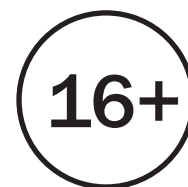


ISSN 2587-8824



# АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

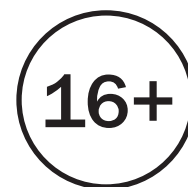
Том 25  
№ 1

Челябинск  
2018





ISSN 2587-8824



# Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 25  
Issue 1

Chelyabinsk  
2018



## 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  
№ ФС 77 – 65320 от 12.04.2016  
(РОСКОНАДЗОР, г. Москва)

The journal is included  
in the Russian Science Citation Index:  
<http://www.elibrary.ru>  
Certificate of registration SMI PI  
№ FS 77 – 65320 of 12.04.2016  
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

**Главный редактор**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ректор Южно-Уральского государственного  
аграрного университета  
**Литовченко Виктор Григорьевич**

**Заместитель главного редактора**

доктор биологических наук, доцент,  
**Мифтахутдинов Алевтин Викторович**

**Редакционная коллегия**

**Фисинин В. И.**, д-р с.-х. наук, проф., академик РАН

**Семина А. Н.**, д-р экон. наук, проф., академик РАН

**Менков Н. Д.**, д-р техн. наук

**Алымбеков К. А.**, д-р техн. наук

**Балабайкин В. Ф.**, д-р экон. наук, проф.

**Басарыгина Е. М.**, д-р техн. наук, проф.

**Безин А. Н.**, д-р ветеринар. наук, проф.

**Белов В. В.**, д-р техн. наук, проф., член-корр. РАН

**Буторин В. А.**, д-р техн. наук, проф.

**Васильев А. А.**, д-р с.-х. наук

**Дерхо М. А.**, д-р биол. наук, проф.

**Горшков Ю. Г.**, д-р техн. наук, проф.

**Гриценко А. В.**, д-р техн. наук

**Грязнов А. А.**, д-р с.-х. наук, ст. научн. сотрудник

**Захарова Е. А.**, д-р экон. наук

**Зезин Н. Н.**, д-р с.-х. наук

**Копченков А. А.**, д-р экон. наук, проф.

**Косилов В. И.**, д-р с.-х. наук, проф.

**Кучеров А. С.**, канд. экон. наук

**Линенко А. В.**, д-р техн. наук, проф.

**Лыкасова И. А.**, д-р ветеринар. наук, проф.

**Мударисов С. Г.**, д-р техн. наук, проф.

**Мухина Е. Г.**, д-р экон. наук

**Овчинников А. А.**, д-р с.-х. наук, проф.

**Панфилов А. Э.**, д-р с.-х. наук, проф.

**Позняковский В. М.**, д-р биол. наук, проф.

**Сагайдак А. Э.**, д-р экон. наук, проф.

**Синявский И. В.**, д-р биол. наук

**Тихонов С. Л.**, д-р техн. наук, проф.

**Торопова Е. Ю.**, д-р биол. наук, проф.

**Тошев А. Д.**, д-р техн. наук, проф.

**Трояновская И. П.**, д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

**Фоминых А. В.**, д-р техн. наук, проф.

**Чаплинский В. В.**, канд. биол. наук

**Чарыков В. И.**, д-р техн. наук, проф.

**Шепелёв С. Д.**, д-р техн. наук

**Юдин М. Ф.**, д-р с.-х. наук, проф.

**Editor-in-Chief**

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
Rector of South-Ural State Agrarian University  
**Litovchenko Victor Grigoryevich**

**Deputy Editor-in-Chief**

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor  
**Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich**

**Editorial board**

**Fisinin V. I.**, Dr. Sci. (Agricultural), Professor,  
Academician of Russian Academy of Sciences

**Syomin A. N.**, Dr. Sci. (Economics), Professor,  
Academician of Russian Academy of Sciences

**Menkov N. D.**, Dr. Sci. (Technical)

**Alymbekov K. A.**, Dr. Sci. (Technical)

**Balabaykin V. F.**, Dr. Sci. (Economics), Professor

**Basarygina E. M.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Bezin A. N.**, Dr. Sci. (Veterinary), Professor

**Belov V. V.**, Dr. Sci. (Technical), Professor,  
Corresponding Member of the Russian Academy  
of Natural History

**Butorin V. A.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Vasilyev A. A.**, Dr. Sci. (Agricultural)

**Derkho M. A.**, Dr. Sci. (Biological), Professor

**Gorshkov Yu. G.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Gritsenko A. V.**, Dr. Sci. (Technical)

**Gryaznov A. A.**, Dr. Sci. (Agricultural), Senior researcher

**Zaharova E. A.**, Dr. Sci. (Economics)

**Zezin N. N.**, Dr. Sci. (Agricultural)

**Kopchenov A. A.**, Dr. Sci. (Economics), Professor

**Kosilov V. I.**, Dr. Sci. (Agricultural), Professor

**Kuchеров A. S.**, Cand. Sci. (Economics)

**Linenko A. V.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Lykasova I. A.**, Dr. Sci. (Veterinary), Professor

**Mударисов S. G.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Mukhina E. G.**, Dr. Sci. (Economics)

**Ovchinnikov A. A.**, Dr. Sci. (Agricultural), Professor

**Panfilov A. E.**, Dr. Sci. (Agricultural), Professor

**Poznyakovskiy V. M.**, Dr. Sci. (Biological), Professor

**Sagaidak A. E.**, Dr. Sci. (Economics), Professor

**Sinyavskiy I. V.**, Dr. Sci. (Biological)

**Tikhonov S. L.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Toropova E. Y.**, Dr. Sci. (Biological), Professor

**Toshev A. D.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Trojanovskaja I. P.**, Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

**Fominykh A. V.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Chaplinsky V. V.**, Cand. Sci. (Biological)

**Tcharykov V. I.**, Dr. Sci. (Technical), Professor

**Shepelev S. D.**, Dr. Sci. (Technical)

**Yudin M. F.**, Dr. Sci. (Agricultural), Professor

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENT

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### AGRICULTURAL SCIENCES

<b>Агеев А. А., Анисимов Ю. Б., Калюжина Е. Л.</b> Научные основы ресурсосберегающих систем обработки почвы в полевых севооборотах Южного Зауралья.....	9
<b>Анисимов Ю. Б., Агеев А. А., Вражнов А. В.</b> Бессменный посев яровой пшеницы при переходе с отвальной системы обработки почвы на нулевую.....	16
<b>Глаз Н. В., Уфимцева Л. В., Васильев А. А.</b> Расщепление признаков в потомстве Ранетки пурпуровой, яблони <i>Malus baccata</i> , <i>Malus niedzwetzkiiana</i> .....	20
<b>Грязнов А. А.</b> Расоспецифическая устойчивость пшеницы к пыльной головне.....	25
<b>Захарова И. А., Юмашев Х. С.</b> Морфологическое строение черноземных почв лесостепной и степной зон Челябинской области.....	31
<b>Зезин Н. Н., Намятов М. А., Пелевин В. А.</b> Подбор гибридов кукурузы и оптимальные сроки их уборки на Среднем Урале.....	37
<b>Крамаренко В. Я., Вражнов А. В.</b> Урожайность семян люцерны посевной в зависимости от условий увлажнения и солнечной активности в северной лесостепи.....	45
<b>Прядун Ю. П.</b> Селекция многорядного ячменя в условиях Южного Урала.....	50
<b>Тюнин В. А., Шрейдер Е. Р., Бондаренко Н. П.</b> Результаты селекции пшеницы в Челябинском НИИСХ в 2015–2017 годах.....	57
<b>Шанина Е. П., Стафеева М. А., Ковалев А. Н.</b> Перспективы использования аэрогидропонного способа выращивания мини-клубней картофеля в условиях искусственного освещения.....	63
<b>Шаталина Л. П., Вражнов А. В.</b> Мониторинг содержания фосфора подвижного в полевых севооборотах лесостепи Южного Урала.....	69
<b>Юмашев Х. С.</b> Влияние способов утилизации соломы на микробиологическую активность выщелоченного чернозема.....	75

<b>Ageev A. A., Anisimov Y. B., Kalugina E. L.</b> Scientific basis of resource-saving tillage systems in the field crop rotations of the southern Urals.....	9
<b>Anisimov Y. B., Ageev A. A., Vrazhnov A. V.</b> Monocrop sowing of spring wheat in the transition from the dump tillage system to no-till.....	16
<b>Glaz N. V., Ufimceva L. V., Vasil'ev A. A.</b> Splitting of traits in the offspring of Siberian crab apple, <i>Malus baccata</i> , <i>Malus niedzwetzkiiana</i> .....	20
<b>Gryaznov A. A.</b> Racespecific resistance of wheat to loose smut... ..	25
<b>Zakharova I. A., Yumashev H. S.</b> Morphological structure of chernozem soils of forest-steppe and steppe zones of Chelyabinsk region.....	31
<b>Zein N. N., Namyatov M. A., Pelevin V.</b> Selection of maize hybrids and optimal terms of their harvesting in the middle Ural.....	37
<b>Kramarenko V. Y., Vrazhnov A. V.</b> Productivity of creeping alfalfa seeds depending on the conditions of moisture and solar activity in the Northern forest-steppe.....	45
<b>Pryadun Yu. P.</b> Selection of common barley in the Southern Urals.....	50
<b>Tyunin V. A., Shreyder E. R., Bondarenko N. P.</b> Results of wheat breeding in the Chelyabinsk research Institute of agriculture in the years 2015-2017.....	57
<b>Shanina E. P., Stafeeva M. A., Kovalev A. N.</b> Prospects for the use aerogroponic method of growing mini-tubers of potatoes in artificial lighting conditions.....	63
<b>Shatalina L. P., Vrazhnov A. V.</b> Monitoring of the mobile phosphorus content in the field crop rotation of the Southern Urals forest-steppe.....	69
<b>Yumashev H. S.</b> The impact of methods of straw utilization on the microbiological activity of leached chernozem.....	75

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Белов А. В., Ильин Ю. П., Смирнов А. П.</b> Устройство контроля обрыва нулевого провода в сетях напряжением 0,38 кВ.....	80
<b>Буторин В. А., Селунский В. В., Банин Р. В., Ябыков К. Ж.</b> Оптимизация электростатического способа копчения рыбы.....	89
<b>Гриценко А. В., Глемба К. В., Лукомский К. И., Власов Д. Б.</b> Выявление скрытых отказов электрических топливных насосов мобильных энергетических средств в сельском хозяйстве методом тестового диагностирования.....	97
<b>Гриценко А. В., Лукомский К. И., Глемба К. В.</b> Расчет эффективности и внедрение технологии диагностирования датчиков массового расхода воздуха на тестовых режимах.....	104

## ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

<b>Вялых Е. В., Вековцев А. А.</b> Переработка и исследование функциональных свойств местных сырьевых ресурсов.....	114
<b>Майтаков А. Л., Литвина Е. А., Позняковский В. М.</b> Научное обоснование рецептурной формулы и регламентируемые показатели качества быстрорастворимого напитка на основе местного сырья.....	121
<b>Плешкова Н. А., Австриевских А. Н., Позняковский В. М.</b> Исследование индикаторных признаков, формирующих основополагающие характеристики специализированного продукта с гепатопротекторными свойствами.....	127
<b>Углов В. А., Шелепов В. Г., Бородай Е. В., Станкевич С. В., Мазалевский В. Б.</b> Оценка технологических, физико-химических показателей оленины, говядины и создание продуктов функционального питания.....	132

## TECHNICAL SCIENCES

<b>Belov A. V., Ilyin Yu. P., Smirnov A. P.</b> Device for controlling of neutral conductor breaks in 0.38 kV networks.....	80
<b>Butorin V. A., Selunsky V. V., Banin R. V., Yabykov K. Zh.</b> Optimization of the electrostatic method for smoking fish.....	89
<b>Gritsenko A. V., Glemba K. V., Lukomsky K. I., Vlasov D. B.</b> Identification of hidden failures of electric fuel pumps of mobile energy facilities in agriculture with test diagnosis.....	97
<b>Gritsenko A. V., Lukomsky K. I., Glemba K. V.</b> Efficiency calculation and introduction of technology for diagnosing mass flow sensors in test modes.....	104

## STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

<b>Vyalykh E. V., Vekovtsev A. A.</b> Processing and research of functional properties of local raw materials.....	114
<b>Maitakov A. L., Litvina E. A., Poznyakovsky V. M.</b> Formulation formula scientific substantiation and the regulated quality indicators of an instant beverage based on local raw materials.....	121
<b>Pleshkova N. A., Austrievskikh A. N., Poznyakovsky V. M.</b> Research of indicator characteristics forming the basic characteristics of a specialized product with hepatoprotective properties.....	127
<b>Uglov V. A., Shelepov V. G., Boroday E. V., Stankevich S. V., Mazalevsky V. B.</b> Evaluating the technological, physico-chemical indicators of venison and beef to create functional food products...	132

## ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

- Журавель Н. А., Мифтахутдинов А. В.**  
Кадровое обеспечение контроля качества  
и безопасности в ветеринарно-санитарном  
отношении продукции птицеводства.....138
- Киселева М. В., Максимович Д. М.**  
Качество мяса бычков при откорме  
с использованием кормовых добавок.....143
- Самсонова Т. С.**  
Массовые заболевания крупного  
рогатого скота в условиях напряженной  
экологической обстановки: особенности  
диагностики и терапии.....147

## VETERINARY SCIENCES

- Zhuravel N. A., Miftakhutdinov A. V.**  
Staffing for controlling the quality  
and safety of poultry products concerning  
veterinary and sanitary aspects.....138
- Kiseleva M. V., Maksimovich D. M.**  
Quality of meat of bull-calves when fattening  
with the use of fodder additives.....143
- Samsonova T. S.**  
Cattle mass diseases in the conditions  
of a stressful ecological environment:  
features of diagnostics and therapy.....147





УДК 631.51: 631.582(470.55)

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ  
ПОЧВЫ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ****А. А. Агеев, Ю. Б. Анисимов, Е. Л. Калюжина**

В настоящей работе приводится сравнительный анализ показателей плодородия чернозема выщелоченного, урожайности зерновых культур и продуктивности полевых севооборотов с различным их насыщением при отвальной, комбинированной, минимальной и нулевой системах обработки почвы в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья. Максимальный показатель доступной влаги в почве соответствует нулевой системе обработки почвы с сохранением стерни и мульчирующего слоя из соломенной резки. Показатель плотности сложения чернозема выщелоченного находился в оптимальном диапазоне для роста и развития зерновых культур по всем системам обработки почвы и составил в среднем 1,14–1,15 г/см<sup>3</sup>. Ресурсосберегающая нулевая система обработки почвы уступает действию отвальной и комбинированной системам по условиям азотного режима питания растений в полевом севообороте. Расчеты поступления пожнивных остатков (солома) показывают, что в полевых севооборотах лесостепных агроландшафтов остается в среднем 3,53–4,2 на 1 га пашни при наибольшем показателе нулевой системы обработки почвы зернопаротравяного севооборота. Снижение интенсивности почвообработки сопровождается усилением засоренности посевов зерновых культур. Сдерживающим и регулирующим фактором управления засоренностью посевов при ресурсосберегающих системах обработки почвы является обязательное применение баковой смеси гербицидов различного спектра действия. Нулевая система обработки почвы по эффекту очищения посевов зерновых культур от сорняков максимально приближается к действию комбинированной системы. Выявлено, что наиболее продуктивным является шестипольный зернопаротравяной севооборот, построенный по типу плодосмена. По уровню рентабельности наиболее эффективными оказались минимальная и нулевая системы обработки почвы. Показатель составил 184–188 % соответственно, что обусловлено более низкими производственными затратами на 1 га посева.

*Ключевые слова:* зерновые культуры, система обработки почвы, полевой севооборот, влажность почвы, плотность сложения почвы, биологическая активность почвы, засоренность посевов, растительные остатки, урожайность, продуктивность севооборота, эффективность, рентабельность.

Разрабатываемые ресурсосберегающие системы земледелия требуют комплексного подхода к важным составляющим звеньям применительно к различным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур. Ученые страны предлагают свою концепцию перевода земледелия на ресурсосберегающую основу, связанную с решением экологических, т. е. почвозащитных и природоохранных задач с определением возможности реализации научных и практических принципов современной обработки почвы в системе адаптивно-ландшафтного земледелия. Отмечают, что фактор ресурсосбережения зачастую выступает в качестве

определяющего в условиях современного развития сельского хозяйства страны. Для рекомендаций о переходе на нулевые технологии (прямой посев, Mini-till, No-till) есть основания, но повсеместное и безоглядное их внедрение пока необоснованно с научной точки зрения и зачастую преждевременно в большинстве регионов страны [1].

Опыт мирового и отечественного земледелия свидетельствует о весьма разнообразных аспектах и возможностях применения ресурсосберегающих минимальных и нулевых технологий обработки почвы. К наиболее перспективным почвозащитным, ресурсосберегающим

приемам относятся минимальная и нулевая обработки почвы. Научной основой для перехода к ресурсосберегающим технологиям обработки почвы служит установленная закономерность – минимальная обработка почвы, применяемая в севообороте, не ухудшает по сравнению со вспашкой большинство параметров почвенного плодородия. В ресурсосберегающих технологиях применяются следующие принципы: минимизация или отказ от механической обработки почвы, сохранение растительных остатков на поверхности почвы, использование севооборотов, включающих, наряду с более экономичными культурами, культуры, улучшающие почвенное плодородие, интегрированный подход в борьбе с вредителями и болезнями растений, использование качественных семян, отзывчивых к ресурсосберегающим технологиям [2].

Сочетание различных способов обработки почвы в севообороте – это система наивысшего ранга, зависящая от долевого насыщения ее различными способами, и в подавляющем числе случаев объединяется в три типа: отвальная, безотвальная и комбинированная [3]. Технология без обработки почвы (нулевая обработка), способ, исключаящий какую-либо основную и предпосевную обработку. Осуществляется агрегатами прямого посева. Результаты такого посева в условиях России не являются настолько хорошими, чтобы рекомендовать к широкому применению, однако дает приемлемый уровень урожайности, если соблюдаются оптимальные условия его применения.

В природно-климатических ландшафтных зонах Южного Зауралья исследований по изучению приемов, способов и систем обработки почвы проведено достаточно, но по новым направлениям, в частности, нулевой технологии, результатов очень мало или они апробированы в основном под яровую пшеницу. Другие же важные культуры, такие как ячмень, горох, рапс на маслосемена и т.д., не представлены вообще. Их реакция на минимизацию обработки почвы не освещена. В таком случае результаты наших исследований представляют научные основы применения ресурсосберегающих систем обработки почвы в различных полевых севооборотах по производству зерна в Уральском регионе [4].

**Цель исследований** – изучить системы обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях производства зерна с соблюдением почвозащитных требований и рационального использования биоклиматических ресурсов северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья.

## Материалы и методы

Исследования проводятся с 2012 г. на базе стационарного полевого опыта, заложенного в 1976 году на опытном поле ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» [5]. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый маломощный, имеющий реакцию среды, близкую к нейтральной ( $pH = 5,6-6,2$ ), повышенную степень насыщенности основаниями, повышенное содержание обменного калия, низкие запасы подвижного фосфора при содержании общего гумуса 6,6–7,9%.

Изучаются четыре системы обработки почвы: отвальная (контроль), комбинированная, минимальная и нулевая в трех полевых севооборотах: 4-польных зернопаровом и зерновом, 6-польном зернопаротравяном. Отвальная система обработки почвы включает ежегодную вспашку под все культуры севооборота на глубину 20–22 см; в паровом поле в конце периода парования проводилось глубокое рыхление на глубину 25–27 см. При комбинированной системе применяется вспашка на 20–22 см один раз в ротацию севооборота под замыкающую культуру севооборота, под остальные культуры и в пару разноглубинная безотвальная обработка почвы. Минимальная система базируется на ежегодной мелкой плоскорезной обработке почвы под все культуры севооборота и в паровом поле. Нулевая система (без механической обработки почвы) предусматривает внесение глифосата Торнадо 500 в дозе 3–4 л/га за 7–8 дней до посева культур. Паровое поле подготавливается химическим способом с 2-кратным применением глифосата Торнадо 500 в дозе 3–4 л/га. Размещение вариантов систем обработки почвы и полей севооборотов рендомизированное, в 4-кратной повторности, площадь делянки 700 м<sup>2</sup>, фон питания N<sub>25</sub>P<sub>28</sub> кг д. в. на 1 га пашни. Возделывание полевых культур производится по технологиям научно обоснованной системы земледелия для северного лесостепного агроландшафта Челябинской области [6].

Высевали реестровые сорта сельскохозяйственных культур в оптимально поздние сроки: яровой пшеницы – Челябин Юбилейная, Челябин степная, ячменя – Челябинский 99, озимой ржи – Чулпан 7, Памяти Кунакбаева, гороха – Аксайский усатый 55, рапса – Юбилейный. Посев культур при отвальной и комбинированной системах производился сеялкой СС-6 с предпосевной культивацией КЛДП-7. Минимальная система предусматривает посев и обработку почвы в одном цикле. При нулевой системе



проводился прямой посев СС-6 с турбодисками. Посевы яровых зерновых культур по вегетации обрабатывались баковой смесью гербицидов (Балерина 0,5 л/га + Ластик-экстра 1,0 л/га), рапса по вегетации (Миура 0,8 л/га + Галион 0,3 л/га), гороха по вегетации (Гербитокс 0,8 л/га; Миура 0,8 л/га). По мере появления вредителей культур применяли рекомендуемые инсектициды: Борей в дозе 0,1 л/га и Брейк в дозе 0,06 л/га. В исследованиях использовались общепринятые методики по определению водно-физических свойств и агрохимических показателей почвы, засоренности посевов и учета урожайности культур [7, 8, 9].

