimiya azotnyh udobreniy. Moscow: Nauka, 1976, 209 p.
3. Kiryushin V.I. Agronomicheskoe pochvovedenie. Moscow: KolosS, 2010, 687 p.
4. Ivanov A.L. [et al.] Agrobiologicheskiy tsikl fosfora. Moscow: Rossel'hozizdat, 2012, 512 p.
5. Gamzikov G.P. Agrohimiya azota Sibirskih pochv pri dlitel'nom primenenii udobreniy. Materialy Vseros. konf. uchrezhd.-uchastn. Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami (26-27 June 2012) "Sostoyaniye i puti povysheniya effektivnosti issledovaniy v sisteme Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami", pod red. akad. RASKHN V.G.Sycheva. Moscow: VNIIA, 2012, pp. 7-10.



6. Sheydzhen A.H., Onishchenko L.M., Isupova Yu.A. Agrohimicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo pri dlitel'nom primenenii udobreniy. Materialy Vseros. konf. uchrezhd.-uchastn. Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami (26-27 June 2012) "Sostoyanie i puti povysheniya effektivnosti issledovaniy v sisteme Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami", pod red. akad. RASKHN V.G.Sycheva. Moscow: VNIIA, 2012, pp. 10-13.

7. Proshkin V.A. Sovremennye modeli prognoza effektivnosti mineral'nyh udobreniy po agrohimicheskim svoystvam pochvy. Materialy Vseros. konf. uchrezhd.-uchastn. Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami (26-27 June 2012) "Sostoyanie i puti povysheniya effektivnosti issledovaniy v sisteme Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami", pod red. akad. RASKHN V.G.Sycheva. Moscow: VNIIA, 2012, pp. 117-120.

8. Volynkin V.I., Volynkina O.V. Usovershenstvovannye priemy primeneniya udobreniya v adaptivno-landshaftnom zemledelii. Kurtamysh, 2010, 298 p.

9. Osipov A.I., Sokolov O.A. Rol' azota v plodorodii pochv i pitanii rasteniy. SPb., 2001, 356 p.

10. Vrazhnov A.V., Ageev A.A., Anisimov Yu.B. Sovershenstvovanie obrabotki pochvy v adaptivno-landshaftnom zemledelii Chelyabinskoy oblasti. APK Rossii, 2015, no. 72/1, pp. 68-71.

11. Postnikov P.A., Popova V.V. Vozdeystvie predshestvennikov i udobreniy na urozhay zernovykh kul'tur v sevooborotah. Vestnik CHGAA, 2014, no. 70, pp. 214-218.

12. Vaulin A.V., Kovalenko A.A., Varlamov V.A. Izmenenie fosfatnogo rezhima dernovo-podzolistoy srednesuglinistoy pochvy pri vnesenii vysokikh doz fosfornykh udobreniy. Agrohimicheskiy Vestnik, 2010, no. 6, pp. 10-12.

13. Specht G. Die eingliederung der periodischen dungung in die Fruchtfolgen leichter Sandboden. Deutsch, Landwirtsch, 1963, B. 14, no. 3.

Yumashev Haris Sadreyevich, Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Agricultural Chemistry, Land Monitoring and Mass Analysis, Chelyabinsk Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Bragin Vitaly Nikolayevich, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Research, Chelyabinsk Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Some essential micronutrients and their influence on the technological parameters of pressed bakery yeast

N. L. Naumova, N. S. Berestovaya, A. B. Obraztsov

The present investigation deals with the problem of difficult antioxidant interconnections, their influence on oxidation processes and physiological and biochemical regulation of yeast cell metabolism. Thus, the aim of the research was to study antioxidant effects of enriching additives on the biotechnological characteristics of pressed bakery yeast. The research subjects were: the samples of bakery yeast by Ltd. «Saf-Neva» (Kurgan, Russia), enriching additives such as «Seleksen» by Ltd. Research and Production Enterprise «Medbiofarm» (Obninsk, Russia), vitamins E and A by SIGMA-ALDRICH (USA), vitamin premix H30305 by «DSM Nutritional Products Europe Ltd» (Switzerland). The studies found that the optimum concentration of physiologically active «Seleksen» and vitamin E for stimulation of the *S. cerevisiae* yeast mass are within in a lower range 0,00003 % and 0,00008 %, respectively. With the vitamin premix H30305 (0,0007%) being added, the activity of the zymase-maltase enzyme complex increases by 11,9 and 7,7%, respectively, the dough-rising power increases by 17,4% and the osmosensitivity decreases by 13,3 %. The synergetic interaction of «Seleksen» with the components of the vitamin premix H30305 is established to improve (as compared to the control sample) of biotechnological yeast parameters: the zymase activity – by 14,9%, the maltase activity – by 13,7%, the dough-rising power – by

21,7%, the osmosensitivity – by 40,0%, which confirms the prospects of their combined application. The morphological structure of the yeast cells remains the same for the test and control samples. The quantity of dead yeast cells unable to participate in biochemical processes is almost the same in both samples and doesn't exceed 2,0%.