Исследования проводили в годы, сильно различающиеся по погодным условиям, что характерно для региона Южного Зауралья. Погодные условия вегетационного периода 2013 года были экстремальными, с засухой в июне и переувлажнением в августе, с ГТК = 1,5. Относительно благоприятные условия были в 2014 г. с превышением осадков в 2,5 раза в июле и ГТК за вегетацию 1,46. Вегетационный период 2015 года характеризуется ГТК = 1,7 с избытком осадков в мае и июле, соответственно в 3,3 и 1,5 раза, а в целом за вегетацию осадков выпало больше среднемноголетних данных на 30,5%. В 2016 году ГТК составил 1,3 за вегетацию с недостатком влаги в начале периода и избытком в период созревания культур. 2017 год являлся относительно благоприятным для полевых культур, с близкими показателями количества осадков и тепла к среднемноголетним данным, с ГТК = 1,14.

### Результаты исследований

Природным свойством выщелоченных черноземов северной лесостепи является высокая водоудерживающая способность, при которой способ обработки почвы и предшественник в севообороте не оказывают определяющее действие в накоплении влаги. Весенние запасы по-

чвенной влаги оказываются достаточными при различных системах обработки почвы для обеспечения потребности культур на первом этапе развития [10].

За период наблюдений (2013–2017 гг.) весенние влагозапасы в метровом слое почвы под культурами полевого севооборота характеризуются как удовлетворительные – 121–129 мм (табл. 1).

Наибольший показатель доступной влаги в почве соответствует нулевой системе обработки почвы с сохранением стерни и мульчирующего слоя из соломенной резки.

Одним из основных показателей физического состояния почвы является плотность. Именно в зависимости от плотности почвы формируется водный, воздушный режимы и микробиологическая деятельность [11]. Результаты исследований ученых Западно-Сибирского региона и Южного Урала свидетельствуют о высокой устойчивости черноземных почв к уплотнению [12].

Анализ плотности сложения почвы по четвертому году наблюдений в 4-польном зернопаровом севообороте в период, когда она приобрела равновесное состояние, показал, что она находилась в оптимальном диапазоне для роста и развития зерновых культур по всем системам обработки почвы и составила в среднем 1,14–1,15 г/см<sup>3</sup>.

Обеспеченность нитратным азотом в слое почвы 0–40 см была средней (10–15 мг/кг) в начале вегетации культур по системам обработки почвы, предусматривающим механическое воздействие различной интенсивности. Низкая обеспеченность нитратным азотом отмечена по нулевой системе обработки почвы. В результате перехода на нулевые способы обработки почвы снижается интенсивность минерализации органического вещества почвы, при этом образуется дефицит нитратного азота, который приводит к снижению урожайности

Таблица 1 – Показатели плодородия почвы в зависимости от систем обработки почвы, 2013–2017 гг.

Система обработки почвы	Показатель			
	запас продуктивной влаги в слое 0–100 см, мм	плотность сложения почвы в слое 0–30 см, г/см <sup>3</sup>	содержание нитратного азота в слое 0–40 см, мг/кг	биологическая активность почвы, %
отвальная	125	1,14	14,2	43,5
комбинированная	122	1,13	12,6	41,5
минимальная	121	1,14	12,4	37,7
нулевая	129	1,15	10,5	36,6

культур. Аналогичные результаты получены в исследованиях западносибирских ученых [12]. Построение севооборота по принципу плодосмена позволяет регулировать азотный режим питания растений и на этом фоне повысить эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы при условии применения компенсирующих доз азотных удобрений не менее 15–20 кг д. в. [13].

Обработка почвы, изменяя условия жизни почвенных микроорганизмов, оказывает существенное влияние на их активность, состав и тем самым непосредственно воздействует на пищевой режим в почве [14].

Изучение микробиологической активности почвы в зависимости от систем обработки почвы проводилось в зернопаровом звене севооборота. Разложение льняного полотна в слое почвы 0–20 см за три месяца экспозиции под посевом яровой пшеницы по пару происходило активнее при отвальной и комбинированной системах обработки почвы. Снижение интенсивности обработки от вспашки до нулевой уменьшало показатель микробиологической активности почвы с 43,5 до 36,6%.

При освоении минимальной и нулевой обработок наиболее важным фактором создания структурного состояния почвы является поступление органического вещества в виде

свежих растительных остатков (соломы, пожнивно-корневой массы). В условиях Уральского региона уровень свыше 5 т/га считается оптимальным для поддержания стабильного состояния плодородия почвы и его повышения [15].

Расчеты поступления растительных остатков в виде соломы по методике Ф.И. Левина [16] показывают, что в 4-польном зернопаровом севообороте остается в среднем 3,53 т/га, 4-польном зерновом севообороте 3,94 т/га, 6-польном зернопаротравяном при отчуждении однолетних трав на корм 4,2 т/га на 1 га пашни при наибольшем показателе нулевой системы обработки почвы (табл. 2).

Сдерживающим и регулирующим фактором управления засоренностью посевов при минимизации обработки почвы является применение баковой смеси высокоэффективных гербицидов, в том числе внесение глифосата в предпосевной период. Химическая прополка посевов по вегетации яровой пшеницы, ячменя, гороха и рапса способствовала снижению вредоносности сорняков. Показатель засоренности посевов по удельной массе сорняков в полевых севооборотах с чистым паром и насыщением зерновыми культурами до 75% ниже порога вредоносности (10%) по всем системам обработки почвы (табл. 3).

Таблица 2 – Поступление растительных остатков в различных севооборотах в зависимости от систем обработки почвы, т/га, 2013–2017 гг.

Севооборот	Система обработки почвы				Среднее
	отвальная	комбинированная	минимальная	нулевая	
Зернопаровой: пар – пшеница – горох – ячмень	3,75	3,56	3,34	3,48	3,53
Зерновой: рапс – пшеница – горох – пшеница	3,94	3,89	4,09	3,85	3,94
Зернопаротравяной: пар – оз. рожь – горох – пшеница – одн. травы – ячмень	4,23	4,18	4,0	4,4	4,2

Таблица 3 – Удельная масса сорняков в агроценозах в зависимости от систем обработки почвы, % перед уборкой, 2013–2017 гг.

Севооборот	Система обработки почвы				Среднее
	отвальная (контроль)	комбинированная	минимальная	нулевая	
Зернопаровой 4-польный	4,0	3,7	7,2	5,3	5,0
Зерновой 4-польный	6,5	9,8	11,4	10,2	9,4
Зернопаротравяной 6-польный	3,8	6,0	6,6	6,7	5,7





Глифосат в дозе 3–4 л/га, применяемый в предпосевной период при нулевой технологии, уничтожал в основном зимующие сорняки. Баковая смесь противодвудольных и противозлаковых гербицидов по вегетации была эффективной против широкого спектра сорной растительности в посевах пшеницы и ячменя. Посевы гороха при минимальной и нулевой системах обработки почвы требуют дополнительного очищения от злаковых сорняков.

Исследованиями установлено, что ресурсосберегающие системы обработки почвы в 4-польном зернопаровом севообороте обеспечили среднюю урожайность яровых зерновых культур 2,87–2,89 т/га при незначительной разнице с контролем. Аналогичная высокая урожайность зерновых культур получена в 6-польном зернопаротравяном севообороте. Применение ресурсосберегающих систем обработки почвы обеспечило среднюю урожайность зерна 2,99–3,0 т/га.

Наиболее эффективное производство продукции растениеводства в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья обеспечивается в зернопаровых севооборотах короткой ротации [16]. Исследованиями установлено, что наиболее эффективное производство зерна получено в 4-польном зернопаровом

и 6-польном зернопаротравяном севооборотах с насыщением зерновыми культурами до 75% (табл. 4).

В сложившихся условиях зернового рынка максимальная эффективность производства зерна получена в зернопаровом севообороте при минимальной системе обработки почвы с рентабельностью 189% и коэффициентом энергетической эффективности 3,4 ед.

Аналогичный уровень рентабельности с высоким коэффициентом энергетической эффективности соответствовал 6-польному зернопаротравяному севообороту при ресурсосберегающих системах обработки почвы, которые характеризуются снижением производственных затрат на технологию возделывания зерновых культур.

Исследованиями по системам севооборотов и обработки почвы установлены лучшие предшественники и севообороты для рентабельного производства высококачественного зерна яровой пшеницы сортов селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» [17]. Анализ данных лаборатории оценки качества зерна за период 2013–2016 гг. показывает, что при возделывании яровой пшеницы по чистому пару и по лучшим непаровым предшественникам получается зерно с содержанием клейковины 26,1–33,4% и белка 13,4–16,1% (рис. 1).

Таблица 4 – Эффективность систем обработки почвы в различных полевых севооборотах в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья, 2013–2017 гг.

Севооборот	Система обработки почвы	Показатель			
		урожайность, т/га	выход з. ед. с 1 га пашни, т	рентабельность, %	КЭЭ
Зернопаровой: пар 25% зерновые 75%	отвальная	3,25	2,43	179	3,7
	комбинированная	3,15	2,36	173	3,8
	минимальная	2,89	2,16	189	3,4
	нулевая	2,87	2,15	158	3,7
НСР <sub>05</sub>		$F_{\phi} < F_{\tau}$			
Зерновой: зерновые 100%	отвальная	2,26	2,42	188	2,8
	комбинированная	2,21	2,36	178	2,8
	минимальная	1,96	2,10	171	2,5
	нулевая	1,98	2,11	161	2,6
НСР <sub>05</sub>		$F_{\phi} < F_{\tau}$			
Зернопаротравяной: пар 16%, кормовые 17%, зерновые 67%	отвальная	3,29	2,44	164	3,4
	комбинированная	3,20	2,38	165	3,3
	минимальная	3,00	2,22	184	3,3
	нулевая	2,99	2,24	188	3,5
НСР <sub>05</sub>		$F_{\phi} < F_{\tau}$			

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА

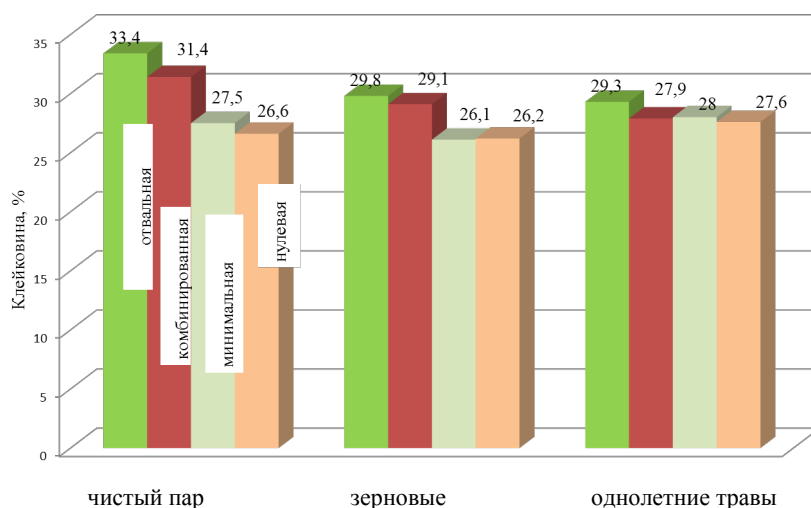


Рис. 1. Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы и предшественников, 2013–2016 гг.

Лучшие показатели качества зерна при устойчивой урожайности яровой пшеницы отмечены на фонах отвальной и комбинированной систем обработки почвы. По содержанию клейковины в зерне они соответствуют 2-му классу ГОСТа или сильной пшенице при максимальном значении по паровому предшественнику. Ресурсосберегающие минимальная и нулевая системы обработки почвы в севооборотах обеспечивают производство качественного зерна пшеницы, соответствующего 3-му классу ГОСТа и выше при обязательном применении азотных удобрений независимо от предшественника.

### Выводы

1. Ресурсосберегающие системы обработки почвы способствуют влагонакоплению, оптимальному значению плотности сложения почвы для роста и развития зерновых культур, но уступают действию отвальной и комбинированной систем по условиям азотного режима питания растений в полевом севообороте.

2. Сдерживающим и регулирующим фактором управления засоренностью посевов зерновых культур при минимизации почвообработки является обязательное применение баковой смеси гербицидов различного спектра действия. Нулевая система обработки почвы с помощью глифосатов по эффекту очищения от сорняков, особенно многолетними видами, приближается к действию комбинированной системы в различных севооборотах.

3. Наиболее продуктивным является 6-польный зернопаротравяной севооборот, где различия по выходу зерновых единиц с 1 га пашни между отвальной и ресурсосберегающими системами обработки получены несущественные.

4. Минимальная и нулевая системы обработки почвы в 6-польном зернопаротравяном севообороте обеспечивают среднюю продуктивность 2,22–2,24 тонны зерновых единиц с 1 га пашни при максимальном уровне рентабельности 184–188% и коэффициенте энергетической эффективности 3,3–3,5 ед.

5. Показатели качества зерна яровой пшеницы по содержанию клейковины соответствуют 2-му классу ГОСТа или сильной пшенице на вариантах отвальной и комбинированной систем обработки почвы при максимальном значении по паровому предшественнику. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в севооборотах обеспечивают производство качественного зерна пшеницы при устойчивой урожайности на фоне применения азотных удобрений. Показатели качества зерна при этом соответствуют 3-му классу ГОСТа и выше.

### Список литературы

1. Беленков А. И. Принципы ресурсосбережения в почвозащитном земледелии России // Почвозащитное земледелие в России : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию Всерос. НИИ земледелия и защиты почв



от эрозии (г. Курск, 15–17 сентября 2015 г.) / ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 2015. С. 77–81.

2. Орлова Л. В. Организационно-экономические основы и эффективность сберегающего земледелия. Самара : ООО «Элайт», 2009. 204 с.

3. Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Систематизация обработок почвы в современных агротехнологиях // Почвозащитное земледелие в России : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию Всерос. НИИ земледелия и защиты почв от эрозии (г. Курск, 15–17 сентября 2015 г.) / ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 2015. С. 252–258.

4. Вражнов А. В., Агеев А. А., Анисимов Ю. Б. Совершенствование обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Челябинской области // АПК России. 2015. Т. 72/1. С. 68–71.

5. Вражнов А. В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале : монография. Челябинск : ЧГАУ, 2002. 272 с.

6. Системы земледелия для различных агроландшафтов Челябинской области. Челябинск : ГНУ Челябинский НИИСХ, 2011. 145 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследований физических свойств почв и грунтов. М. : Агропромиздат, 1986. 416 с.

9. Милащенко Н. З. Борьба с сорняками на полях Сибири. Омск : Западно-Сибирское кн. изд-во, 1978. 131 с.

10. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном зем-

леделии Зауралья / под общ. ред. С. Д. Гилева. Куртамыш : ГУП «Куртамышская типография», 2010. 194 с.

11. На пути к бесплужному земледелию / под общ. ред. С. Д. Гилева. Куртамыш : ГУП «Куртамышская типография», 2015. 312 с.

12. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири : монография. Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 369 с.

13. Вражнов А. В., Агеев А. А., Анисимов Ю. Б. Совершенствование обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Челябинской области // АПК России. 2015. Т. 72/1. С. 68–71.

14. Кислов А. В. Биологизация земледелия и ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтных системах степной зоны Южного Урала : монография. Оренбург : Изд. центр ОГАУ, 2012. 268 с.

15. Повышение эффективности земледелия Зауралья в засушливых условиях / В. А. Телегин [и др.]. Куртамыш : ГУП «Куртамышская типография», 2013. 231 с.

16. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрехимия. 1977. № 8. С. 36–42.

17. Агеев А. А. Обоснование систем севооборотов и обработки почвы для устойчивого и рентабельного производства высококачественного зерна яровой пшеницы // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. тр. / под ред. В. А. Липпа. Челябинск : ЧГАУ. Вып. 4. С. 134–141.

---

**Агеев Анатолий Александрович**, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: ageev.aa62@mail.ru.

**Анисимов Юрий Борисович**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: anisimov.1964@bk.ru.

**Калюжина Елена Леонидовна**, младший научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

УДК 631.51: 633.11

## БЕССМЕННЫЙ ПОСЕВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПЕРЕХОДЕ С ОТВАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НУЛЕВУЮ

Ю. Б. Анисимов, А. А. Агеев, А. В. Вражнов

Представленные в данной работе результаты получены на базе стационарного полевого опыта ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». В статье сделан сравнительный анализ урожайности бессменно возделываемой яровой пшеницы при переходе с отвальной системы обработки почвы на нулевую. Для анализа взяты показатели урожайности яровой пшеницы периодов 2007–2013 гг. по отвальной системе обработки почвы (данные Л.П. Шаталиной) и 2014–2017 гг. по нулевой. При переходе на нулевую систему обработки почвы не произошло снижения урожайности бессменно возделываемой яровой пшеницы, что связано с улучшением водного и температурного режимов почвы. В начале второй декады мая на фоне отвальной системы обработки почвы количество продуктивной влаги в почве было на 48 мм больше, чем при нулевой. Перед посевом культуры эти показатели уже были близки по значению и составили 141 и 144 мм, соответственно. Средняя температура в пахотном слое почвы при нулевой системе обработки почвы была на 4,1 °С ниже, чем при отвальной. При применении нулевой системы обработки почвы получено снижение таких показателей качества, как содержание белка на 1,5% на фоне без минеральных удобрений, на 1,8% с использованием минеральных удобрений и клейковины на 5,3 и 3,8%, соответственно.

*Ключевые слова:* бессменная культура яровой пшеницы, система обработки почвы, урожайность, минеральные удобрения, качество зерна, рентабельность.

### Материалы и методы

**Цель исследования:** получить новые экспериментальные данные по продуктивности и рентабельности полевых севооборотов и бессменной культуры яровой пшеницы на фоне нулевой системы обработки почвы.

Система обработки почвы в опыте была отвальная с 1978-го по 2013 гг., рекомендованная для условий северного лесостепного агроландшафта Челябинской области. С 2014 года произошел переход с отвальной системы обработки почвы на нулевую, адаптированную для северной лесостепной зоны Южного Урала. Азотные и фосфорные удобрения вносятся пе-

ред посевом в рядок. Весной за 7 дней до посева сельскохозяйственных культур, при наличии сорняков и проросшей падалицы, проводим их обработку гербицидами сплошного действия. Посев яровой пшеницы в третьей декаде мая. В период кущения посевы опрыскиваем гербицидами против двудольных и злаковых однодольных сорняков.

Бессменная культура пшеницы размещается на двух фонах минерального питания: на фоне отвальной системы обработки  $P_{30}$  и  $N_{80}P_{30}$ , нулевой – без удобрений и  $N_{40}P_{30}$ .

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный. Реакция почвенной





среды слабокислая – рН = 5,1, средняя обеспеченность подвижным фосфором – 6 мг/100 г почвы; повышенное содержание калия; общий гумус – 6–6,5%; сумма поглощенных оснований 28–30 мг-экв./ 100 г почвы; гранулометрический состав – тяжелосуглинистый.

Размер делянок 154 м<sup>2</sup> (5,5×28 м). Учетная площадь 64,4 м<sup>2</sup> (2,3×28 м). Повторность в опыте четырехкратная, делянки ориентированы с севера на юг, расположены в два яруса, рендомизация ограниченная. Учет урожая проводится комбайном Sampo-500.

### Результаты исследований

Наблюдения за динамикой содержания продуктивной влаги в почве в зависимости от системы обработки почвы показали, что весенних запасов больше всего содержалось при отвальной системе обработки почвы (табл. 1).

Наши результаты подтверждаются исследованиями, проведенными в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, где суммарное впитывание за время проведения учета было выше на фоне механических обработок в среднем на 33% [1].

В опыте к началу посевных работ условия влагообеспеченности в метровом слое почвы были несколько выше среднеголетних данных и в зависимости от системы обработки почвы составляли на отвальном фоне – 141 мм, нулевом – 144 мм.

В фазу кущения зерновых культур запасы доступной влаги в метровом слое почвы снизились на отвальном и нулевом фонах до 85 и 97 мм,

соответственно. Снижение влагозапасов почвы за период от всходов до фазы кущения составило от 56 мм на отвальном фоне до 47 мм на нулевом. До фазы кущения идет умеренное потребление влаги культурой. В этот период максимальная температура воздуха над поверхностью почвы достигала 33,0 °С. Из представленных данных можно сделать вывод, что почва при нулевой системе обработки почвы меньше теряет влагу на физическое испарение, чем при отвальной.

Одним из основных преимуществ нулевой системы обработки почвы перед отвальной является уменьшение колебания почвенной температуры (дневной и сезонной) [2]. Это является положительным фактором развития корневой системы растений, снижения интенсивности испарения продуктивной влаги, что в свою очередь оказывает благоприятное воздействие на биологическую активность почвы [3].

Данные измерений температуры почвы в пахотном горизонте показывают, что система обработки почвы влияет на изменение температурного режима почвы (табл. 2).

Анализ данных температуры почвы показывает, что различие между показателем на поверхности почвы и в среднем в пахотном горизонте достигает на отвальном фоне – 5,8 °С, нулевом – 9,9 °С. На вариантах с нулевой системой обработки интенсивность прогревания пахотного горизонта ниже, чем при отвальной. Фактором, сдерживающим интенсивность прогревания почвы при нулевой системе обработки, является мульчирующий слой из растительных остатков, которые не заделываются в почву.

Таблица 1 – Динамика изменения влажности почвы в метровом слое почвы в зависимости от системы обработки почвы, мм

Время взятия образца	Система обработки почвы	
	отвальная	нулевая
13.05	196	148
04.06	141	144
01.07	85	97
04.09	94	100

Таблица 2 – Температура пахотного слоя почвы в фазу кущения яровой пшеницы при различных системах обработки почвы, °С

Система обработки почвы	Глубина измерения, см			
	5	10	20	среднее
отвальная	27,9	27,5	26,1	27,2
нулевая	23,1	22,7	23,5	23,1

Примечание: температура в приземном слое почвы равна 33,0 °С, время измерений 11.30.

В представленном графике (рис. 1) показано изменение урожайности бессменной яровой пшеницы на фоне отвальной системы обработки почвы за семь лет и за четыре года после перехода на нулевую систему обработки почвы.

По трендовой линии видно, что снижения урожайности бессменной пшеницы при перехо-

де на систему без механической обработки почвы не происходит, как на фоне с минеральными удобрениями, так и без них. Различия урожайных данных яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы незначительны. Наблюдается небольшой рост урожайности, несмотря на снижение дозы азотного удобрения,

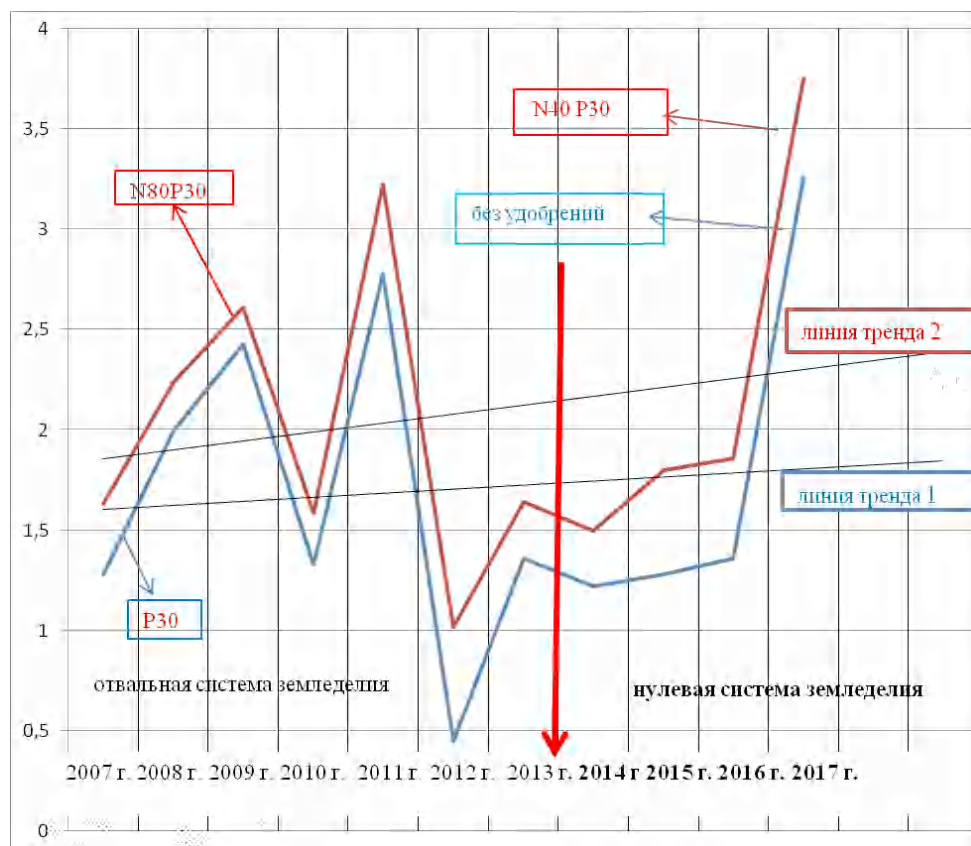


Рис. 1. Изменение урожайности бессменной яровой пшеницы при переходе с отвальной системы обработки почвы на нулевую, т/га

Таблица 3 – Показатели качества зерна при бессменном возделывании яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы

Система обработки почвы	Фон минерального питания	Показатель	
		белок, %	клейковина, %
Отвальная	P <sub>30</sub>	15,1	28,9
	N <sub>80</sub> P <sub>30</sub>	16,6	33,3
Нулевая	без удобрений	13,6	23,6
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	14,8	29,5

Таблица 4 – Рентабельность производства зерна в зависимости от системы обработки почвы

Система обработки почвы	Фон минерального питания	Рентабельность, %
отвальная	P <sub>30</sub>	40,8
	N <sub>80</sub> P <sub>30</sub>	13,4
нулевая	без удобрений	50,9
	N <sub>40</sub> P <sub>30</sub>	49,4

Примечание: цена на зерно: клейковина 23–24% – 7300 руб./т; 27% и более – 7700 руб./т.



с  $N_{80}$  на  $N_{40}$ . Это можно объяснить более благоприятными условиями увлажнения почвы и ее температурой, при которых лучше идет формирование корневой системы, интенсивность кущения и закладка колоса.

В свою очередь переход на нулевую систему обработки почвы и снижение уровня применения азотных удобрений повлияли на снижение таких показателей качества зерна яровой пшеницы, как содержание клейковины и белка (табл. 3).

Минеральный азот почвы, по-видимому, при более благоприятном водном режиме в основном использовался растениями на формирование урожая зерна культуры. Для повышения качественных показателей зерна необходимо дополнительно вносить минеральный азот.

Одним из основных показателей при оценке технологии возделывания сельскохозяйственных культур является рентабельность производства продукции (табл. 4).

Применение нулевой системы обработки почвы в технологии возделывания яровой пшеницы повысило рентабельность производства зерна на 10,1 и 36,0% в зависимости от фона минерального питания. Рост рентабельности при нулевой системе обработки почвы связан

с сокращением количества технологических операций и заменой их химическими обработками.

Таким образом, в технологии возделывания яровой пшеницы при переходе с отвальной системы обработки почвы на нулевую не получено снижения урожайности зерна. Отмечена тенденция роста этого показателя за счет улучшения режима влажности и температуры почвы. Получено увеличение рентабельности на 10,1 и 36,0% в зависимости от фона минерального питания. При этом происходит снижение таких показателей качества зерна, как содержание клейковины и белка, обусловленное недостаточным азотным режимом питания растений.

### Список литературы

1. Коротких Н. А., Власенко Н. Г., Кастючик С. П. Влагообеспеченность яровой пшеницы при технологии No-Till в лесостепи Приобья // Земледелие. 2013. № 3. С. 21–23.
2. Необходимое пособие по технологии No-till САНТФА / под ред. Роэн В. Рэйнбоу и Дэниса В. Сли. 27 с.
3. Степанова Ю. В. Влияние способов основной обработки почвы на микробиоту и урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья : автореф. Кинель, 2012. 23 с.

---

**Анисимов Юрий Борисович**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: anisimov.1964@bk.ru.

**Агеев Анатолий Александрович**, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: ageev.aa62@mail.ru.

**Вражнов Александр Васильевич**, член-корреспондент РАН, зам. директора по внедренческой и научно-инновационной деятельности, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

## РАСЩЕПЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ В ПОТОМСТВЕ РАНЕТКИ ПУРПУРОВОЙ, ЯБЛОНИ *MALUS BACCATA*, *MALUS NIEDZWETZKIANA*

Н. В. Глаз, Л. В. Уфимцева, А. А. Васильев

Морфологические признаки являются важнейшими для анализа изменений признаков при гибридизации различных видов яблони. В статье на основании морфологических различий строения листа рассмотрены вопросы генетической однородности семенного потомства сорта яблони Ранетка пурпуровая, районированного с 1947 года по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам в качестве основного семенного подвоя, и отдельных деревьев яблони видов *Malus baccata*, *Malus niedzwetzkiiana*. На основании данных различия биометрических показателей, полученных в результате измерения вегетативного прироста, диаметра штамба, анализа морфологического строения листьев, сделаны выводы, подтверждающие расщепление признаков исходного сорта в семенном потомстве. Дана оценка семенного потомства Ранетки пурпуровой с точки зрения выравненности сеянцев, их подходов к прививке, однородности ее потомства с точки зрения повторения исходных признаков как показателя стабильности. Отмечено заметное отставание развития семенного потомства Ранетки пурпуровой внутри популяций семенного потомства Ранетки гибридной и видов яблони *Malus baccata*, *Malus niedzwetzkiiana*. При сравнении характера прироста у семенного потомства Ранетки пурпуровой и его вегетативного, с помощью окоренения полуодревесневших черенков, материала сделано заключение о более интенсивном развитии корнесобственного материала. Сделано предположение, что более высокие темпы развития вегетативного потомства, возможно, связаны с более сильным развитием мочки корневой системы у вегетативного потомства при высадке в поле и более быстрой адаптации при пересадке. Предложено, что разнородность семенного потомства Ранетки пурпуровой может являться причиной различной степени совместимости отдельных сортов и проявляющейся в разной степени жизнеспособности саженцев и деревьев в каждом конкретном случае взаимодействия генотипов подвоя и привоя.

*Ключевые слова:* яблоня, Ранетка пурпуровая, *Malus baccata*, *M. niedzwetzkiiana*, изменчивость потомства, морфологические признаки.

Ранетка пурпуровая помимо продовольственного назначения во многих регионах рекомендована для использования в качестве сильнорослого семенного подвоя [1, 2]. Ее семенное потомство обладает рядом положительных качеств: выравненностью сеянцев, дружным подходом к прививке, достаточно гладким штамбом, высокой зимостойкостью и совместимостью с большинством культурных сортов. Представляет собой интерес однородность ее потомства с точки зрения повторения исходных признаков как показателя стабильности.

Одной из главных проблем семенного подвоя является специфическая несовме-

стимость привойно-подвойных комбинаций с некоторыми сортами. Так, М. А. Мазунин отмечал плохую совместимость прививок сорта Летнее полосатое, в насаждениях которого обнаруживалось до 8% деревьев с плохой совместимостью. У многих новых крупноплодных сортов и отборных форм селекции Южноуральского НИИ садоводства и картофелеводства плохая совместимость достигает при прививке на сеянцы Ранетки пурпуровой 24–35% несовместимых деревьев. Однородность сеянцев Ранетки пурпуровой с точки зрения повторения исходных признаков, по нашему мнению, может дать информацию для



ответа на причину частной несовместимости отдельных сортов.

**Цель исследований** – установить наличие типичности морфологического строения листа в семьях семенного потомства отдельных деревьев яблони различных видов и сортов в сравнении с их вегетативным потомством.

#### Материал и методы исследований

Нами в ЮУНИИСК в соответствии с Программой и методикой селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур (ВНИИСПК, 1995); Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (ВНИИСПК, 1999) поставлен опыт по наблюдению за однородностью семенного потомства различных видов яблони. Семенное потомство Ранетки пурпуровой сравнивали на однородность относительно различий корнесобственных растений Ранетки пурпуровой, а также отдельных деревьев Ранетки гибридной, семенного потомства *M. baccata*, *M. niedzwetzkiiana*. Семена яблони собирали с определенного дерева, присваивали ему номер, отмечали видовую принадлежность. Посев каждой семьи производился отдельно. В конце периода вегетации учитывали показатели вегетативного прироста, диаметра штамба, проводили сбор гербария листовых пластинок для анализа морфологического строения. Важнейшим отличительным признаком растения является морфологическое строение листа [3]. С каждого дерева отбирали по 1 листу со средней зоны хорошо развитого побега.

#### Результаты исследований

Сеянцы каждой семьи яблони были высажены обособленно на постоянное место в сад, где ежегодно проводятся биометрические учеты прироста и листовой поверхности за каждой семьей семенного потомства индивидуально. Масса 1000 г семян у различных семей была в значениях, близких 13 г, анализ данных показал значительное превышение массы у Ранетки гибридной 1-11 (табл. 1).

Из данных таблицы можно сделать вывод о заметном отставании развития семенного потомства Ранетки пурпуровой внутри популяций семенного потомства Ранетки гибридной и видов яблони *M. niedzwetzkiiana*, *M. baccata*, находящихся в изучении. При сравнении характера прироста у семенного потомства Ранетки пурпуровой и его вегетативно размноженного материала мы можем сделать заключение о более интенсивном развитии корнесобственного материала. Корнесобственные растения превышали по показателю длины вегетативного прироста семенное потомство на 42,8 см или 45,8 %, а диаметру штамба на 55 %. Более сильным развитием вегетативного потомства по сравнению с семенным отличались растения и в семье Ранетки гибридной №1-11. Более высокие темпы развития вегетативного потомства, возможно, связаны с более сильным развитием мочки корневой системы у вегетативного потомства при посадке в поле и более быстрой адаптации при пересадке.

По характеру однородности признаков внутри популяций сеянцев наблюдаются различия:

Таблица 1 – Биометрические показатели развития семенного и вегетативного потомства отдельных видов и сортов яблони

№	Название вида семьи, сорта	масса 1000 семян г	Вегетативный прирост, см			Диаметр корневой шейки, мм		
			2015	2016	2017	2015	2016	2017
Сеянцы								
1	Ранетка пурпуровая (Контроль)	13,0	15,9	22,8	50,6	0,37	0,46	0,77
2	<i>M. niedzwetzkiiana</i> 1-14	13,0	10,7	25,6	59,0	0,32	0,52	0,86
3	<i>M. niedzwetzkiiana</i> 1-20	13,0	26,5	34,0	56,6	0,50	0,68	0,85
4	Ранетка гибридная 1-18	12,8	9,6	30,2	67,2	0,27	0,55	0,91
5	Ранетка гибридная 1-11	17,2	12,0	32,1	71,4	0,32	0,61	1,01
6	<i>M. baccata</i> 1-19	13,2	16,0	30,2	67,2	0,39	0,60	1,00
Корнесобственные растения								
7	Ранетка пурпуровая корнесобственная		25,0	37,4	93,4	0,42	0,84	1,4
8	Ранетка гибридная 1-18		24,5	42,4	106,8	0,43	0,57	0,95
		НСР <sub>05</sub>	4,2	5,6	7,2	0,11	0,15	0,15



по размеру и форме листовой пластинки, расчлененности края листа, форме и размеру прилистников (рис. 1–4). Для анализа морфологических различий семенного потомства яблони по форме листовой пластинки с каждого дерева отбирали по 1 листу со средней зоны хорошо развитого побега.

В семье сеянцев Ранетки пурпуровой (рис. 1) растения в основном были со средним

размером листа, с мелким размером листа было 15,6%, по форме большая часть листьев овальной и яйцевидной формы, листьев с округлой и яйцевидной формой 3%, зазубренность листа зубчатая, пильчатая, двоякопильчатая. Отсутствовали листья с цельным краем и городчатой зазубренностью края листовой пластинки. Верхушка листа остроконечная и заостренная, форма основания округлая и дуговидная.



Рис. 1. Лист различных сеянцев семьи Ранетка пурпуровая (контроль)



Рис. 2. Лист различных сеянцев семьи 1-14 *M. niedzwetzkiiana*



Рис. 3. Лист различных сеянцев семьи 1-18 (Ранетка гибридная)



При сравнении листовых пластинок различных сеянцев семьи Ранетка пурпуровая (рис. 1) со строением листовой пластинки различных растений вегетативно размноженного сорта Ранетка пурпуровая (рис. 5) можно сделать вывод о высокой однородности морфологического строения листьев, взятых с разных растений вегетативно размноженного сорта Ранетка пурпуровая.

Высокую типичность и однородность можно констатировать при рассмотрении листьев с различных растений сорта Ранетка пурпуровая, полученных способом вегетативного размножения (рис. 5). Листья, отобранные с разных растений одного и того же сорта, типичны по строению. Листья растений семенного потомства Ранетки пурпуровой хотя и не имеют резких отличий морфологического строения, но сходства не имеют. Таким образом, в семенном потомстве Ранетки пурпуровой наблюдаются значительные различия, что свидетельствует о расщеплении наследуемых призна-

ков, аналогичные выводы нами были сделаны при анализе семенного потомства во всех изучаемых семьях яблони, относящихся к видам *M. baccata*, *M. niedzwetzkiiana*.

Разнородность семенного потомства Ранетки пурпуровой может являться причиной различной степени совместимости отдельных сортов, проявляющейся в разной степени жизнеспособности саженцев и деревьев в каждом конкретном случае взаимодействия генотипов.

К отличиям развития можно отнести и более раннее вступление в фазу цветения вегетативного потомства Ранетки пурпуровой. Так, в 2017 году отмечено цветение 43% корнесобственных растений Ранетки пурпуровой, полученной в 2015 году способом зеленого черенкования, высаженной весной 2016 года. Примечательно, что при всех равных условиях у растений вегетативно размноженного потомства Ранетка гибридная № 1–18 вступления в цветение не отмечено ни у одного корнесобственного саженца.



Рис. 4. Лист различных сеянцев семьи 1-19 *M. baccata*



Рис. 5. Лист различных растений вегетативно размноженного сорта Ранетка пурпуровая (контроль 2)

### Выводы

1. Семенное потомство Ранетки пурпуровой имеет высокую долю изменчивости в потомстве по признакам: размер и форма листовой пластинки, рассеченность края листа, форма и размер прилистников.

2. Толщина сеянцев в зоне корневой шейки у различных семей яблони, относящихся к *M. baccata*, *M. niedzwetzkiiana*, Ранетки пурпуровой, в равной степени отвечает требованиям для семенного подвойного материала.

3. Динамика развития вегетативного прироста первого года у семей сеянцев яблони сибирской и Ранетки пурпуровой при дальнейшем развитии не сохраняется. Сеянцы сорта Ранетка пурпуровая в дальнейшем отставали в росте в сравнении с потомством сеянцев *M. baccata*, *M. niedzwetzkiiana*, Ранетки гибридной, изучаемых в полевом опыте.

4. Вегетативно размноженное потомство Ранетки пурпуровой склонно к скороплодности и представляет интерес для использования в качестве клонового подвоя.

### Список литературы

1. Мазунин М. А. Подвой для яблоневых садов Южного Урала // Уральские нивы. 1972. № 12. С. 24–25.

2. Калинина И. П. Ранетка пурпуровая // Помология : в 5 т. / под общ. ред. Е. Н. Седова ; Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. Орел, 2005. С. 422–423.

3. Еремин Г. В., Седов Е. Н. Основы помологии // Помология : в 5 т. / под общ. ред. Е. Н. Седова ; Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. Орел, 2005. С. 7–21.

---

**Глаз Николай Владимирович**, канд. с.-х. наук, зав. отделом садоводства, ФГБНУ Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства.

E-mail: [uyniisk@mail.ru](mailto:uyniisk@mail.ru).

**Уфимцева Лариса Викторовна**, канд. биол. наук, доцент, зав. отделом инструментальных методов исследований, ФГБНУ Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства.

E-mail: [uyniisk@mail.ru](mailto:uyniisk@mail.ru).

**Васильев Александр Анатольевич**, д-р с.-х. наук, ученый секретарь ФГБНУ Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства.

E-mail: [uyniisk@mail.ru](mailto:uyniisk@mail.ru).

\* \* \*



УДК 631.527: 633.11+632.4

## РАСОСПЕЦИФИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПШЕНИЦЫ К ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНЕ

А. А. Грязнов

Изучение мировой коллекции пшеницы ВИР способствует выделению эффективных доноров устойчивости к болезням, в том числе к специализированному паразиту – пыльной головне (*Ustilago tritici* (Pers.) Iens.). Цель исследований заключалась в создании банка исходного материала для включения в селекционный процесс пшеницы в лесостепной зоне страны. Иммунологическому анализу подвергнуто 125 образцов твердой и 564 образца мягкой яровой пшеницы. Оценка проведена на искусственном инфекционном фоне с использованием вакуумного метода инокуляции колосьев спорами пыльной головни. В качестве инокулюма использованы свежесобранные хламидоспоры наиболее распространенных и вирулентных рас 38, 43, выделенных из посевов твердой пшеницы, и рас 21, 37, 44, 45, выделенных из посевов мягкой пшеницы лесостепной зоны Южного Урала и прилегающих районов Северного Казахстана. Использованы лабораторный и полевой методы исследований. Лабораторный метод заключался в изучении эмбриональной устойчивости сортообразцов коллекции. Посевом инфицированных семян в поле определяли полевую устойчивость изучаемого материала. В результате обнаружено 30,3 % сортообразцов твердой и мягкой пшеницы с высокой эмбриональной и полевой устойчивостью к специализированным расам возбудителя. Среди выделенного материала значительную селекционную ценность представляют возрастностойчивые образцы твердой пшеницы – к-44663 из Франции, к-33941, к-44747 из Италии и мягкой пшеницы – к-45200 из Болгарии, к-38203 из Швеции с поражаемым щитком зародыша и отсутствием болезни в поле. При составлении селекционных программ особое внимание рекомендуется обратить на образцы мягкой пшеницы к-44842 из Бельгии и к-45295 из США с отрицательной реакцией на внедрение мицелия паразита в зародыш семени и отсутствием поражения в поле.

*Ключевые слова:* селекция пшеницы, исходный материал, пыльная головня.

Яровая пшеница – основная зерновая культура лесостепной зоны Южного Урала и прилегающих к нему областей Сибири, Поволжья и Северного Казахстана. В настоящее время возможности расширения посевных площадей под этой культурой в регионах практически исчерпаны, и главные резервы увеличения производства зерна заключаются во всемерном повышении урожайности. Одним из важнейших эффективных мероприятий повышения продуктивности и увеличения валового сбора зерна яровой пшеницы становится создание и внедрение в производство сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков. У совре-

менного сорта высокая семенная продуктивность должна сочетаться с групповым иммунитетом к грибным заболеваниям, высоким качеством зерна, устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью и другими полезными признаками. В большинстве своем реестровые сорта во многом удовлетворяют требования производства, в частности, они потенциально продуктивны. В то же время многие из них обладают восприимчивостью к распространенным заболеваниям, в том числе к пыльной головне. По этому поводу академик Н. И. Вавилов (1935) писал: «В отношении хлебных злаков, занимающих три четверти всей посевной территории,

замена восприимчивых сортов устойчивыми формами, по существу, является наиболее доступным способом в борьбе с такими заболеваниями, как ржавчина, мучнистая роса, пыльная головня» [1]. Это означает, что создание сортов с комплексной болезнестойкостью является радикальным решением проблемы защиты растений от патогенов.

Однако селекция новых сортов сопряжена с рядом затруднений. В работе необходимо учитывать внутривидовую дифференциацию патогенов, так как появление новых, более агрессивных рас и их адаптация к возделываемым сортам приводит к потере ранее имеющейся устойчивости. В связи с этим особое внимание должно быть обращено на создание сортов с комплексной расоспецифической устойчивостью к возбудителям. Задача может быть решена путем гибридизации с использованием исходного материала, обладающего вертикальной или горизонтальной устойчивостью [1, 2].