Keywords: baking pressed yeast, biotechnological parameters, seleksen, vitamin E, vitamin A, vitamin premix, quality.

References

1. Bab'eva I.P., Chernov I.Yu. *Biologiya drozhzhey*. M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2004, 221 p.
2. Sokol O.V., Chechina O.N., Zimichev A.V. Analiz hlebopekarnykh pressovannykh drozhzhey i osnovnye faktory, vliyayushchie na kachestvo tovarnykh drozhzhey. *Hlebopechenie Rossii*, 2014, no. 2, pp. 28-30.
3. Kachmazov G.S. *Drozhzhi brodil'nykh proizvodstv*. Severo-Osetinskiy gosudarstvennyy universitet im. K.L.Hetagurova, Vladikavkaz, 2010, 172 p.
4. Faradzheva E.D., Bolotov N.A. *Proizvodstvo hlebopekarnykh drozhzhey*. SPb.: Professiya, 2002, 168 p.
5. *The Metabolism and Molecular Physiology of Saccharomyces cerevisiae*; edited by J.R. Dickinson, M. Schweizer, 2nd Edition, London: CRC Press, 2004, 459 p.
6. Starovoytova O.V. Vliyanie antioksidantov na biotekhnologicheskie pokazateli drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* v tekhnologii hleba i muchnogo konditerskogo izdelii: dis. ... kand. tekhn. nauk. Kazan', 2008, 249 p.
7. Bannitsyna T.E., Tuan L.A., Kanarskiy A.V. Primenenie drozhzhey i produktov ih pererabotki v pishchevoy promyshlennosti. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 4 (47), pp. 176-183.
8. Naumova N.L., Berestovaya N.S., Krivenko A.Yu. Vliyanie otchel'nykh obogashchayushchikh komponentov dlya bulochnykh izdeliy na biotekhnologicheskie pokazateli drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae*. *Vestnik AGAU*, 2016, no. 3 (137), pp. 188-192.
9. Babich O.O., Suhin S.A., Soldatova L.S. Optimizatsiya protsessa kul'tivirovaniya drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae*. *Vestnik VSGTU*, 2011, no. 3, pp. 19.
10. Kyung M.Y., Rosenfield C.-L., Knipple D.C. Ethanol Tolerance in the Yeast *Saccharomyces cerevisiae* Is Dendent on Cellular Oleic Acid Content. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003, Vol. 69, no. (3), pp. 1499-1503.
11. Shugaev A.G. [et al.] Izmenenie strukturno-funktsional'nykh harakteristik biomembran v prisutstvii antioksidanta ambiol. *Bioantioksidanty: mater. VII mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii*, Moscow, 2006, pp. 283-285.
12. Meledina T.V. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka vysokoeffektivnykh tekhnologiy drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* v tekhnologii hleba i muchnogo konditerskogo izdeliy: dis. ... d-ra. tekhn. nauk. SPb., 2002, 431 p.

Naumova Natalya Leonidovna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technology and Catering Organization", South Ural State University (National Research University).

E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Berestovaya Natalia Sergeyevna, undergraduate student of the Department "Technology and Catering Organization", South Ural State University (National Research University).

E-mail: fpt_09@mail.ru.

Obraztsov Anton Borisovich, undergraduate student of the Department "Technology and Catering Organization", South Ural State University (National Research University).

E-mail: fpt_09@mail.ru.



ECONOMIC SCIENCES

Analysing the competitiveness of a regional Agro-Industrial Complex

O. N. Pechertseva

The food security of the country is a priority direction of socio-economic policy. Food security is an integral element of national security in the unstable conditions of world economy development. The solution of tasks aimed at achieving the guaranteed level of provision of population with food is inextricably linked to the creation of conditions for competitive development of agriculture. Thus, we analyze the competitiveness development of agro-industrial complex of Chelyabinsk region in comparison with the average of the Ural Federal district. In the study, we select indicators, reflecting the most significant socio-economic aspects of development of the industry, and the calculated indices. The index of food production characterizes the share of the food supply created by the agricultural enterprises of Chelyabinsk region, in the total production of the district. The index of output growth reflects the real growth of agricultural production during the reported year in the district or region, respectively. The index of renewal of basic production assets shows the share introduced the BPA in the analyzed period to the stock of fixed assets in agriculture. The financial condition index indicates the percentage of profitable agricultural organizations in total number of farms. The index of investment activity shows the volume of investments in fixed capital of agricultural enterprises in the total volume of investments into the fixed capital of all industries. The index of social position reflects the difference of the average monthly wage in agriculture and other sectors of the economy. The analysis shows that the lowest, in comparison with the agro-industrial complexes of the the Ural Federal district, in Chelyabinsk region has the index of financial condition. To improve the competitiveness of agricultural production it is necessary to conduct targeted regional policies to strengthen the competitive capacity of agriculture. In conclusion, we consider measures that improve the competitiveness of the regional agro-industrial complex.