Частным проявлением все более изменяющегося климата является повышение пасмурности и влажности воздуха, что способствует усиленному спороношению грибов, в том числе видов головни [3, 4]. При отсутствии устойчивых сортов возрастает вред, наносимый патогеном, и в этом случае приходится активно использовать химическую защиту семян. Вредоносность патогена заключается не только в снижении урожая, но и в снижении его качества и может проявляться как в явном разрушении пораженных колосьев, так и в скрытых потерях, которые могут намного превышать явные потери и выражаются обычно в значительном снижении полевой всхожести пораженных семян [5, 6]. Снижается физиологическая активность растений, так как угнетаются функции вегетативных органов. Внешне заболевание может проявляться как в разрушении всего колоса, так и его отдельных частей. Иногда болезнь наблюдается на осях или чешуйках колосков в виде отдельных штрихов. Мицелий паразита обнаруживают в вегетативных органах пшеничного растения – во влагалищной части, в листовых пластинках и даже в корнях. Растения, пораженные пыльной головней, сильнее испаряют воду, у них отмечается повышенное дыхание во все периоды роста, ниже осмотическое давление и содержание воды в клетках растений [3].

Еще в 60-е годы прошлого столетия пораженность лучших сортов пшеницы в производственных посевах достигала: Саратовская 29 (мягкая) – 0,13%, Харьковская 46 (твердая) –

0,28%, а пораженность восприимчивого сорта Цезиум 111 – 0,7–4,0%.

Со временем селекционная работа в стране все более совершенствовалась. По данным госсортоучастков Челябинской области в 2008–2015 гг., на посевах сортов озимой мягкой пшеницы Отан и Башкирская 10 поражения пыльной головней на естественном инфекционном фоне не наблюдалось. Также в 2013–2015 гг. не поражался сорт твердой яровой пшеницы Жемчужина, что является свидетельством высокой эффективности селекционной работы с культурой пшеницы.

Согласно требованию ГОСТ Р 52325-2005, посева оригинальных семян категории ОС мягкой и твердой пшеницы по результатам полевой апробации должны быть свободны от поражения пыльной головней. В посевах категорий ЭС, РС и РСт возможно наличие пораженных колосьев в пределах 0,1–0,3% и 0,5% соответственно [7]. Однако по этому поводу есть мнение, что «в производстве мы не имеем сортов, абсолютно устойчивых к пыльной головне, в то же время требования к посевам элиты по этому показателю совершенно необоснованно завышены, а вредоносность пыльной головни фантастически преувеличена» [8]. Тем не менее, пыльная головня остается в числе опасных фитопатологических объектов на пшенице. Так, в 2016 году в Кунашакском районе Челябинской области распространение пыльной головни на посевах яровой пшеницы достигло 1,2% на площади 0,1 тыс. га [9].

Успех выведения новых сортов, сочетающих в себе устойчивость к болезням с другими хозяйственно-ценными качествами, в значительной степени зависит от правильного подбора исходного материала. Изучение мировой коллекции по признаку иммунитета или восприимчивости дает богатый материал для познания иммунитета пшениц к инфекционным заболеваниям и способствует выделению эффективных доноров устойчивости.

Накоплено немало данных по оценке исходного материала в отношении устойчивости к одному или нескольким заболеваниям на естественном и искусственном инфекционных фонах. В этой связи особенно актуальны данные по устойчивости исходного материала к видам головни в условиях как естественного, так и искусственного заражения.

**Цель исследований** заключалась в создании банка исходного материала с высокой устойчивостью к возбудителю пыльной голов-



ни пшеницы (*Ustilago tritici (Pers.) Iens.*) и последующей рекомендации для включения в селекционный процесс.

### Материалы, методы, условия проведения исследований

Иммунологическому анализу подвергнут материал в количестве 125 образцов твердой (*T. durum*) и 564 образца мягкой (*T. aestivum*) яровой пшеницы.

Степень пораженности образцов определяли по результатам многолетнего (1989–2002 гг.) изучения. Оценка коллекции пшениц по устойчивости к возбудителю болезни проведена на искусственном инфекционном фоне. В работе использованы два метода определения устойчивости сортов – полевой и лабораторный.

Для заражения колосьев пыльной головней использован вакуумный метод В.И. Кривченко [10] в нашей модификации. Инокуляция проведена с учетом специализации возбудителя головни. В качестве инокулюма взяты свежесобранные хламидоспоры возбудителя, собранные в лесостепной зоне Южного Урала и прилегающих районах Северного Казахстана. Использованы наиболее распространенные и вирулентные расы 21, 37, 44, 45, выделенные из посевов мягкой пшеницы, и расы 38, 43, выделенные из посевов твердой пшеницы.

Инфекционная нагрузка – 0,5 г заразного начала на 1 л воды. На следующий год инфицированные семена подвергали лабораторному и полевому анализу.

Погодные условия в годы исследований сложились достаточно благоприятно для инокуляции колосьев пшеницы. Средняя относительная влажность воздуха в июле месяце колебалась в пределах 55–80%, среднесуточная температура воздуха составляла 18,8–22,3%.

Лабораторный анализ заключался в исследовании эмбриональной устойчивости материала к возбудителю пыльной головни по методу В.И. Кривченко [10]. Для анализа использовали 100–120 штук семян каждого из инокулированных образцов. Зародыши от эндосперма отделяли путем кипячения в слабом растворе

щелочи с последующим окрашиванием гифов мицелия анилиновым синим красителем. Просмотр окрашенных зародышей осуществляли под микроскопом при малом увеличении ( $\times 24$ ).

Тип полевой устойчивости образцов определен по числу пораженных колосьев:

- 0 – высокоустойчивые 0,0%;
- 1 – практически устойчивые не более 10%;
- 2 – слабовосприимчивые до 25%;
- 3 – средневосприимчивые до 50%;
- 4 – сильновосприимчивые более 50%.

Для контроля качества инокуляции пыльной головней использованы два восприимчивых сорта – Акмолинка 5 (твердая) и Шортандинка (мягкая пшеница). Инфицированные семена контрольных сортов высевали через каждые 20 образцов изучаемой коллекции. Сильное поражение на уровне 83,5–88,5% (Акмолинка 5) и 70,5–98,0% (Шортандинка) свидетельствовало о достаточно жестком инфекционном фоне патогена, способствующем объективной оценке изучаемого материала.

### Результаты исследований

В таблице 1 представлена характеристика изучаемого материала пшеницы по устойчивости к возбудителю болезни.

Анализ данных показывает, что инокуляция образцов видов пшеницы выявила среднее и сильное поражение большей части испытуемой коллекции – 56,8% внутри вида твердой и 52,7% образцов мягкой пшеницы. Высокая степень поражения отмечена у восприимчивых сортообразцов мягкой пшеницы из Голландии (к-45667), Чехословакии (к-45716), Афганистана (к-45535) с поражением от 72,5 до 88,0%.

Достаточно большой объем коллекции занимают ценные образцы с типом устойчивости 0–1: 28,8% твердая пшеница и 18,1% мягкая пшеница. Таким образом, можно считать, что иммунитет к пыльной головне – явление довольно распространенное среди изучаемых видов пшеницы.

Устойчивые и слабопоражаемые образцы обоих видов пшеницы чаще встречаются в составе форм гибридного происхождения –

Таблица 1 – Полевая устойчивость коллекционного материала пшеницы к пыльной головне

Вид пшеницы	Количество изученных образцов	Распределение образцов (в %) по типам устойчивости				
		0	1	2	3	4
<i>T. durum</i>	125	21,6	7,2	14,4	15,2	41,6
<i>T. aestivum</i>	564	8,7	9,4	29,2	30,5	22,2

51,7% среди твердой и 53,1% среди образцов вида мягкой пшеницы. Наибольшее количество устойчивых образцов твердой пшеницы обнаружено в западноевропейской и западносредиземноморской гибридных группах.

В результате исследований из состава изученной коллекции выделены сортообразцы твердой пшеницы, характеризующиеся комплексной устойчивостью к расам патогена (табл. 2).

Включение представленных образцов в селекционный процесс может способствовать выявлению эффективных доноров устойчивости к комплексу специализированных рас патогена.

Внутри коллекции мягкой пшеницы также выделен исходный материал с высокой полевой устойчивостью к патогену (табл. 3).

Параллельное использование полевого и лабораторного методов исследования позволило выделить материал с возрастной устойчивостью к болезни – 21,6% твердой и 8,7% мягкой пшеницы.

Возрастноустойчивые формы отличаются положительной реакцией зародыша к патогену и отсутствием поражения в поле. Изучение эмбриональной устойчивости позволило дифференцировать резистентные формы по их способности противостоять внедрению паразита

Таблица 2 – Образцы твердой пшеницы с высокой полевой устойчивостью к пыльной головне (популяция рас 37 и 38)

№ каталога ВИР	Сорт	Разновидность	Страна происхождения
33941	Capelli	<i>leucomelan</i>	Италия
44747	Tunisina	<i>erythromelan</i>	Италия
44762	Luce 204	<i>melanopus</i>	Италия
45066	Maliani 5 b	<i>erythromelan</i>	Италия
44653	Zenati × Cfrltton 26972	<i>leucomelan</i>	Франция
44663	Bishri × Precoce	<i>leucomelan</i>	Франция
45419	4 B 231	<i>melanopus</i>	Канада
43122	Candéal 1	<i>leucomelan</i>	Чили
43123	Candéal 5	<i>leucomelan</i>	Чили
15982	–	<i>horanoleucurum</i>	Турция
17109	–	<i>horanoaffine</i>	Сирия

Таблица 3 – Образцы мягкой яровой пшеницы с высокой полевой устойчивостью к комплексу рас (21, 37, 38) пыльной головни

№ каталога ВИР	Сорт	Разновидность	Страна происхождения
44289	–	<i>ps. meridionale</i>	Индия
43049	–	<i>albidum</i>	Иран
45372	Vinkaflaur	<i>erythrosperrum</i>	Марокко
40152	Ariano 8	<i>albidum</i>	Тунис
42787	Лютесценс 128	<i>lutescens</i>	Болгария
45200	Димитровка 5-2 ИЗР	<i>erythrosperrum</i>	Болгария
43107	Baffle	<i>alborubrum</i>	Чили
47700	Dwarf S 951 A 5	<i>erythrosperrum</i>	Родезия
44714	Frassino	<i>lutescens</i>	Италия
33277	Rouge prolific barbu	<i>ferrugineum</i>	Франция
44842	Yufy 1	<i>milturum</i>	Бельгия
38203	Svalöfe Rubin	<i>ferrugineum</i>	Швеция
44570	Kendee	<i>albidum</i>	Австралия
46967	Folk	<i>ferrugineum</i>	США
44435	Chinese	<i>lutescens</i>	Канада
47958	Cheg × Gto	<i>ferrugineum</i>	Мексика
43137	Barletta 10	<i>erythrosperrum</i>	Аргентина





в период формирования зародыша. В этой связи предлагается следующая классификация материала с возрастной устойчивостью к пыльной головне.

**Класс 1.** Сорты с незначительным количеством мицелия в щитке зародыша (не более 10%), зародышевые почки и корешки свободны от поражения. В поле болезнь не проявляется. Сюда отнесены лишь два образца мягкой пшеницы: к-44842 из Бельгии и к-45295 из США. Слабое проникновение мицелия гриба в щиток свидетельствует о значительной ответной реакции таких растений уже на эмбриональной стадии развития семени. Подобные формы – это наиболее ценный исходный материал для селекции пшеницы на устойчивость к пыльной головне.

**Класс 2.** Сорты с поражением щитка зародыша до 100%. Зародышевые почки и корешки свободны от грибницы. Поражение в поле отсутствует. В данную группу отнесены сортообразцы твердой пшеницы – к-44663 из Франции, к-33941, к-44747 из Италии и мягкой пшеницы – к-45200 из Болгарии, к-38203 из Швеции.

**Класс 3.** Сортообразцы с сильно инфицированным щитком (до 100%). Зародышевые почки поражены незначительно (до 5%). В поле заболевание не проявляется – к-16153 из Алжира и к-16461 из Марокко (твердая пшеница), к-43190 из Германии, к-45643 из Франции и другие формы мягкой пшеницы.

**Класс 4.** Сорты с сильным проникновением мицелия в щитки (до 100%) и в зародышевые почки (более 5%). У подобных форм в период цветения-формирования семян ответные реакции на внедрение гриба выражены слабо. Однако к моменту созревания семян наблюдается заметный лизис мицелия и, как следствие, отсутствие поражения в поле. Подобной реакцией характеризуются следующие формы пшеницы: к-21825 из Португалии (твердая пшеница); к-42787 из Болгарии, к-44393, к-45294 из США (мягкая пшеница).

Классификация коллекции на основе лабораторного и полевого анализов глубже раскрывает ценность выделенного материала, дает возможность селекционерам точнее подбирать исходный материал для селекции пшеницы на устойчивость к пыльной головне.

### Выводы

В условиях искусственной инокуляции цветков пшеницы создан банк исходного материала для селекции пшеницы на устойчивость

к пыльной головне. Обнаружены сортообразцы твердой и мягкой пшеницы, обладающие высокой комплексной полевой устойчивостью к специализированным расам возбудителя.

Изучение исходного материала по устойчивости к головневым заболеваниям в эколого-географическом плане позволило выделить группы пшениц, в состав которых входит значительный объем устойчивого материала. Сортимент стран Западной и Центральной Европы, Юго-Запада и Юга Европы, Северной и Латинской Америки характеризуется большим числом устойчивых форм. Подобный материал обнаружен в составе западноевропейской и западносредиземноморской гибридных групп твердой пшеницы и мексиканской короткостебельной, западноевропейской, североамериканской и других гибридных групп мягкой пшеницы.

Образцы мягкой пшеницы к-44842 из Бельгии и к-45295 из США с отрицательной реакцией на внедрение мицелия представляют большую ценность для использования в селекционном процессе.

Значительную селекционную ценность представляют также возрастнотвердые образцы твердой пшеницы – к-44663 из Франции, к-33941, к-44747 из Италии, мягкой пшеницы – к-45200 из Болгарии и к-38203 из Швеции с сильным поражением щитка при одновременном отсутствии болезни в поле.

### Рекомендации

При формировании селекционных программ пшеницы на устойчивость к возбудителю пыльной головки для селекционеров лесостепной зоны рекомендуется использовать исходный материал с высокой эмбриональной и полевой устойчивостью – к-44842 из Бельгии и к-45295 из США (мягкая пшеница), а также возрастнотвердые образцы твердой пшеницы – к-44663 из Франции, к-33941, к-44747 из Италии, мягкой пшеницы – к-45200 из Болгарии и к-38203 из Швеции.

### Список литературы

1. Вавилов Н. И. Селекция как наука // Теоретические основы селекции : в 3 т. / под ред. Н. И. Вавилова. М. ; Л. : ГИЗ с.-х. совх. и колх. лит-ры, 1935. Т. 1 : Общая селекция растений. С. 1–14.
2. Ван дер Планк Я. Е. Устойчивость растений к болезням. М. : Колос, 1972. 254 с.
3. Грязнов А. А. Теоретические и прикладные аспекты иммунитета в селекции зерновых культур : монография. Челябинск, 2005. 173 с.

4. 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.

5. Влияние графитосодержащих продуктов на полевую всхожесть семян и урожайность яровой пшеницы и кукурузы / А. А. Шабунин, О. С. Батраева, С. М. Красножон, Н. А. Теличкина // Сельскохозяйственные науки – агропромышленному комплексу России : матер. Международной науч.-практ. конференции (Миасское, 2017) / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. С. 147–152.

6. Губанов М. В., Губанова В. М., Белкина Р. И. Устойчивость образцов коллекции ячменя к заболеваниям в Северном Зауралье // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Агроэкологические и организационно-экономиче-

ские аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий». Чебоксары, 2017. С. 36–39.

7. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 52325-2005. М., Стандартинформ, 2005. 19 с.

8. Яровая пшеница в Восточной Сибири (биология, экология, селекция и семеноводство, технология возделывания) / под ред. Н. Г. Ведрова ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 1998. 312 с.

9. Краткий обзор фитосанитарной обстановки в Челябинской области в 2016 году и прогноз распространения и развития вредных объектов в 2017 году / Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Челябинской области. Челябинск, 2017. 145 с.

10. Кривченко В. И. Методика определения зараженности семян пшеницы и ячменя пыльной головней. М., 1971. 9 с.

---

**Грязнов Анатолий Александрович**, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры агротехнологии, селекции и семеноводства, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [granal@yandex.ru](mailto:granal@yandex.ru).

\* \* \*

УДК 631.445.4: 631.48(470.55)

## **МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**И. А. Захарова, Х. С. Юмашев**

Целью представленных исследований, проведенных по программе мониторинга почв сельскохозяйственного назначения, является анализ морфологического строения черноземных почв Челябинской области на примере разрезов, заложенных по данной программе. Почва на участке мониторинга идентична основному типу, подтипу и разновидности почвы на возможно большей окружающей территории данной природной зоны. При проведении исследований была сделана топографо-геодезическая привязка стационарных реперных площадок с целью использования их в будущем для выполнения аналогичных работ, наличие географических координат по каждому почвенному разрезу позволяет быстро и точно определить их местонахождение. В статье приведено морфологическое описание почвенных разрезов, заложенных по программе мониторинга почв сельскохозяйственного назначения в разных районах Челябинской области на целине и пашне. Результаты проведенных исследований показали различия в строении черноземных почв. Это касается почвообразующей породы разных подтипов почв. Почвообразующая порода черноземов обыкновенных представлена бурой карбонатной глиной, черноземов выщелоченных – карбонатным средним и легким суглинком, южных – желто-бурой карбонатной глиной. Отмечены различия в морфологическом строении пахотных и целинных почв. В целинных почвах структура в горизонте А в большинстве случаев комковатая и комковато-зернистая, а на пашне структура данного горизонта меняется на комковато-пылеватую.

*Ключевые слова:* почвенный разрез, мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, черноземные почвы, сравнительный анализ, морфологическое строение, гранулометрический состав, материнская порода, структура почвы, целинные угодья, пахотные угодья.

Черноземы являются лучшими почвами мира. С полным основанием можно сказать, что продовольственная безопасность любого государства во многом определяется продуктивностью черноземов. Они характеризуются идеальной сбалансированностью всех факторов почвообразования и считаются почвенным эталоном [1].

Черноземы сформировались в течение длительного времени – в позднем плейстоцене, семь тысяч лет назад. Ведущим процессом почвообразования при этом был дерновый, обусловивший развитие мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, накопление элементов

питания растений и оструктуривание профиля [2]. Черноземные почвы, одни из самых плодородных, в Челябинской области занимают около четырех тысяч га, составляют основу почвенного покрова лесостепной и степной зон и лишь небольшими контурами встречаются в горно-лесной зоне. Растительность и климатические условия этих зон различны, это накладывает отпечаток на характер формирующихся здесь черноземных почв [3, 4, 5].

Черноземные почвы имеют огромное биосферное, экологическое, экономическое, хозяйственное и научное значение. Поэтому им посвящено большое количество научных работ.

Но работ, посвященных генетическим и производственным свойствам черноземов Челябинской области, до настоящего времени немного. В основном это работы Ю. Д. Кушниренко, А. П. Козаченко, И. В. Синявского.

### Обоснование исследований

Большую научную и практическую значимость приобретают периодические учеты состояния почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения позволяет получить ценную информацию о процессах, происходящих в почвах на всей территории области, без которой невозможно планировать технологию производства растениеводческой продукции, определять стратегию в земледелии [6]. Немаловажную роль при проведении мониторинга играет изучение морфологического строения почв.

При лаборатории агрохимии, мониторинга почв и массовых анализов ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» сформирован банк постоянного хранения исходных почвенных образцов, отобранных в разрезах по генетическим горизонтам и в прикопках на стационарных реперных площадках. Кроме того, создан музей почвенных монолитов.

### Методика исследований

При выборе стационарных пунктов мониторинга брались во внимание следующие обязательные условия:

- охват всего разнообразия природных зональных условий области в районах с развитым сельским хозяйством;
- типичность почвы на площадках мониторинга почвенному покрову данной зоны;
- типичность природных условий по отношению к зональным особенностям;
- обязательное наличие наиболее распространенных в данной зоне подтипов почвы;
- максимальная широта охвата территории области от ее северной границы (Нязепетровский район) до южной (Брединский район) и от западной границы (Катав-Ивановский район) до восточной (Октябрьский район);
- возможность сравнения целины и пашни, а также различных элементов рельефа по основным агрономическим и экологическим характеристикам.

Почвенные разрезы на пашне и целине по программе мониторинга земель заложены в

1993 году в трех природно-сельскохозяйственных зонах Челябинской области: северная лесостепная, южная лесостепная и степная зоны.

### Результаты исследований

Почти вся равнинная лесостепная и степная части Южного Урала представлены плодородными черноземами, которые постоянно используются в качестве земель сельскохозяйственного назначения. Региональной особенностью их почвообразования является преимущественно малая мощность профиля. Развитие черноземной стадии почвообразовательного процесса находит отражение в морфологических свойствах. Благодаря большому содержанию перегноя и высокой степени насыщенности основаниями черноземы имеют водопрочную комковато-зернистую структуру, а в связи с этим и благоприятные воздушные и тепловые свойства.

**Черноземы выщелоченные.** Выщелоченные черноземы являются наиболее ценными в сельскохозяйственном отношении, играют ведущую экологическую роль на территории Южного Урала. Их площадь в Челябинской области велика и составляет 1861,5 тыс. га, в том числе в лесостепи 1799,4 тыс. га. В настоящее время они почти все распаханы, занимая с северной, южной лесостепи и степи соответственно 55,49 и 23% площади пашни. В Челябинской области встречаются среднесуглинистые и тяжелосуглинистые иловато-песчаные черноземы. Для Уйского района характерны черноземы выщелоченные глинистые с преобладанием илистой фракции, составляющей около 40% всех частиц [7].

Черноземы выщелоченные преобладают в северной и южной лесостепи области. Формируются на слабоволнистой равнине, в долинах рек, преимущественно в нижних частях склонов холмов и увалов под луговыми разнотравно-злаковыми степями, которые на больших площадях распаханы. Водный режим в отдельные годы и в отдельных местоположениях промывной. Преобладающий гранулометрический состав тяжелосуглинистый. Материнскими породами преимущественно служат желто-бурые делювиальные карбонатные глины и тяжелые суглинки, встречаются и породы более легкого гранулометрического состава, иногда скелетные.

Для морфологического профиля чернозема выщелоченного характерен довольно мощный гумусовый горизонт А темно-серого или серовато-черного цвета, хотя в области и преобладают маломощные виды. Гумусовый





горизонт АВ неравномерно покрашенный с темно-сероватым буроватым оттенком, с ореховатой и мелкокомковатой структурой, иногда с белесоватой присыпкой. Уплотненный иллювиальный бескарбонатный горизонт В мощностью от 5 до 55 см очень неоднородный, языковатый, комковато-ореховатой структуры. Для этих почв характерна пониженная глубина залегания карбонатов.

Описание морфологических особенностей черноземов выщелоченных по программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения проводили по разрезам, заложенным в северной лесостепи предгорий и низменности, а также в южной лесостепной зонах. В основном исследуемые разрезы имеют сходное морфологическое строение. Наибольшей глубиной гумусового горизонта отличается разрез, расположенный в Чебаркульском районе на поле Челябинского НИИСХ, наименьшей – разрез, расположенный в Чесмен-

ском районе области. Горизонт А темно-серого или серовато-черного цвета, комковатой структуры. Горизонт АВ неравномерно покрашенный с темно-сероватым буроватым оттенком, с ореховатой и мелкокомковатой структурой, иногда с белесоватой присыпкой. Горизонт В очень неоднородный, языковатый, комковато-ореховатой структуры (рис. 1).

В основном исследуемые разрезы, представленные черноземами выщелоченными, имеют сходное морфологическое строение. Гумусовый горизонт окрашен в темно-бурый цвет, за исключением разреза, расположенного в Соновском районе, гумусовый горизонт которого темно-серый с бурым оттенком. Можно отметить, что гумусовый горизонт этого разреза слабо уплотнен в отличие от остальных.

**Черноземы обыкновенные.** Черноземы обыкновенные занимают в Челябинской области 1376,2 тыс. га. В южной лесостепной зоне

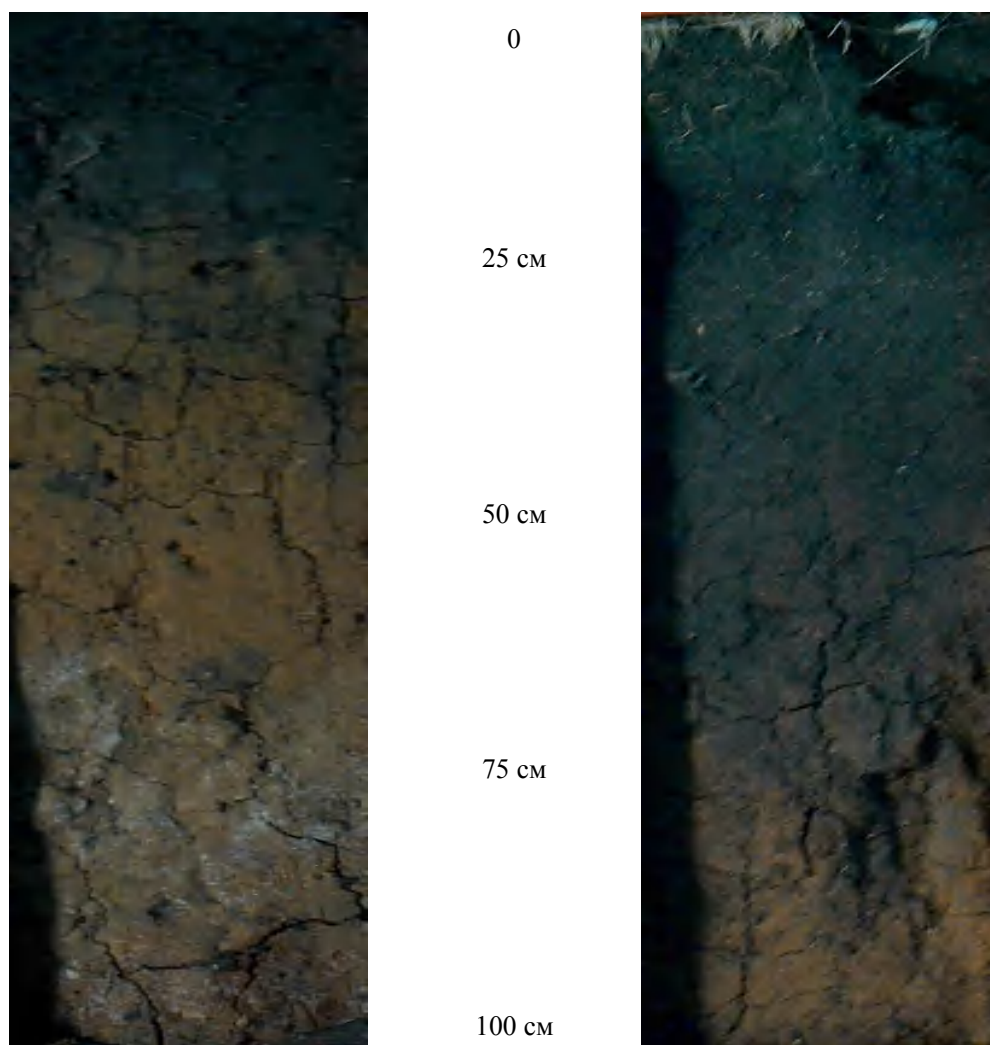


Рис. 1. Чернозем выщелоченный среднегумусный маломощный среднесуглинистый (слева – пашня, справа – целина)

на них приходится 36,0% пахотных земель, а в степной зоне – 52% пашни [8]. Встречаются они локально и в северной лесостепи.

Черноземы обыкновенные занимают хорошо дренированные равнинные повышения и верхние трети пологих склонов. Они располагаются в агроландшафтах сплошными массивами как в восточной равнинной части области, так и в западной части – в комплексе с черноземами южными. Распространены черноземы обыкновенные и в комплексах с интразональными почвами – солонцами, солончаками, солодами и другими почвами. Эти почвы имеют большое сельскохозяйственное значение, поэтому повсеместно распаханы. Но в конце XX века часто трансформировались в залежь [9–11].

При использовании в качестве сельскохозяйственных угодий при лимите влаги эти почвы деградируют: снижаются содержание гумуса, водопрочность макроструктуры, ухудшаются физические и водные свойства. Причиной их деградации является смена фитоценозов нерационально используемыми агроценозами [12, 13].

Для характеристики морфологического строения данного подтипа почв проведено описание разрезов, заложенных в южной лесостепи предгорий и степной зоне области. Почвообразующими породами являются делювиальные карбонатные глины и суглинки. По мощности гумусового горизонта среди разрезов, заложенных на черноземе обыкновенном, можно выделить разрез, расположенный в Верхнеуральском районе. Темно-бурый цвет и комковатая структура гумусового горизонта характерны для всех исследуемых разрезов.

Черноземы обыкновенные среднегумусные среднемощные в подзоне занимают относительно небольшие площади. Используются они преимущественно в пашне. Залегают на пологих склонах слабоволнистой равнины. Почвообразующими породами являются делювиальные карбонатные глины и суглинки (рис. 2). По мощности гумусового горизонта среди разрезов, заложенных на черноземе обыкновенном, можно выделить разрез 13а. Разрез 13 отличается наиболее рыхлым пахотным горизон-

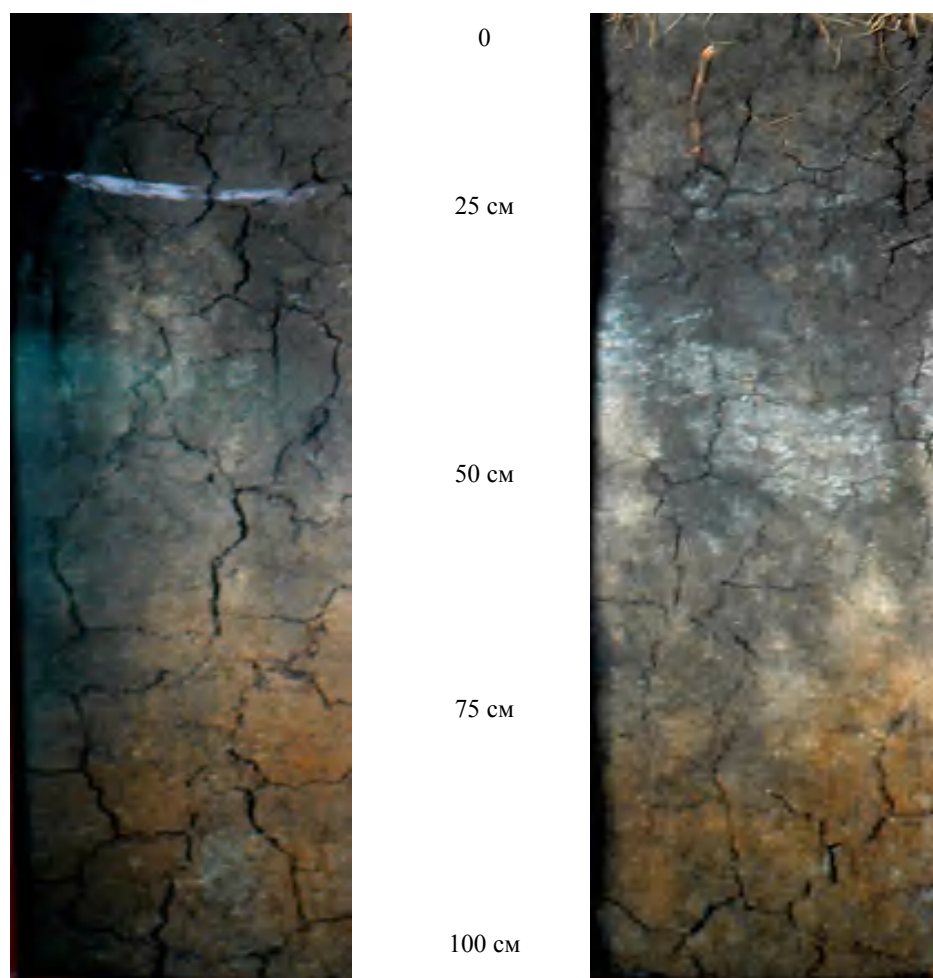


Рис. 2. Чернозем обыкновенный карбонатный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый (слева – пашня, справа – целина)



том. Темно-бурый цвет гумусового горизонта характерен для всех исследуемых разрезов.

Черноземы южные. Черноземы южные встречаются в юго-восточной части Каргалинского района, а также в Брединском районе. Формируются они на плоских повышениях слабоволнистой равнины под разнотравно-пыльно-злаковой растительностью на желто-бурых делювиальных карбонатных отложениях тяжелого гранулометрического состава, на пестроцветных породах. Морфологической особенностью черноземов южных является укороченный профиль с небольшим содержанием гумуса в верхнем горизонте. Обеспеченность почвы фосфором низкая, а калием высокая. Почвы подвержены ветровой эрозии (рис. 3).

Черноземы южные карбонатные малогумусные маломощные приурочены к повышенным плоским участкам водоразделов. Для морфологической характеристики черноземов южных карбонатных проведено описание разрезов, заложенных на целине и пашне в степной зоне области, в Брединском районе. Почва –

чернозем южный карбонатный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый. Почвообразующая и подстилающая породы – желто-бурая карбонатная глина. Пахотный слой имеет небольшую мощность 0–22 см. Горизонт АВ – комковатый, очень плотный, без новообразований и включений, имеет постепенный характер перехода в нижний горизонт. В слое В<sub>1</sub> встречаются затеки гумуса. Нижний горизонт С – влажный, бурый, глинистый, плотный. Целинный аналог данного разреза отличается сухим, бесструктурно-слитным, очень плотным горизонтом С.

### Заключение

1. Почвы в исследуемых разрезах в основном тяжелосуглинистые. Результаты проведенных исследований показали различия в строении черноземных почв. Почвообразующая порода черноземов обыкновенных представлена в основном бурой карбонатной глиной, в то время как почвообразующая порода большинства разрезов черноземов выщелоченных –

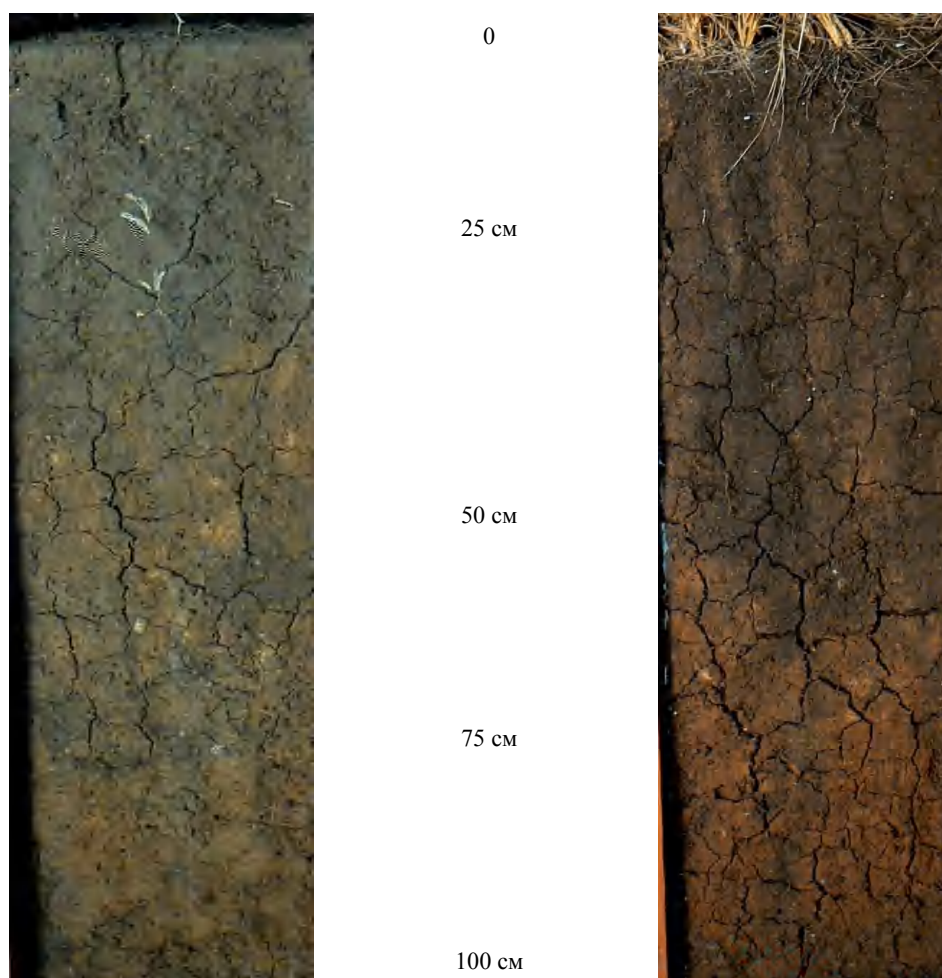


Рис. 3. Чернозем южный карбонатный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый (слева – пашня, справа – целина)



карбонатный средний и легкий суглинок. Черноземы южные имеют желто-бурую карбонатную глину в качестве почвообразующей и подстилающей породы.

2. Чернозем выщелоченный и обыкновенный имеют гумусовый горизонт темно-серой окраски и комковатую структуру в пахотном горизонте (0–20 см). Окраска гумусового горизонта чернозема южного отличается бурой окраской и комковато-пылеватой структурой. В большинстве пунктов мониторинга черноземные почвы имеют суглинистый и глинистый состав, причем преобладают средние и тяжелые суглинки.

3. Имеются различия в морфологическом строении пахотных и целинных почв. В целинных почвах структура в горизонте А в большинстве случаев комковатая и комковато-зернистая, а на пашне структура данного горизонта меняется на комковато-пылеватую.

4. Глубина вскипания карбонатов меняется от подтипа черноземной почвы. Наибольшую глубину вскипания карбонатов имеют черноземы выщелоченные (ниже 70 см). В черноземах обыкновенных и южных горизонт вскипания находится не ниже 40 см, а в отдельных случаях вскипание происходит с поверхности, примером является чернозем обыкновенный, расположенный в Кизильском районе.

#### Список литературы

1. Гуренев М. Н. Основы земледелия : учебник. М. : Агропромиздат, 1988. 478 с.
2. Вершинин П. В. Почвенная структура и условия ее формирования. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1985. 188 с.
3. Почвы Челябинской области и их агролесомелиорации / В. М. Кретинин [и др.]. Челябинск, 2010. 273 с.
4. Кушниренко Ю. Д. Плодородие почвы и пути его регулирования // Рекомендации по

освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия Челябинской области / РАСХН. ЧНИИСХ. Челябинск, 1996. С. 66–73.

5. Козаченко А. П. Обоснование приемов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области. Челябинск, 1999. 145 с.

6. Адерихин П. Г., Щербаков А. И. Влияние длительного сельскохозяйственного использования черноземов на некоторые элементы плодородия // Проблемы почвоведения, агрохимии и мелиорации. Воронеж : ВГУ, 1973. С. 49–69.

7. Кушниренко Ю. Д. Челябинская область // Агрохимическая характеристика почв СССР. Т. 8. М. : Наука, 1968. С. 219–273.

8. Козаченко А. П. Состояние почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Челябинск, 1997. 112 с.

9. Lecture Notes on the Major Soils of the world / Ed. By Paul Driessen, Jozef Deckers, Freddy Nachtergaele // FAO of the United Nations. Rome, 2001.

10. Сенькова Л. А. Состояние почв Южного Урала и проблемы их использования // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4. С. 61–62.

11. Костычев П. А. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства. М. : Сельхозгиз, 1949. 230 с.

12. Кушниренко Ю. Д. Челябинская область // Агрохимическая характеристика почв СССР. Т. 8. М. : Наука, 1968. С. 219–273.

13. Сенькова Л. А. Состояние почв агроландшафтов Южного Урала в среде антропогенного воздействия и проблема их использования // Наука и технологии. М. : РАН, 2008. Т. 2 : Труды 28 Российской школы. С. 244–250.

---

**Захарова Ирина Александровна**, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории агрохимии, мониторинга почв и массовых анализов, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Юмашев Харис Садрейевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

УДК 631.55: 633.15(470.51/.54)

## ПОДБОР ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ И ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ИХ УБОРКИ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

**Н. Н. Зезин, М. А. Намятов, В. А. Пелевин**

Дан анализ влияния сроков посева, уборки и гидротермических условий на силосную продуктивность и кормовую ценность зеленой массы различных по скороспелости гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала. В благоприятные по погодным условиям годы с суммой положительных температур за период с мая по сентябрь 2400 °С гибриды кукурузы Кубанский 101 СВ и Обский 140 СВ достигали фазы молочно-восковой спелости зерна уже к концу второй декады августа. В 2010 году к 19 августа доля зерна в урожае сухого вещества у гибрида Обский 140 СВ составила 29,2% при посеве 15 мая, у гибрида Кубанский 101 СВ – 30,9% при посеве 25 мая. В менее благоприятные годы (2100–2200 °С) качество кукурузной массы возрастало при перенесении сроков уборки с конца августа на вторую-третью декады сентября. У гибрида Кубанский 101 СВ в 2009–2011 годах содержание крахмала в сухом веществе составляло при уборке в конце августа – начале сентября 14–16%, в третьей декаде сентября 34–38%, у других гибридов, характеризующихся числами ФАО 130–170, соответственно 4–11% и 19–31%. Наибольший эффект от поздней уборки отмечается в вариантах, где растения кукурузы к концу августа достигают фазы молочной спелости зерна. Так, в 2011 году уборка 23 августа при самом раннем посеве (5 мая) четырех гибридов с числами ФАО 120–170 обеспечила в среднем самое высокое содержание сухого вещества – 24,3%, при позднем посеве (26 мая) – лишь 18,8%; уборка 21 сентября способствовала увеличению содержания сухого вещества соответственно на 7,7 и 3,0%, то есть до 32,0 и 21,8%.

*Ключевые слова:* кукуруза, гибрид, сроки уборки, погода, сухое вещество, крахмал, урожайность.

Кукуруза в условиях Среднего Урала является основой кормовой базы молочно-скотоводства. Современные достижения селекции на скороспелость позволили сместить северную границу возделывания кукурузы в регионе до подтаежной и горно-лесной зон [1–4], однако для выполнения требований к кормовой ценности силоса необходим обоснованный подбор гибридов, обеспечивающих оптимальную влажность силосуемой массы (70–75%) и концентрацию обменной энергии в сухом веществе от 10 до 11 МДж/кг [5, 6].

Динамика содержания влаги в растениях кукурузы в предуборочный период обусловле-

на в основном состоянием зерна, в то время как другие органы в этом отношении проявляют более или менее выраженную инертность [7, 8, 9]. Содержанием зерна, а следовательно, крахмала обусловлена и концентрация обменной энергии в растении, причем требуемые значения обоих параметров качества достигаются лишь при стабильном созревании растений до восковой спелости [6, 10].

Тезис о необходимости внедрения ранне-спелых гибридов кукурузы в регионе был принят еще в 80-х годах XX столетия, однако последующие исследования показали, что этот класс гибридов отличается широким варьированием

по продолжительности вегетационного периода, и далеко не все формы обеспечивают необходимую динамику развития в условиях Урала [11]. Сказывается и значительное разнообразие гидротермических условий вегетации, связанное как с выраженной горизонтальной, так и с вертикальной зональностью [5]. Эти обстоятельства приводят к тому, что для подбора адаптированных гибридов необходимо их многолетнее изучение в конкретных почвенно-климатических условиях, позволяющее выявить экологическую реакцию на факторы среды.