Keywords: agriculture, competitiveness, food security, investment, financial sustainability, production modernization.

References

1. Ofitsial'nyy sayt Ministerstva sel'skogo hozyaystva. Web. 5 Sept. 2016 <www.mcx.ru>.
2. VNII ekonomiki sel'skogo hozyaystva. Web. 5 Sept. 2016 <www.vniiesh.ru>.
3. Garant.ru. Informatsionno-pravovoy portal. Web. 5 Sept. 2016 <www.garant.ru>.
4. Savitskaya G.V. Analiz hozyaystvennoy deyatel'nosti predpriyatiy APK. Mn.: Novoe znanie, 2006.
5. Vodyanikov V.T., Lysenko E.G., Hudyakova E.V., Lysyuk A.I.. Ekonomika sel'skogo hozyaystva, Moscow: Lan', 2015.
6. Ekonomika sel'skogo hozyaystva, pod red. N.A.Popova. Moscow: Magistr; INFRA-M, 2010.
7. Nechaev V.I. Ekonomika predpriyatiy APK. Moscow: Lan', 2010.
8. Altuhov A. Vozmozhnye riski i ugrozy natsional'noy prodovol'stvennoy bezopasnosti i nezavisimosti. APK: ekonomika, upravlenie, 2016, no. 4.
9. Ushachev I.G. Sotsial'no- ekonomicheskoe razvitie APK Rossii: problemy i perspektivy. Moscow: VNIIESKH, 2015.
10. Natsional'nyy doklad "O hode i rezul'tatah realizatsii v 2014 godu Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo hozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skohozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013-2020 gody". Moscow: MSKH RF, 2015.
11. Kulikov I.M. Sovremennye problemy importozameshcheniya na agroprodovol'stvennom rynke Rossii. APK: ekonomika, upravlenie, 2015, no. 5.
12. Pechertseva O.N. Razvitie konkurentnogo potentsiala regional'nogo APK. Materialy LIV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizhenie nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu", Chelyabinsk, 2015, Part 1, pp. 198-202.
13. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Web. 5 Sept. 2016 <www.gks.ru>.
14. Chelyabinskstat. Web. 5 Sept. 2016 <www.chelstat.gks.ru>.

15. Solodkina L.A. Investitsionnyy mekhanizm v tekhnicheskoy servise APK. APK Rossii, 2015, no. 72/1.

Pechertseva Olga Nikolayevna, Cand. Sci. (Economics), South-Ural State Agrarian University.
E-mail : ONP2474@yandex.ru.

Comparative analysis of volumes and sources of financing of the state program supporting Agro-Industrial Complex of Kemerovo region

V. M. Sekacheva, M. B. Skaryupina

The article is concerned with the problem of financing of the state program “State support of agro-industrial complex (AIC), a sustainable development of the rural territories in Kemerovo Region” for 2014-2018 is also considered. The rationale of analysis and evaluation of the state programs in our country takes currently a pivotal role, firstly, in connection with limitation of the budget resources and the necessity of choosing the priorities for their use. Implementation of the system of performance-based budgeting methods became the second factor of increase in the importance of analysis and assessment of the state programs. The general scientific methods of knowledge as induction and deduction, analysis and synthesis were used for this research analysis, the methods of the economic analysis and an efficiency evaluation of implementation of the state programs were applied. The estimation is given to a cost structure for the implementation of the state program of agrarian and industrial complexes in the regions of Siberian Federal District the basis of financing sources. The comparative analysis is made between the planned and actual volumes of financing of the state program supporting regional agroindustrial complex. The main problems of a discrepancy in the actual and planned financing of the state program supporting the agrarian and industrial complex of the region are revealed. The measures to optimize the financing of the target subprogrammes of the state program supporting agrarian and industrial complex are offered also in the article.