Помимо скороспелости, необходимым признаком гибридов для Среднего Урала является холодостойкость, особенно в период прорастания семян. Это связано с тем, что даже при использовании форм с наиболее ранним цветением стабильное их созревание на фоне сильно колеблющейся по годам теплообеспеченности достигается лишь при посеве в ранние сроки в непрогретую почву [12, 13]. Резервы селекции кукурузы на холодостойкость обусловлены разнообразным генофондом этой культуры по широкому спектру признаков и выявлены в ходе одновременного испытания гибридов в двух географических зонах: на Северном Кавказе и Южном Урале на фоне сверхранних сроков посева [14, 15].

Учитывая, что основные параметры качества силоса формируются на заключительных стадиях развития растений, необходимо также обоснование оптимальных сроков уборки кукурузы на силос с учетом динамики ее химического состава и экстремального температурного фона в предуборочный период [1, 2, 5].

### Материалы и методы

Исследования по подбору гибридов кукурузы и совершенствованию технологии их возделывания проводили в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» в 2008–2017 гг.

Учет урожая проводился сплошным поделяночным методом. При уборке проводилось формирование пробного снопа из случайно отобранных растений, который в лабораторных условиях разделяли на початки на следующие фракции: початки без обертки, стебли с ножками початков, листья с обертками. Каждый образец взвешивался и сдавался в аналитическую лабораторию для определения следующих показателей: первоначальная, гигроскопическая влага и зола – гравиметрическим методом, сырой жир – методом экстракции, общий азот по Кьельдалю, сырая клетчатка – удалением из продукта кислотощелочерастворимых веществ, сахар – эбулиостатическим, крахмал – поляриметрическим методом.

Погодные условия в годы исследований были различными (табл. 1). Благоприятными были 3 года (2010, 2012, 2016), которые отличались наиболее высокой суммой положительных температур за период с мая по сентябрь. Она оказалась больше средних многолетних значений в среднем на 17,6% (360 °С).

### Результаты исследований

В первые два года (2008–2009 гг.) обеспеченность теплом оказалась на уровне среднемноголетней нормы, а осадков, особенно в 2008 г., было значительно больше.

Таблица 1 – Характеристика погодных условий периода май-сентябрь, 2008–2017 гг. (метеостанция «Исток»)

Годы		Сумма положительных температур, °С	Сумма осадков, мм	ГТК
Благоприятные	2010	2355	270	1,15
	2012	2431	302	1,24
	2016	2420	197	0,81
	<b>В среднем</b>	<b>2402</b>	<b>256</b>	<b>1,06</b>
Относительно благоприятные	2011	2205	281	1,27
	2013	2233	274	1,22
	<b>В среднем</b>	<b>2219</b>	<b>278</b>	<b>1,25</b>
Близкие к средним многолетним	2008	2111	386	1,83
	2009	2145	342	1,63
	2014	2050	388	1,89
	2015	2108	450	2,13
	2017	2130	329	1,54
	<b>В среднем</b>	<b>2109</b>	<b>379</b>	<b>1,80</b>
<b>Средние многолетние значения</b>		<b>2042</b>	<b>320</b>	<b>1,57</b>



В опытах 2008 г. установлено, что наибольший сбор сухого вещества (15,1 т/га) и его содержание в зеленой массе (21,2%) было у гибрида Машук 150 МВ. На втором месте по этим показателям был гибрид Катерина СВ – 14,6 т/га и 20,1%. Гибриды Машук 170 МВ, Машук 175 МВ, Машук 185 МВ уступали как по сбору сухого вещества, так и по его содержанию – соответственно 11,2; 9,4; 9,0 т/га и 15,9; 15,2; 14,6%.

В 2008 году посев был проведен 22 мая, уборка – 2 сентября, то есть период от посева до уборки составил 103 дня.

В 2009 году при посеве 22 мая уборку проводили в 3 срока (табл. 2). Сбор зеленой массы по изучаемым гибридам составил в среднем при первом сроке уборки 43,0 т/га, втором – 41,4 т/га, третьем – 34,1 т/га, сухого вещества – соответ-

ственно 7,8; 8,4; 8,0 т/га. Содержание сухого вещества возрастало от первого срока уборки (18,1%) до 20,3% при втором и 23,5% – при третьем.

Следует подчеркнуть, что у более скороспелых гибридов Кубанский 101 СВ, Омка 130 (ФАО 120–130) содержание сухого вещества увеличилось к третьему сроку уборки по сравнению с первым на 7,8–7,9%, а у гибридов Машук 150 МВ и Катерина СВ (ФАО 150–170) – на 2,9–4,1%.

Изучение химического состава растений кукурузы показало, что содержание крахмала и сахара у гибридов Омка 130 и Кубанский 101 СВ в листостебельной массе от первого к третьему сроку уборки резко снижалось. Содержание крахмала в початках возрастало, а сахара – снижалось (табл. 3).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества различных гибридов кукурузы в зависимости от сроков уборки, 2009 г.

Показатель	Гибрид	Срок уборки		
		01.09	15.09	30.09
Урожайность зеленой массы, т/га	Кубанский 101 СВ	34,4	40,0	30,2
	Омка 130	40,0	36,0	32,2
	Машук 150 МВ	48,0	38,4	33,2
	Катерина СВ	49,6	51,2	40,8
	Среднее	43,0	41,4	34,1
Содержание сухого вещества, %	Кубанский 101 СВ	16,1	17,9	24,0
	Омка 130	18,4	23,9	26,2
	Машук 150 МВ	19,4	22,3	22,3
	Катерина СВ	18,2	18,1	22,3
	Среднее	18,1	20,3	23,5
Сбор сухого вещества, т/га	Кубанский 101 СВ	5,5	7,2	7,2
	Омка 130	7,4	8,6	8,4
	Машук 150 МВ	9,3	8,6	7,4
	Катерина СВ	9,0	9,3	9,1
	Среднее	7,8	8,4	8,0

Таблица 3 – Изменение содержания сахара и крахмала в разных частях растений двух гибридов кукурузы (% в сухом веществе) в зависимости от сроков уборки (2009 год)

Гибрид	Части растений кукурузы	01.09		15.09		30.09	
		крахмал	сахар	крахмал	сахар	крахмал	сахар
Омка 130	лист	7,51	11,1	6,64	5,61	4,50	2,38
	стебель	9,90	50,8	6,81	28,8	4,76	8,22
	обертка початка	10,46	33,8	5,73	25,1	4,62	12,1
	листочестебельная масса	9,37	33,6	6,51	18,7	4,64	6,98
	початок	28,57	25,2	56,96	8,74	67,32*	4,12*
	вся надземная масса	15,22	31,0	24,00	15,2	27,35	5,93
Кубанский 101 СВ	лист	9,16	13,4	5,99	5,96	2,98	7,95
	стебель	7,46	67,8	7,16	41,7	3,40	9,77
	обертка початка	12,82	40,4	5,69	19,9	3,67	9,07
	листочестебельная масса	9,74	42,5	6,40	24,5	3,32	8,96
	початок	24,71	25,0	42,37	11,8	69,91*	3,15*
	вся надземная масса	13,78	37,8	18,71	20,1	23,30	6,48

Примечание: \* – зерно.

По данным Д. Шпаара и др. [6], к концу молочной спелости содержание крахмала в растениях кукурузы составляет 14%, сахара – 19%, к началу восковой спелости – соответственно 22 и 13%. В наших опытах при уборке первого, пятнадцатого и тридцатого сентября содержание крахмала у гибрида Кубанский 101 СВ во всей надземной массе равнялось 13,78; 18,71; 23,30%, у гибрида Омка 130 – 15,22; 24,00; 27,35%.

Таким образом, 2008–2009 годы показали, что наряду с подбором гибридов, для содержания сухого вещества в растениях и крахмала в сухом веществе огромное значение имеет и срок уборки кукурузы, удлиняющий вегетационный период, позволяющий увеличить концентрацию крахмала в початках в 1,7–1,8 раза.

В благоприятном 2010 году изучалось 36 гибридов кукурузы при посеве 16 мая и уборке 16 сентября. Лучшие показатели по содержанию в зеленой массе сухого вещества имели гибриды Кубанский 101 СВ (41,8%) и Обский 140 СВ (40,4%). У этих же гибридов отмечен наибольший удельный вес зерна в сухом веществе растений – соответственно 46,9 и 45,4%.

В 2010 году был проведен поисковый опыт по срокам посева (05.05; 15.05; 25.05) и уборки (19.08 и 07.09) четырех гибридов кукурузы.

Гибрид Кубанский 101 СВ обеспечил сбор сухого вещества при уборке 19 августа

при всех изучаемых сроках посева 8,1–9,4 т/га с удельным весом зерна при посеве 5 мая 46,9%, 25 мая – 30,9%, при уборке 7 сентября – соответственно 8,3–11,3 т/га и 52,0 и 42,2%.

У гибрида Обский 140 СВ выход сухого вещества был наибольшим при посеве 15 мая, при уборке 19 августа он составил 13,4 т/га, 7 сентября – 16,0 т/га, с долей зерна в урожае сухого вещества 29,2 и 32,5%.

У гибридов Катерина СВ и Машук 150 МВ при ранней уборке доля зерна была максимальной только при раннем сроке посева (5 мая) – около 30%, содержание крахмала составило 20–22%. При уборке 7 сентября 2010 года доля зерна при всех сроках посева была высокой (30,5–45,1%), содержание крахмала при посеве 5 мая равнялось 38%, 15–25 мая – 24–30%.

У гибрида Обский 140 СВ срок уборки оказал более значительное влияние на содержание и сбор крахмала, чем у гибрида Кубанский 101 СВ. Так, среднее содержание крахмала в сухом веществе по изучаемым срокам посева равнялось у гибрида Кубанский 101 СВ при уборке 19 августа 28,4%, 7 сентября – 33,7%, у гибрида Обский 140 СВ – соответственно 18,3 и 28,4% (табл. 4). Если у гибрида Кубанский 101 СВ (ФАО 120) выход крахмала возрос при более поздней уборке на 30,4%, то у более позднеспелого гибрида Обский 140 СВ (ФАО 140) – на 72,5%. Аналогичным образом изменялись и со-

Таблица 4 – Содержание в сухом веществе и сбор крахмала и жира в зависимости от срока посева и уборки двух гибридов кукурузы, 2010 г.

Гибрид	Срок посева	Крахмал		Жир	
		% в СВ	т/га	% в СВ	кг/га
Уборка 19.08					
Кубанский 101 СВ	05.05	35,0	2,83	3,60	291
	15.05	27,1	2,49	3,22	297
	25.05	24,2	2,28	3,19	300
	<b>среднее</b>	<b>28,4</b>	<b>2,53</b>	<b>3,32</b>	<b>296</b>
Обский 140 СВ	05.05	32,9	2,78	2,78	320
	15.05	29,2	2,65	2,76	369
	25.05	16,8	1,24	3,07	351
	<b>среднее</b>	<b>18,3</b>	<b>2,22</b>	<b>2,87</b>	<b>347</b>
Уборка 07.09					
Кубанский 101 СВ	05.05	40,4	3,36	4,13	343
	15.05	30,1	2,95	4,12	404
	25.05	31,7	3,59	3,67	414
	<b>среднее</b>	<b>33,7</b>	<b>3,30</b>	<b>3,95</b>	<b>387</b>
Обский 140 СВ	05.05	36,3	3,56	3,52	345
	15.05	28,8	4,61	3,04	486
	25.05	22,7	3,32	2,86	417
	<b>среднее</b>	<b>28,4</b>	<b>3,83</b>	<b>3,08</b>	<b>416</b>





держание, и сбор сырого жира с урожаем изучаемых гибридов кукурузы.

В менее благоприятном 2011 году у гибрида Кубанский 101 СВ при уборке в третьей декаде августа (23.08) доля початков в урожае сухого вещества была наибольшей при первых трех сроках посева (05.05; 12.05; 18.05) – 37,3–39,5%, содержание крахмала в сухом веществе было наибольшим среди изучаемых гибридов и достигало 14–16%, а у остальных гибридов (Катерина СВ, Обский 140 СВ, Машук 150 МВ) – 4–11%. При уборке в начале третьей декады сентября (21.09) содержание крахмала в сухом веществе было максимальным у гибрида Кубанский 101 СВ при первых трех сроках посева – 34–38%, а у других гибридов колебалось от 19 до 31%.

В другом опыте, проведенном в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» в 2011 году (посев 14 мая), содержание крахмала также оказалось низким, а сахара – высоким при ранней уборке урожая (16 и 30 августа) (табл. 5).

При более поздней уборке (14 и 28 сентября) самое высокое содержание крахмала отме-

чено у гибридов Кубанский 101 СВ и Омка 130. У этих гибридов наблюдались максимальные темпы прироста концентрации крахмала в сухом веществе (1,1–1,2% в сутки) в период с 30 августа по 14 сентября. У гибрида Катерина СВ этот показатель равнялся 0,7.

Данные таблицы 6 показывают, что эффект от поздней уборки достигается в тех вариантах, в которых растения кукурузы к концу августа достигают как минимум фазы конца молочной спелости. Так, в вариантах с ранними сроками посева (05.05 и 12.05) уборка гибридов Катерина СВ, Кубанский 101 СВ, Обский 140 СВ, Машук 150 МВ 23 августа обеспечила среднее содержание сухого вещества соответственно 24,3 и 22,2%. А уборка 21 сентября приводила к увеличению содержания сухого вещества в этих вариантах на 7,7 и 5,7%. В то же время, при более позднем посеве (18.05 и 26.05), содержание сухого вещества при уборке 21 сентября по сравнению с уборкой 23 августа возрастало лишь на 4 и 3%.

Таким образом, оптимизация сроков уборки раннеспелых гибридов кукурузы с ФАО

Таблица 5 – Содержание сахара и крахмала, % в сухом веществе, 2011 г.

Гибрид	Дата учета			
	16.08	30.08	14.09	28.09
Крахмал				
Катерина СВ	2,29	4,72	14,8	16,3
Кубанский 101 СВ	6,54	12,4	28,7	28,5
Омка 130	6,32	11,6	29,5	30,9
Сахар				
Катерина СВ	25,7	27,1	8,7	11,0
Кубанский 101 СВ	26,3	18,2	5,3	3,9
Омка 130	29,9	16,9	2,3	5,3

Таблица 6 – Урожайность зеленой массы и содержание сухого вещества при разных сроках посева и уборки гибридов кукурузы, 2011 г.

Группа гибридов	Срок уборки	Срок посева	Сбор с 1 га, т		Содержание СВ, %
			зеленой массы	СВ	
Катерина СВ	23 августа	05.05	46,1	11,2	24,3
Кубанский 101 СВ		12.05	49,9	11,1	22,2
Обский 140 СВ		18.05	52,4	10,5	20,0
Машук 150 МВ		26.05	50,7	9,5	18,8
В среднем				49,8	10,6
Катерина СВ	21 сентября	05.05	39,4	12,6	32,0
Кубанский 101 СВ		12.05	43,6	12,2	27,9
Обский 140 СВ		18.05	47,3	11,4	24,0
Машук 150 МВ		26.05	51,3	11,2	21,8
В среднем				45,4	11,8

120–150 в вариантах с ранними сроками посева (05.05–15.05) является важнейшим фактором рационального использования ресурсов тепла в условиях Среднего Урала.

Технологический минимум содержания сухого вещества в силосуемой массе составляет 25 % (Н. Н. Зезин и др., 2017). В среднем за три года исследований этот минимум при выращивании гибридов Кубанский 101 СВ и Обский 140 СВ достигался в середине августа, а у более позднеспелых гибридов – Катерина СВ и Росс 140 СВ – почти на месяц позже (табл. 7).

В связи с тем, что наибольшим содержанием крахмала и жира отличаются початки, энергетическая ценность сухого вещества кукурузы определяется структурой урожая. По минимальным зоотехническим требованиям доля початков в урожае сухого вещества должна составлять не менее 50%. Из таблицы 7 видно, что у всех изучаемых гибридов удельный вес початков в сухом веществе возрастал при переносе сроков уборки с середины августа на конец сентября. При этом пропорционально доле початков изменялась и концентрация обменной энергии в сухом веществе. У гибридов Кубанский 101 СВ и Обский 140 СВ при втором и третьем сроках уборки (30.08 и 13.09) концентрация обменной энергии составила 10,1–10,4 МДж/кг сухого вещества и была наибольшей при уборке 28 сентября (10,4–10,5 МДж/кг СВ).

Результаты исследований при их внедрении в производство сказались на ассортименте

гибридов в Свердловской области. Так, если в 2011 году в область было поставлено семян гибрида Катерина СВ (ФАО 170) 95,4% от общего объема, то в 2013 г. – 62,8%, а в 2015 г. – 26,0%. Одновременно увеличилась поставка хорошо зарекомендовавшего в опытах и в производственных испытаниях гибрида Обский 140 СВ (ФАО 140): соответственно по годам 3,8; 34,5; 70,5%. В 2016 году на долю гибридов Обский 140 СВ, Кубанский 101 СВ, Росс 130 СВ приходилось 77,7; 10,9 и 11,4% семян [5].

В последние годы с началом массового внедрения «зерновой» технологии возделывания кукурузы по рекомендациям Уральского НИИСХ кукурузу на силос, а в последние 2–3 года – и на корнаж стали убирать во второй декаде сентября; более того, в отдельные годы (2010, 2012, 2016) и в отдельных хозяйствах стала возможна уборка и на зерно в конце сентября – начале октября.

2017 год отличался холодным летом, наблюдалась задержка в росте и развитии кукурузы, однако очень теплая погода во второй половине августа резко ускорила созревание растений, что еще раз говорит о необходимости «накопления тепла» за вегетационный период всеми возможными способами: подбор участка под кукурузу, выбор оптимальных сроков посева и уборки, соблюдение мельчайших деталей в технологии возделывания, способствующих быстрому росту и развитию растений.

На этом фоне в пяти хозяйствах Свердловской области (ООО «Новопышминское»,

Таблица 7 – Влияние срока уборки на содержание сухого вещества в зеленой массе, на долю початков и концентрацию обменной энергии в сухом веществе различных по скороспелости гибридов кукурузы, 2011–2013 гг.

Гибрид	Срок уборки			
	16.08	30.08	13.09	28.09
Содержание СВ в зеленой массе, %				
Кубанский 101 СВ	29,6	34,3	38,7	45,4
Обский 140 СВ	25,6	28,4	32,6	39,9
Катерина СВ	22,3	24,4	29,1	34,7
Росс 140 СВ	20,1	22,3	27,0	32,9
Доля початков в СВ, %				
Кубанский 101 СВ	47,2	55,1	63,1	66,1
Обский 140 СВ	38,9	48,2	59,1	62,7
Катерина СВ	30,4	39,4	53,7	59,4
Росс 140 СВ	25,5	35,0	50,3	56,3
Концентрация ОЭ в СВ, МДж/кг				
Кубанский 101 СВ	10,2	10,3	10,4	10,5
Обский 140 СВ	10,1	10,2	10,3	10,4
Катерина СВ	9,9	10,1	10,2	10,3
Росс 140 СВ	9,6	9,8	10,0	10,1



СПК «Калининский», ООО «Дерней», колхоз им. Свердлова, СПК «Килачевский») по двум гибридам (Обский 140 СВ и Росс 130 СВ) был проведен анализ химического состава початков кукурузы по состоянию на 16 сентября. У гибрида Обский 140 СВ содержание сухого вещества составило 29,8–32,9%, жира и крахмала в сухом веществе 2,91–3,17% и 37,0–44,7%, у гибрида Росс 130 СВ эти показатели были выше – соответственно 36,3–41,7%; 3,38–4,12%; 44,5–50,2%; у гибрида Кубанский 101 СВ (в одном хозяйстве) – 42,7%/4,65%; 42,7%.

### Выводы

1. В благоприятные по погодным условиям годы (2010, 2012, 2016) сумма положительных температур за период май–сентябрь превысила средние многолетние значения в среднем на 17,6% (360 °С). В эти годы многие изучаемые гибриды уже к 1 сентября достигали фазы молочно-восковой спелости зерна. Так, при уборке 19 августа 2010 г. гибрид Кубанский 101 СВ обеспечил сбор сухого вещества 8,1–9,4 т/га с удельным весом зерна 30,9% даже при посеве 25 мая. У гибрида Обский 140 СВ выход сухого вещества достигал 13,4 т/га с долей зерна 29,2% при посеве 15 мая.

2. В менее благоприятные годы с суммой положительных температур в период май–сентябрь 2100–2200 °С значительное влияние на показатели качества кукурузной массы оказали сроки уборки гибридов. Так, в 2009 году у гибридов Кубанский 101 СВ, Омка 130 содержание крахмала в сухом веществе возрастало с 13,78–15,22% при уборке 1 сентября, до 18,71–24,0% при втором (15 сентября) и до 23,30–27,35% – при третьем сроке уборки (30 сентября).

3. Наибольший эффект от поздней уборки наблюдается в тех вариантах, где растения кукурузы к концу августа достигают как минимум фазы конца молочной спелости зерна. Так, в 2011 году при ранних сроках посева уборка четырех гибридов с ФАО 120–170 23 августа обеспечила среднее содержание сухого вещества соответственно 24,3 и 22,2%; уборка 21 сентября приводила к увеличению содержания сухого вещества на 7,7 и 5,7%; при позднем посеве (18.05 и 26.05) – только на 4 и 3%.

4. Экологическое испытание и производственное испытание гибридов кукурузы в различные по погодным условиям годы позволили выявить преимущества гибридов с ФАО 120–140 и изменить ассортимент поставляемых в область гибридов в их пользу. Если в 2011 г.

в область поступало семян гибрида Катерина СВ (ФАО 170) 95,4% от общего объема посевных площадей, то в 2015 г. – 26%, гибрида Обский 140 СВ (ФАО 140) соответственно 3,8% и 70,5%. В 2016 г. в области преимущественно возделывались гибриды Обский 140 СВ (70%), Росс 130 СВ и Кубанский 101 СВ.