Keywords: state program, agroindustrial complex, volume of financing, source of funding, Kemerovo region

References

1. Baranova I.V., Pirogova T.V., Fadejkina N.V. Ocenka effektivnosti realizacii celevykh programm: konceptual'nye osnovy i organizacionno-metodicheskoe obespechenie. Novosibirsk: SAFBD, 2013, 315 p.
2. Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy “Razvitie agropromyshlennogo kompleksa i sel'skikh territorij v Respublike Burjatija” na 2014-2020: Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Burjatija ot 28.02.2013 g. № 102. Web. 23 April 2016 <<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=165073774&backlink=1&&nd=165032277>>.
3. Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy “Razvitie sel'skogo hozjajstva i reguliruemyyh rynkov v Tomskoj oblasti” na 2015-2020: Postanovlenie Administracii Tomskoj Oblasti ot 12.12.2014 g. № 485a. Web. 21 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/467917788>>.
4. Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Zabajkal'skogo kraja “Razvitie sel'skogo hozjajstva i regulirovanie rynkov sel'skokhozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stviya na 2014–2020 gody”: Postanovlenie Pravitel'stva Zabajkal'skogo kraja ot 25.04.2014 g. № 237. Web. 20 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/412700517>>.
5. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Irkutskoi oblasti “Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produkcii, syr'ya i prodovol'stviya” na 2014 - 2020 gody: Postanovlenie Pravitel'stva Irkutskoi oblasti ot 09.12.2013 g. № 568-pp. Web. 24 March 2016: <http://irkobl.ru/additional/gov_programms/agroline/>.
6. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Kemerovskoi oblasti “Gosudarstvennaya podderzhka agropromyshlennogo kompleksa i ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorij v Kemerovskoi oblasti” na 2014 – 2018 gody: Postanovlenie Kollegii Administratsii Kemerovskoi oblasti ot 30.09.2015 g. № 317. Web. 15 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/432804977>>.



7. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Krasnoyarskogo kraya "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya" na 2014 - 2020 gody: Postanovlenie Pravitel'stva Krasnoyarskogo kraya ot 30.09.2013 g. № 506-p. Web. 21 March 2016 <<http://zakon.krskstate.ru/doc/16064>>.

8. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Novosibirskoi oblasti "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya v Novosibirskoi oblasti na 2015-2020 gody": Postanovlenie Pravitel'stva Novosibirskoi oblasti ot 02.02.2015 g. № 37-p. Web. 19 March 2016 <<http://www.gp.specagro.ru/download/index/id/26912>>.

9. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Omskoi oblasti "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Omskoi oblasti" na 2014-2020 gody: Postanovlenie Pravitel'stva Omskoi oblasti ot 15.10.2013 g. № 252-p (red. ot 12.08.2015). Web. 18 March 2016 <<http://budget.omsk.ificmon.ru/index.php/napravleniya/gosudarstvennye-programmy/gp-6>>.

10. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Respubliki Altai "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya" na 2013-2020 gody: Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Altai ot 28.09.2012 g. № 242. Web. 22 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/473313505>>.

11. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Respubliki Tyva "Razvitie sel'skogo khozyaistva i regulirovanie rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya v Respublike Tyva na 2014 - 2020 gody": Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Tyva ot 30.10.2013 g. № 633. Web. 1 April 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/423912947>>.

12. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Respubliki Khakasiya "Razvitie agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Khakasiya i sotsial'noi sfery na sele na 2013 - 2020 gody": Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Khakasiya ot 19.11.2012 g. № 781. Web. 26 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/453366265>>.

13. Ob utverzhdenii dolgosrochnoi tselevoi programmy "Razvitie sel'skogo khozyaistva Altaiskogo kraya" na 2013-2020 gody: Postanovlenie Administratsii Altaiskogo kraya ot 05.10.2012 g. №523. Web. 18 March 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/453122723>>.

14. Sekacheva V.M. Berezina N.M., Skaryupina M.B. Retrospektivnyi analiz effektivnosti i rezul'tativnosti realizatsii natsional'nogo proekta i gosudarstvennykh programm razvitiya APK na me-zourovne. Competitiveness in a globalization world^ the economy, science and technology, 2016, №1. pp. 156-163.

15. Skaryupina M., Mrachenko Ch., Polinkevich A. Analysis of funding source of the state program supporting the regional agriculture complex. Oblik. ekonomika. menedzhment: naukovy notatky Mizhnarodnyj zbirnyk naukovykh prac'. Luck, 2016, Vypusk 3 (11), pp. 185-189.

Sekacheva Vera Mihailovna, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Accounting and Analysis of Economic Activities, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: veramixs@mail.ru

Skaryupina Margarita Borisovna, senior lecturer of the Department of Accounting and Analysis of Economic Activities, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: polinkevich.m@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 $\lim$, $\lg$, $\cos$, $\sin$, $\max$, $\min$ 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*



В редакцию журнала «АПК России»

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

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

Подписано в печать 15.09.2016.
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 23,5. Тираж 300 экз.
Заказ № 135.

Signed to print 15.09.2016.
Format 60×84/8. Times script.
Conventional printed sheet 23,5.
Circulation 300 copies.
Order № 135.

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-39

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 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

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

Отпечатано: ИПЦ Южно-Уральского ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University
Publishing House: 454080, Chelyabinsk,
Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price