5. В 2017 году, близкому по погодным условиям к средним многолетним значениям, изучение химического состава растений кукурузы в 5 хозяйствах области на момент уборки (16 сентября) показало преимущество гибрида Росс 130 СВ над гибридом Обский 140 СВ по содержанию сухого вещества в початках, жира и крахмала в сухом веществе.

### Список литературы

1. Итоги и перспективы возделывания кукурузы на силос в Свердловской области / Н. Н. Зезин [и др.] // Нива Урала. 2012. № 7–8. С. 2–4.
2. Особенности возделывания раннеспелых гибридов кукурузы на Урале / Н. Н. Зезин [и др.]. Екатеринбург, 2012. 54 с.
3. Казакова Н. И. Дифференциация апикальных меристем ультрараннего и раннеспелого гибридов кукурузы в лесостепи Южного Зауралья // Кукуруза и сорго. 2011. № 4. С. 31–33.
4. Еремин Д. И., Демин Е. А. Агрэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 1 (32). С. 6–11.
5. Кукуруза на Урале : монография / Н. Н. Зезин [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Зезина, А. Э. Панфилова. Екатеринбург : Уральское изд-во ; ФГБНУ «Уральский НИИСХ», 2017. 204 с.
6. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. М. : ИД ООО «ДУН Агродело», 2009. 390 с.
7. Казакова Н. И. Органогенез и продукционный процесс ультрараннего и раннеспелого гибридов в связи со сроками посева в северной лесостепи Зауралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 2012. 8 с.
8. Панфилов А. Э., Иванова Е. С. Динамика влажности зерна кукурузы в связи с гидротермическими условиями // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. 2008. № 1. С. 87.
9. Иванова Е. С., Панфилов А. Э. Динамика влажности зерна кукурузы как функция погодных условий // Кукуруза и сорго. 2013. № 3. С. 7–11.

10. Перспективы и проблемы выращивания зерновой кукурузы в засушливом Зауралье / С. Д. Гилев [и др.] // Кукуруза и сорго. 2014. № 2. С. 3–7.

11. Панфилов А. Э. Продуктивный потенциал кукурузы и факторы его реализации в лесостепи Южного Зауралья : дис. ... д-ра с.-х. наук. Челябинск, 2005. 352 с.

12. Казакова Н. И. Оценка качества силоса в зависимости от скороспелости гибридов кукурузы и срока посева // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 92–95.

13. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты и срока посева в ус-

ловиях Среднего Урала / С. К. Мингалев [и др.] // Нива Урала. 2008. № 1. С. 6–7.

14. 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.

15. 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.

---

**Зезин Никита Николаевич**, д-р с.-х. наук, директор, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».  
E-mail: nikitazezin@yandex.ru.

**Намятов Михаил Александрович**, канд. с.-х. наук, научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».  
E-mail: info@agroecology.ru.

**Пелевин Владимир Александрович**, научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».  
E-mail: pelevin-pva@mail.ru.

\* \* \*

УДК 633.31: 631.524.84

## **УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

**В. Я. Крамаренко, А. В. Вражнов**

В течение длительного времени (1988–2016 гг.) в Челябинском НИИ сельского хозяйства проводилось экологическое испытание люцерны посевной, возделываемой на семена по индустриальной технологии с использованием новых сортов. Метеорологические условия оказывали существенное влияние на урожайность семян. В среднем за годы изучения урожайность семян составила около 78 кг/га. С помощью регрессионного анализа установлено, что с повышением гидротермического коэффициента за вегетационный период от 0,5 (засушливо) до 1,9 (переувлажнено) урожайность семян снижается. Хозяйственно значимую урожайность семян люцерны от 95 до 350 кг/га можно получить при ГТК в широком диапазоне от 0,5 до 1,5. Установлена связь между интенсивностью солнечной активности и ГТК за вегетационный период, что позволяет предвидеть наступление засушливых и влажных периодов в 11-летнем солнечном цикле в хозяйствах северной лесостепи.

*Ключевые слова:* люцерна посевная, индустриальная технология, метеорологические условия, гидротермический коэффициент (ГТК), солнечная активность, числа Вольфа, урожайность семян, вегетационный период.

Люцерна посевная (*Medicago sativa* L.) – одна из наиболее продуктивных кормовых культур в нашей стране и на Южном Урале [1, 2, 3]. В Челябинской области к 2011 г. посевы люцерны занимали около 5,6 тыс. га. Широкому распространению этой культуры в хозяйствах препятствует низкая семенная продуктивность. Она крайне неустойчива по годам и колеблется в широких пределах.

Получать хороший урожай семян в хозяйствах северной лесостепи довольно сложно, так как распределение осадков по месяцам вегетационного периода, средние температуры лета и осени не всегда совпадают с требованиями

семенной люцерны к влаге и теплу. В период цветения выпадает много осадков, но бывает мало тепла [4].

Поскольку люцерна – культура теплолюбивая, в северной лесостепи и лесной зоне семенники целесообразней закладывать на южном склоне, где почва лучше прогревается, освещается и посещается дикими опылителями. Домашние пчелы цветы люцерны практически не опыляют в силу особенностей строения цветка. Разработаны рекомендации по разведению диких одиночных пчел для опыления люцерны, чтобы увеличивать сборы семян [5, 6].



Ряд ученых и ведущих специалистов сельского хозяйства связывают урожайность сельскохозяйственных культур не только с условиями увлажнения вегетационных периодов, но и с солнечной активностью [7–10]. Они утверждают, что в хозяйствах северной лесостепи солнечная активность может оказывать влияние на выпадение атмосферных осадков в течение вегетационного периода и на урожайность сельскохозяйственных культур.

### Обоснование исследований

Как было установлено в условиях северной лесостепи Новосибирской области, при снижении активности солнца количество осадков сокращается, что приводит к уменьшению урожайности зерновых культур, так как климат становится более засушливым. Для производства семян люцерны влияние этого фактора не установлено и может иметь практическое значение, так как в засушливые годы семенная продуктивность люцерны в отличие от зерновых культур, наоборот, может возрастать.

**Целью настоящей работы** является изучение влияния метеорологических условий и солнечной активности на урожайность семян люцерны и возможности прогнозирования величины урожая этой ценной культуры.

### Материалы и методы исследования

Материалом исследований служили данные урожайности семян люцерны и данные метеорологических наблюдений: среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков, показатель условий увлажнения (ГТК) за вегетационный период с мая по сентябрь и среднегодовой показатель солнечной активности (числа Вольфа – W) за период времени с 1963-го по 2017 гг.

Учитывалась урожайность люцерны на семенных участках площадью от 2 до 20 га, а также в полевых опытах, которые закладывались на полях института, опытно-производственного хозяйства «Тимирязевское» и ООО «Чебаркульская птица», расположенных в Чебаркульском районе. Район проведения исследований относится к северной лесостепной зоне. Среднегодовалый ГТК по Селянинову равняется 1,3. Характеристика метеорологических условий вегетационных периодов приводится на основе данных метеопоста п. Тимирязевский, расположенного в пределах землепользования института.

Выращивали люцерну на семена по индустриальной технологии [11]. Посев семенных

участков проводился в разные годы по пару беспарово в летний срок (1–15 июля) сеялкой СО-4,2 ширококормно с междурядьем 70 см, норма высева всхожих семян – 3 кг/га. Незадолго до посева вносился почвенный гербицид трфлан. Перед цветением люцерны до начала лета естественных опылителей семенники опрыскивали инсектицидами. Уборка применялась раздельная. Для эффективного опыления люцерны все семенники закладывались в непосредственной близости от участков природных кормовых угодий, где обитают дикие одиночные пчелы и шмели.

Использовались следующие новые районированные сорта люцерны: Ярославна, Вега 87, Флора 4, Уралочка. На семена убрали семенники первого-четвертого года пользования со всей площади комбайном Сампо 500 и др. Полученные семена взвешивались. Фактическая урожайность определялась после сортировки по выходу готовых семян. Полученные данные урожайности семян за 26 лет и метеоданные за 55 лет были обработаны с помощью дисперсионного и регрессионного анализа [12]. При этом использовался ПК и программы Microsoft Excel 2003.

Годы исследований по метеорологическим условиям существенно различались. Сумма осадков за вегетационные периоды значительно изменялась. Засушливыми летними сезонами следует считать 1988, 1991, 1995, 1996, 1998, 2004, 2010, 2012 годы; остальные были незначительно засушливыми или достаточно влажными.

### Результаты исследований

Как показали наши наблюдения, семена люцерны в большинстве лет были получены. Уровень урожайности семян по годам изменялся в большой степени и колебался от 0 до 350 кг/га. В среднем за 1988–2016 гг. урожайность семян составила 78 кг/га. В северной лесостепи можно получать хозяйственно ценные урожаи семян, используя индустриальную технологию. Только в отдельные годы с низкой температурой воздуха в летний период (2000, 2014) люцерна семена не сформировала. При этом важно знать, от каких метеорологических факторов зависит уровень урожая семян, что поможет специалистам прогнозировать его величину и вовремя определить хозяйственное использование посева.

На основе регрессионного анализа было установлено, что урожайность семян люцерны с повышением ГТК снижается. Взаимо-



связь между урожаем семян и ГТК была значимой: коэффициент детерминации  $R^2$  составил 0,3603 (рис. 1).

Большое влияние на урожайность семян люцерны могут оказывать условия увлажнения и температура воздуха за вегетационный период. Комплексным показателем условий увлажнения вегетационного периода является гидротермический коэффициент, предложенный Г.Т. Селяниновым, который включает количество выпавших осадков и среднюю температуру воздуха. С помощью этого коэффициента можно определить обеспеченность влагой люцерны в течение всего вегетационного периода.

По нашим данным, семена люцерны в условиях северной лесостепи можно получать в широком диапазоне ГТК от 0,5 до 1,7. При

этом урожайность семян также изменялась в пределах 17–350 кг/га. На величину урожая большое влияние оказывают не только метеорологические условия, но и другие факторы (сорт, возраст семенного травостоя и его густота, наличие естественных опылителей и др.). Наибольший сбор семян сформировался в засушливый год при наименьшем значении ГТК – 0,5. В переувлажненные годы при ГТК 1,8–1,9 люцерна семена практически не завязывала. В таких случаях ее убирают на кормовые цели.

На основании опубликованных в научной литературе данных [14], нами рассчитан график зависимости интенсивности солнечной активности от чисел Вольфа с 1963 года по настоящее время, который приводится на рисунке 2.

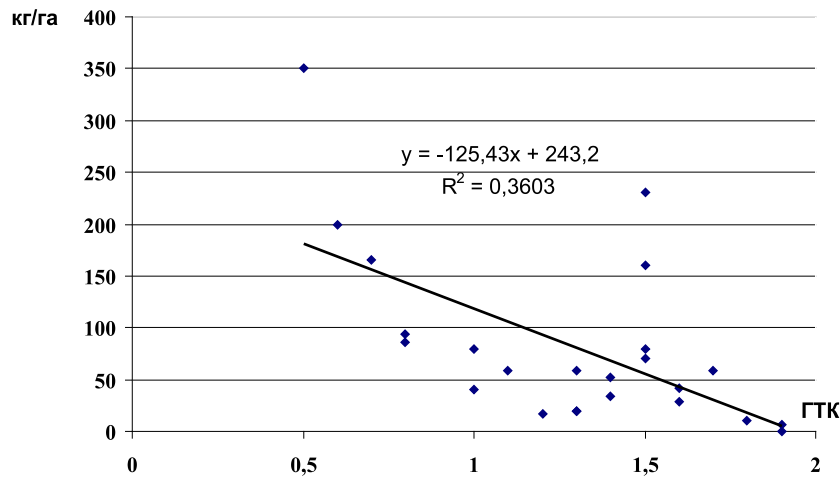


Рис. 1. Урожайность семян люцерны в зависимости от ГТК за вегетационный период

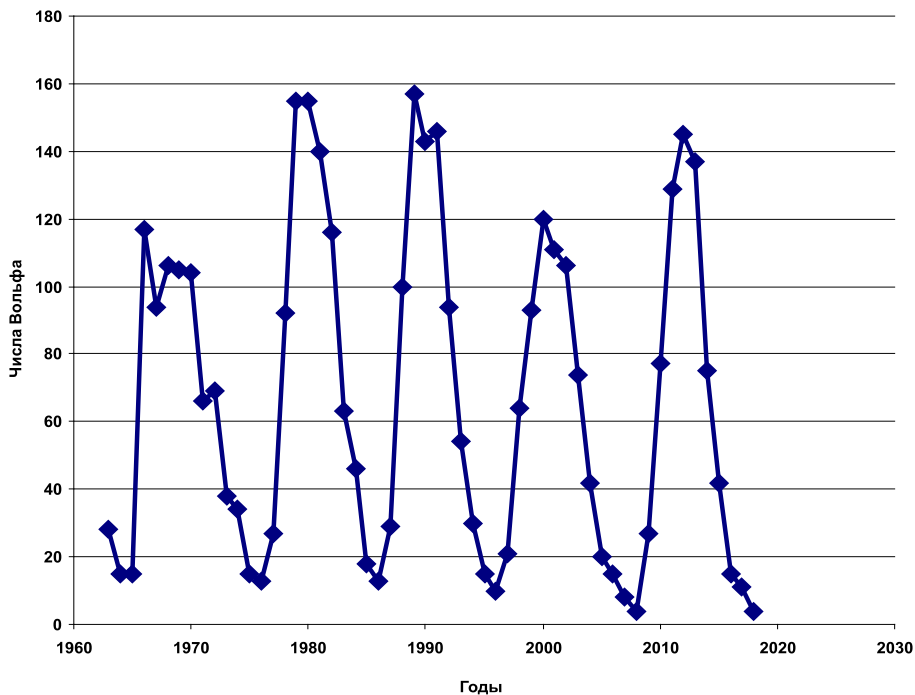


Рис. 2. Динамика солнечной активности за 1963–2017 гг.



Из приведенных данных видно, что солнечная активность – весьма непостоянная величина, при этом прослеживается 11-летняя цикличность. Годы спокойного солнца чередуются с годами высокой солнечной активности. Ученые отмечают, что в годы активного солнца наблюдаются влажные периоды, в годы спокойного солнца – сухие [8]. В годы высокой солнечной активности в хозяйствах северной лесостепи отмечается повышенная урожайность зерновых культур, при слабой активности – пониженная, и ритмичность в изменении урожаев сохраняется на протяжении целых десятилетий.

Поскольку авторами исследований установлена взаимосвязь солнечной активности и влажности климата, мы решили изучить связь между солнечной активностью и условиями увлажнения применительно для хозяйств, расположенных в северной лесостепи, начиная с 1963 года. Для этого нами были сгруппированы гидротермические коэффициенты по годам с низкой, высокой и средней солнечной активностью и получены средние его показатели за большой период с 1963-го по 2017 гг. Выделено пять циклов, каждый из которых состоит из 11 лет. Полученные средние ГТК были подвергнуты дисперсионному анализу (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что действительно в северной лесостепи в четырех 11-летних периодах при высокой солнечной активности средний ГТК составляет в среднем 1,5, а при низкой климат становится более засушливым и ГТК за вегетационный период снижается до 1,1.

Различия подтверждаются дисперсионным анализом и являются достоверными. Исключением является период с 1985-го по 1995 годы, когда данная закономерность не проявилась и данные ГТК за этот период в таблице не приводятся. Нами установлено, что при слабой солнечной активности ГТК низкий – 0,5–0,7, вегетационный период самый засушливый, а вели-

чина урожая семян люцерны наиболее высокая – 166–350 кг/га. С повышением солнечной активности ГТК также повышается до 1,5–1,7 и средняя урожайность семян люцерны снижается до 36–108 кг/га. При высокой солнечной активности ГТК вегетационного периода достигает наибольшей величины – 1,8–1,9, и при таких условиях увлажнения люцерна практически семена не завязывает, так как выпадает большое количество осадков.

Таким образом, для получения высоких урожаев семян люцерны в северной лесостепи наибольший интерес представляют засушливые вегетационные периоды, когда ГТК равняется 0,5–0,7 при среднегодовом числе Вольфа 21. При таких условиях наблюдается массовое размножение диких одиночных пчел и высокая эффективность их работы по опылению цветов люцерны. В результате урожайность семян может составлять 3–5 ц/га [13].

На наш взгляд, с помощью графика солнечной активности можно предвидеть наступление засушливого периода, которое для получения семян люцерны в условиях северной лесостепи будет благоприятным. При составлении прогноза засушливости вегетационного периода и ожидаемой урожайности семян люцерны нужно иметь в виду, что связь между этими показателями не прямая, а вероятностная и в полной мере может не подтвердиться, как и другие метеорологические прогнозы. Но они полезны, так как позволяют ориентироваться в сложных погодных условиях и в какой-то мере предвидеть засушливые явления в данном регионе.

Кроме того, в хозяйствах северной лесостепи можно видеть, в какие годы выращивание люцерны на семена будет наиболее выгодно для получения высоких урожаев семян этой ценной кормовой культуры (рис. 2).

При этом полученные данные позволяют предвидеть сельскохозяйственные годы, когда

Таблица 1 – Влияние солнечной активности на гидротермический коэффициент вегетационного периода (май-сентябрь) в условиях северной лесостепи Челябинской области

Солнечная активность		ГТК за 11-летний цикл				
интенсивность	среднегодовые числа Вольфа	1963–1973 гг.	1974–1984 гг.	1996–2006 гг.	2007–2017 гг.	в среднем
Слабая	21	1,3	0,7	1,2	1,2	1,1
Средняя (подъем)	103	1,5	1,3	1,3	1,1	1,3
Сильная	109	1,5	1,4	1,6	1,5	1,5
Средняя (затухание)	35	1,4	1,4	1,2	1,2	1,3
						$F_{\phi} > F_{\tau}$ НСР <sub>05</sub> 0,264



в хозяйствах северной лесостепи (Уйский, Чебаркульский, Каслинский, Кунашакский, Сосновский, Аргаяшский районы) с большой вероятностью можно ожидать наступление засухи, снизится производство растениеводческой продукции и сельскохозяйственным предприятиям будет необходимо заготовить страховые запасы кормов для животноводства.

### Выводы

1. В условиях северной лесостепи урожай семян люцерны можно получать в широком диапазоне ГТК от 0,5 до 1,7. Наибольшую урожайность семян получили в засушливый год при наименьшем значении ГТК – 0,5. В переувлажненные годы при ГТК 1,8–1,9 погодные условия для получения семян люцерны неблагоприятные.

2. В четырех 11-летних периодах при высокой солнечной активности средний ГТК составляет в среднем 1,5, что соответствует влажному климату, а при низкой солнечной активности климат становится более засушливым и ГТК за вегетационный период снижается до 1,1.

3. При слабой солнечной активности ГТК низкий – 0,5–0,7, вегетационный период самый засушливый, а величина урожая семян наиболее высокая – 166–350 кг/га. С повышением солнечной активности до среднего значения ГТК тоже возрастает до 1,5–1,7 единицы, а средняя урожайность семян люцерны снижается до 36–108 кг/га. При высокой солнечной активности ГТК вегетационного периода достигает наибольшей величины – 1,8–1,9 и люцерна семена практически не завязывает.

### Список литературы

1. Гончаров П. Л., Лубенец П. А. Биологические аспекты возделывания люцерны. Новосибирск : Наука, 1985. 256 с.

2. Артюков Н. В. Донник и люцерна на Южном Урале. Челябинск : Южно-Уральское изд-во, 1972. 104 с.

3. Губайдуллин Х. Г., Еникеев Р. С. Люцерна на корм и семена. М. : Россельхозиздат, 1982. 110 с.

4. Ванюков Н. Ф., Макарова Г. И. Люцерна в Западной Сибири. Новосибирск : Западно-Сибирское кн. изд-во, 1968. 138 с.

5. Песенко Ю. А. Люцерновая пчела – листорез *Megachile rotundata* и ее разведение для опыления люцерны. Л. : Наука, 1982. 136 с.

6. Whitfield G. H., Richards K. W. Temperature-dependent development and survival of immature stages of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae) // *Apidologie*. 1992. V. 23. P. 11–23.

7. Максимов А. А. Требуется нестандартный подход // *Колос Сибири*. 1980. № 11.

8. Берхин Ю., Чагина Е. Экологическое прогнозирование на службу сельскому хозяйству // *Колос Сибири*. 1981. № 16.

9. Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в засушливых условиях Челябинской области // *Материалы областной науч.-практ. конф.* (26.01.99 г.). Челябинск, 1999. 38 с.

10. Смирнова И. И. Многолетняя изменчивость климата и прогнозирование системы погода – урожай (на примере Западного Забайкалья) : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бурятская гос. с.-х. академия. Улан-Удэ, 2009. 23 с.

11. Типовая индустриальная технология выращивания люцерны на семена в Омской области (рекомендации производству). Омск, 1986. 21 с.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1973. 335 с.

13. Зарипова Г. К. Роль многолетних трав в решении кормовой проблемы Башкортостана // *Резервы повышения эффективности агропромышленного производства* : матер. науч.-практ. конф. «Агрокомплекс-2004» (24–27 февраля) / БНИИСХ. Уфа, 2004. С. 186–189.

14. Буянов Е. В. 24-й цикл солнечной активности. Режим доступа : [www.mountain.ru](http://www.mountain.ru).

**Крамаренко Владимир Яковлевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: [chniisx2@mail.ru](mailto:chniisx2@mail.ru).

**Вражнов Александр Васильевич**, член-корреспондент РАН, зам. директора по внедренческой и научно-инновационной деятельности, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: [chniisx2@mail.ru](mailto:chniisx2@mail.ru).

\* \* \*

## СЕЛЕКЦИЯ МНОГОРЯДНОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Ю. П. Прядун

*Чувство времени в селекции – очень важный момент. Селекционер должен улавливать поворотные моменты в земледелии, когда чаще всего ощущается потребность в новых сортах.*

Э. Д. Неттевич

Целью настоящих исследований по селекции ярового ячменя является создание сортов высокопродуктивного многорядного ячменя для условий Южного Урала, обладающих рядом хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств с высокими технологическими показателями качества зерна. Основным методом создания гибридного материала для селекции многорядного ячменя является внутривидовая гибридизация эколого-географически отдаленных форм ячменя. В качестве исходного материала широко используется мировая коллекция ярового ячменя Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова и местный селекционный материал. За период 2006–2017 гг. в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» создан перспективный селекционный материал многорядного ячменя зернофуражного и продовольственного использования. На всех этапах селекционного процесса выделены перспективные линии многорядного ячменя по зерновой продуктивности, превышающие двурядные сорта-стандарты на 10–26%. На основании данных конкурсного сортоиспытания и оценки качества зерна многорядная селекционная линия Рикотензе 225С141 под названием сорт Нургуш передана на государственное сортоиспытание с 2018 года. Данный сорт отличается высокой и стабильной урожайностью, а в неблагоприятные, холодные с избыточным увлажнением годы и в засушливых условиях формирует урожай зерна выше, чем стандартный сорт, на 0,56–0,77 т/га. Максимальная урожайность получена по сорту в станционном конкурсном сортоиспытании в 2017 г. 6,77 т/га, превысив стандартный сорт Челябинский 99 на 0,77 т/га. В экологическом сортоиспытании 2016–2017 гг., в ФГУП «Троицкое» (южная лесостепь), новый сорт Нургуш по паровому и зерновому предшественникам по продуктивности был на уровне лучших реестровых двурядных сортов ярового ячменя Челябинский 99, Омский 95 и Саша.

*Ключевые слова:* селекция многорядного ярового ячменя, исходный материал, перспективный селекционный материал, сортоиспытание, экологическое сортоиспытание, новый сорт многорядного ячменя.

Одним из важных путей увеличения производства фуражного зерна ячменя является селекция. Созданием новых, более урожайных сортов можно существенно увеличить валовые сборы ячменя. В производстве возделывают сорта как двурядного, так и многорядного ярового ячменя. Однако удельный вес сортов многорядного ярового ячменя, как по посевным площадям, по валовому производству зерна, так и по числу возделываемых сортов в сравнении с двурядными сортами незначителен. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации в 2017 г., включено

42 сорта озимого и 217 сортов ярового ячменя. Сорта озимого ячменя на 95,2% в реестре представлены многорядными формами, в то же время в списке сортов ярового ячменя только 8,8% сортов многорядного ячменя [1].

На Южном Урале для обеспечения пищевой промышленности и животноводства требуются сорта с высоким содержанием белка и низкой пленчатостью, адаптированные к жестким климатическим условиям региона, этим требованиям в основном отвечают двурядные формы. В Уральском регионе в основном возделывается двурядный фуражный ячмень на площади 1 млн 468 тыс. га, в том числе в Челябинской области



площадь посева ячменя составляет 304 тыс. га. В реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в регионе, входят 22 сорта исключительно двурядного ячменя. Но опыт возделывания нереестровых многорядных сортов в области есть, в разное время по собственной инициативе рядом хозяйств завозятся и возделываются многорядные сорта: Вакула, Гелиос УА, Лель и Lacombe. В благоприятные годы, по хорошим предшественникам в ряде крупных птицеводческих холдингов Челябинской области, они показывают большой потенциал продуктивности за счет таких элементов структуры урожая, как озерненность колоса и массы зерна с колоса. Такие сорта представляют интерес в использовании в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур и на полях с высоким агрофоном [2].

Селекция ярового многорядного ячменя ведется в США, Канаде, Японии и многих странах Азии. Многорядный ячмень в условиях Восточной Сибири представляет интерес для селекционеров как более засухоустойчивый, более скороспелый [3] и более продуктивный [4] тип растения. При многолетнем изучении исходного и селекционного материала учеными Красноярского НИИСХ выявлены преимущества шестирядного ячменя в сравнении с двурядными формами. У многорядного ячменя развивается ограниченное число стеблей, и урожай формируется за счет озерненности главного колоса. Хозяйственный коэффициент ( $K_{хоз}$ ) у лучших сортов шестирядного ячменя составляет 40–50%, а у позднеспелых сортов двурядного ячменя 28–35%. Масса зерна с одного колоса у лучших сортов шестирядного ячменя достигает 3,1–3,5 г, или в 1,5–2,0 раза выше, чем у сортов с двурядным колосом. Таким образом, сорта шестирядного ячменя на 15–25, а отдельные линии на 45–57% урожайнее двурядных форм [4].

В начале и середине XX века в северных районах СССР были распространены многорядные сорта ячменя, в центральных районах Нечерноземной и Черноземной зон, на юге Западной Сибири – двурядные формы. Аборигенные ячмени Восточной Сибири – преимущественно многорядные [5]. Однако в настоящее время в производстве Западной Сибири преобладают двурядные сорта как более технологичные. В основу модели сорта для лесостепи Кемеровской области также положен двурядный тип [6]. В то же время многорядные ячмени Сибири обладают рядом преимуществ: высокопластичны, высокопродуктивны, устойчивы к поздним

весенним заморозкам и пониженным температурам во время созревания зерна, имеют много зерен в главном колосе, что является существенным резервом в увеличении производства фуражного зерна в Кемеровской области [7]. Эти преимущества многорядного ячменя могут широко использоваться в региональных селекционных программах.

По данным ученых Кемеровского ГАУ Л. Н. Ковригина и Г. Я. Степанюк [8], двурядные образцы формируют более густой продуктивный стеблестой – 1,5 раза, более крупное зерно – 1,3 раза и длинный колос – 0,8 см. Однако они уступают многорядным по числу зерен в колосе – 2,1 раза и массе зерна с колоса – 1,6 раза. Формирование более густого стеблестоя у первых компенсируется продуктивностью отдельного колоса у вторых, за счет массы зерна с главного колоса, что подтверждают научные источники [9]. Высокая генотипическая изменчивость по урожайности ( $Cv = 32,9–36,9\%$ ), массе зерна с колоса ( $Cv = 19,4–31,8\%$ ), густоте продуктивного стеблестоя ( $Cv = 16,1–23,7\%$ ) в обеих группах свидетельствует о возможности выбора перспективных по отдельным показателям продуктивности генотипов.

Для шестирядных ячменей региональная модель сорта Восточной Сибири предусматривает следующие уровни продуктивности и ее элементов: урожайность – 4,5–6,0 т/га, число зерен в колосе – 40–42 шт., густота продуктивного стеблестоя – 450–550 шт./м<sup>2</sup>, масса 1000 зерен – 42–43 г [7]. Урожайность у большинства образцов данного подвида составляла свыше 500–800 г/м<sup>2</sup>. Невысокой урожайностью отличались местные ячмени Восточной Сибири, у которых была снижена продуктивность колоса 0,70–0,97 г и отдельные элементы структуры урожая. В то же время для местных сортов характерны высокие значения некоторых показателей: масса 1000 зерен на уровне 50,0 г, число зерен в колосе от 42,1 до 50,8 шт.

Высота растений сортов многорядного ячменя выше 90 см приводит к снижению устойчивости к полеганию, а слишком низкий стеблестой – к потерям при механизированной уборке, поэтому для условий Кузнецкой котловины предусмотрено использование и выведение сортов с длиной соломины от 70 до 80 см [6, 10].

В последнее время интерес селекционеров и производителей к яровому многорядному ячменю заметно вырос. Если за предшествующий сорокалетний период с 1960-го по 2000 гг. было включено в Госреестр всего



6 сортов многорядного ячменя, то за последние 17 лет он пополнился 15 новыми высокоурожайными сортами, обладающими комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств. Ряд отечественных сортов ярового ячменя и ближнего зарубежья – Зевс, Лель, Вакула, Гелиос УА, Тандем и другие – превышают на многих сортоучастках двурядные стандарты на 1,0 т/га и более. В областях Нечерноземной зоны РФ районированы сорта ярового многорядного ячменя, созданные в ОАО НПФ «Белселект» – Зевс и Зонального НИИСХ Северо-Востока – Лель и Тандем. В Западной и Восточной Сибири в Сибирском НИИСХ – Омский 99 и Красноярском НИИСХ – Красноярский 91.

На основании вышеизложенного можно заключить, что внимание селекционеров к яровому многорядному ячменю, имеющему целый ряд ценных в селекционном отношении признаков, незаслуженно ослаблено. В связи с этим возникает необходимость в усилении селекционной работы с многорядным яровым ячменем высокоинтенсивных сортов с целью создания высокоурожайных, устойчивых к полеганию, поражению болезнями и вредителями и с хорошими технологическими показателями качества зерна.

### Материалы и методы

Селекционная работа по многорядному ячменю проводится в ФГБНУ «Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» с 2006 года по общепринятой схеме селекционного процесса для зерновых культур. Основным методом создания исходного материала для селекции новых сортов многорядного ярового ячменя, адаптированным к местным условиям, является внутривидовая гибридизация эколого-географически отдаленных форм ячменя. Вовлечение в селекционный процесс лучших отечественных и зарубежных сортов в сочетании с целенаправленным отбором сопровождается всесторонней оценкой селекционного материала по основным хозяйственно-биологическим признакам и свойствам. В качестве исходного материала широко используется мировая коллекция ярового ячменя Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова. Изучение коллекции ВИР дало возможность вовлечь в селекционный процесс эколого-географически отдаленные формы с положительными признаками для селектирования. За годы работы был изучен большой набор сортообразцов

и выделены сорта, которые в местных условиях стабильно проявляли хозяйственно-ценные признаки [11]. По данному направлению проведено 145 комбинаций скрещиваний. С 2015 г. проводятся улучшающие скрещивания лучших селекционных линий многорядного ячменя с коммерческими ценными сортами отечественной и североамериканской селекции на отдельные признаки: массу 1000 зерен, низкое содержание пленок, повышенное содержание белка, устойчивости к полеганию и т.д.

### Результаты исследований

В Челябинском научно-исследовательском институте сельского хозяйства целенаправленную работу по селекции многорядного ячменя не проводили. Но опыт работы с многорядным ячменем имелся. В 1990 г. на государственное сортоиспытание был передан многорядный сорт Уреньга разновидности *ricotense*. Сорт был включен в Государственный реестр районированных сортов по Республике Татарстан в 1994 г. Сорт получен от скрещивания сортов Carlsberg II, Дания (к-18815) на Keystone, Канада (к-19304). Гибридизация была проведена на Красноуфимской селекционной станции в 1975 г., а элитное растение было выделено в 1977 г. из гибридной популяции  $F_2$  в Челябинском научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Сорт продуктивный, обладал высокой устойчивостью к полеганию и ломкости колос, практически не поражался пыльной и твердой головней, обладал относительной устойчивостью к сетчатой пятнистости.

В результате изучения коллекционного материала ярового ячменя мы пришли к выводу, что ряд отечественных и зарубежных сортов многорядного ячменя по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях зоны превышают лучшие двурядные отечественные сорта. При благоприятных условиях они показывают потенциальную продуктивность. Первые скрещивания по селекции многорядного ячменя были проведены 2006 году, и с того времени ежегодно проводится по 15–20 комбинаций скрещиваний этого направления. За этот период создан перспективный селекционный материал многорядных форм ярового ячменя, который на разных этапах селекционного процесса показывает хорошие результаты по продуктивности, обладающий пластичностью и максимальной адаптированностью к местным условиям, сочетающий высокие технологические свойства с другими хозяйственно-ценными признаками.





На основании данных конкурсного сортоиспытания и оценки качества зерна многорядная селекционная линия Рикотензе 225С141 под названием сорт Нургуш передана в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений на государственное сортоиспытание с 2018 года (табл. 1).

Сорт ярового многорядного ячменя Нургуш создан методом гибридизации с участием местного сорта Уреньга и коллекционного образца Klondike (к-25996) из Канады с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции в  $F_3$ .

Нургуш относится к лесостепной экологической группе сортов, с засухоустойчивостью на уровне стандартного сорта Челябинский 99. Среднепозднеспелый, вегетационный период 74–97 дней. Сорт Нургуш устойчив к полега-

нию, осыпанию зерна при перестое на корню. Он обладает средней озерненностью колоса – 36,2 шт. и продуктивностью колоса 1,24 г. Максимальная масса зерна с колоса (по данным биометрического анализа) 1,64 г получена в 2017 г. Сорт Нургуш по результатам конкурсного сортоиспытания превосходил многорядные сорта-стандарты Уреньга и Омский 99 по показателям, соответственно: длина колоса на 1,1–0,4 см; число колосков в колосе на 3,2–1,5 шт.; число зерен в колосе на 9,5–4,5 шт.; масса зерна с колоса на 0,39–0,44 г; масса 1000 зерен на 3,0–7,2 г (табл. 2).

За годы испытания сорт Нургуш по отношению к головневым грибам показал себя как слабовосприимчивый к твердой головне, пыльной головней за годы конкурсного испытания не поражен. По биохимическому анализу зерна ячменя образцов КСИ свидетельствует

Таблица 1 – Характеристика сорта ярового ячменя Нургуш (Рикотензе 225С141) в предварительном и конкурсном сортоиспытании ФГНУ «Челябинский НИИСХ» 2015–2017 гг.

Название сорта	Урожай зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Содержание сырого протеина, %	Пленчатость, %	Период вегетации, дней	Устойчивость к полеганию, балл
Челябинский 99, ст.	5,26	45,0	678	10,29	8,74	81	9
Максимус	5,50	44,6	661	9,96	8,82	86	9
Яик	5,62	45,5	661	8,97	8,54	93	9
Уреньга	5,35	39,3	634	9,85	11,47	80	9
Омский 99	4,99	36,9	656	9,24	9,69	80	7
Нургуш (Рикотензе 225С141)	5,92	40,0	619	9,21	10,99	83	9
Отклонения от стандарта, ±	+0,66	-5,0	-59	-1,08	-2,25	-2	0

Таблица 2 – Данные биометрического анализа растений сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», 2017 г.

Сорт	Высота растений, см	Продуктивный стеблестой, шт./м <sup>2</sup>	Продуктивная кусти-стость, шт.	Анализ колоса				Масса 1000 зерен, г
				длина, см	число колосков, шт.	число зерен, шт.	масса зерна с колоса, г	
предшественник пар								
Челябинский 99	80,7	553	1,2	6,1	18,2	18,2	0,80	44,6
Челябинский 96	86,8	638	1,3	6,8	20,3	20,3	0,96	46,9
Челябинец 1	84,4	604	1,4	6,8	20,2	20,2	0,82	40,4
Максимус	76,8	612	1,5	6,8	19,4	19,4	0,84	42,8
Яик	80,3	591	1,4	6,6	19,0	19,0	0,76	45,6
Омский 95	71,5	539	1,3	5,8	18,0	18,0	0,78	43,3
Нутанс 272F1004	75,8	634	1,4	6,1	18,1	18,1	0,89	49,2
Нутанс 207 С74	72,3	703	1,4	6,2	19,0	19,0	0,83	44,0
Омский 99	96,4	388	1,0	5,2	12,1	36,2	1,20	33,2
Уреньга	75,6	523	1,1	4,5	10,4	31,2	1,25	37,4
Рикотензе 225С141	90,4	473	1,1	5,6	13,6	40,7	1,64	40,4

о том, что новый сорт по содержанию сырого протеина на 1,08% уступает двурядному стандарту Челябинский 99, но на уровне многорядного стандарта Омский 99. В среднем за 3 года содержание сырого протеина составило 9,21% (8,66–11,02%). По массе 1000 зерен (39,5–40,3 г) уступает двурядному стандарту Челябинский 99, но выше, чем у многорядного ячменя Омский 99 на 3,1 г, с натурой зерна 580–642 г/л. По результатам технологической оценки лаборатории качества зерна института, сорт Нургуш имеет показатели, соответствующие ГОСТу для сорта зернофуражного направления.

Данный сорт отличается высокой и стабильной урожайностью, а в неблагоприятные, холодные с избыточным увлажнением годы и в засушливых условиях достоверно формирует урожай зерна выше, чем стандартный сорт Челябинский 99 на 0,56–0,77 т/га. По результатам конкурсного сортоиспытания урожайность сорта Нургуш в сравнении с стандартом Челябинский 99 составила: в 2015 г. 5,65 т/га у стандарта 4,74 т/га ( $НСР_{0,5} = 0,40$  т/га); в 2016 г. 5,35 т/га у стандарта 4,79 т/га ( $НСР_{0,5} = 0,34$  т/га); в 2017 г. 6,77 т/га у стандарта 6,00 т/га ( $НСР_{0,5} = 0,50$  т/га). Максимальная продуктивность получена по сорту в стационарном конкурсном сортоиспытании в 2017 г. 6,77 т/га, превысив стандарт Челябинский 99 на 0,77 т/га и лучшие новые сорта двурядного ячменя из государственного сортоиспытания Максимус на 0,42 т/га и Яик на 0,40 ц/га. В экологическом сортоиспытании ФГУП «Троицкое» (южная лесостепь) в 2016–2017 гг. новый сорт Нургуш по паровому и зерновому предшественникам по продуктивности был на уровне лучших реестровых сортов Челябинский 99, Омский 95 и Саша.

Новый сорт рекомендуется для испытания в лесостепных агроландшафтах Уральского (9), Волго-Вятского (4) и Средневолжского (7) регионах.

Наличие в различных питомниках селекционного процесса линий многорядного ячменя, отличающихся от стандартов продуктивностью, качеством зерна, сроками созревания, устойчивостью к полеганию и болезням, дает возможность говорить о том, что в ближайшее время в государственное сортоиспытание будут переданы новые сорта ярового ячменя, которые смогут обеспечить стабильные валовые сборы зерна в сельскохозяйственном производстве. В предварительном сортоиспытании 2017 г. испытывались многорядные линии из повторного отбора, проведенного в 2014 г. в селекционном питомнике 2-го года на продуктивность и устойчивость к полеганию (табл. 3).

Многорядные линии Рикотензе 230 G 469, Рикотензе 230 G 475 и Паллидум 109 G 184 достоверно превысили стандартные двурядные сорта Челябинский 99 и Омский 95 и по уровню продуктивности не уступали лучшим двурядным селекционным линиям. Эти линии были урожайней лучшего реестрового многорядного сорта Омский 99 и сформировали более тяжеловесное зерно с массой 1000 зерен 37,7–42,9 г, но уступили по показателю пленчатости.

Сейчас первоочередная задача в селекции многорядного ячменя заключается в снижении пленчатости, увеличении массы 1000 зерен и повышении содержания белка в зерне. Для решения этой проблемы мы в своей работе используем два метода. Первый метод – это про-

Таблица 3 – Характеристика лучших линий ярового ячменя в предварительном сортоиспытании, 2017 год, пар

Номер делянки	Сорт, линия	Урожай зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натурная масса зерна, г/л	Содержание в зерне, %	
					пленок	белка
1	2	3	4	5	6	7
31	Челябинский 99, st.	5,98	45,1	654	8,96	9,02
34	Нутанс 103 G 177	6,37	47,5	631	9,39	10,33
37	Нутанс 185 G319	6,81	46,6	638	9,01	9,10
42	Омский 95	6,03	44,8	605	9,84	10,41
43	Омский 99	5,65	36,9	612	10,60	8,78
45	Вакула	6,50	46,9	594	9,48	11,29
46	Паллидум 109 G 184	6,35	37,7	568	10,35	8,70
47	Рикотензе 230 G 469	6,58	42,9	589	11,37	8,70
48	Рикотензе 230 G 475	6,53	40,6	596	12,73	8,78
55	Нутанс 357 G 571	6,50	51,1	633	9,33	10,53
56	Нутанс 272 F677	6,43	43,1	644	8,75	10,02
НСР <sub>05</sub>		0,37				



ведение повторных отборов лучших биотипов в продуктивных селекционных линиях по вышечисленным элементам структуры урожая. Второй метод – это скрещивание перспективных многорядных селекционных линий с лучшими многорядными сортами Вакула, Лакомбе и Сандр, которые в местных условиях формируют высокую продуктивность, отличаются тяжеловесным зерном, имеют низкую пленчатость и высокое содержание белка.

В ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» в этом направлении получен перспективный селекционный материал с высоким потенциалом продуктивности. Так, в контрольном питомнике выделена продуктивная линия Рикотензе 225Н185 (Уреньга × Klondike) с уровнем урожайности 8,20 т/га, не поражающаяся в полевых условиях головневыми грибами, с высокой устойчивостью к полеганию и содержанием белка на уровне стандартного двухрядного сорта Челябинский 99 (табл. 4).

Таблица 4 – Характеристика лучших селекционных линий по продуктивности и комплексу хозяйственно-полезных признаков контрольного питомника ячменя, 2017 г.

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Урожай зерна		Вегетационный период, дн.	Устойчивость к полеганию, балл	Поражение головней, %		Масса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г/л	Содержание, %	
			т/га	% к стандарту			Пыльной	Твердой			Белка	Пленок
<b>1 блок</b>												
101	<i>Челябинский 99, st</i>	Омский 80 × Красноуфим. 95	<b>6,48</b>	<b>0,0</b>	<b>78</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0,52</b>	<b>47,0</b>	<b>638</b>	<b>10,65</b>	<b>8,98</b>
102	<i>Омский 95</i>	Тогузак × Омский 88	6,25	96	79	8	0	1,06	47,8	609	<b>12,41</b>	9,26
111	Омский 99	Омский 89 × Паллидум 4466	5,86	90	68	3	0	0,04	39,8	566	11,69	10,41
112	Уреньга	Carlsberg II × Keystone	5,82	90	69	<b>9</b>	0	26,98	40,6	551	11,17	11,90
<b>113</b>	<b>Вакула</b>	Паллидум 107 × Паллидум 731	<b>7,40</b>	114	69	<b>9</b>	0,52	1,49	<b>48,7</b>	605	11,05	<b>9,66</b>
<b>114</b>	<b>Лакомбе</b>	Канада	<b>7,82</b>	121	67	<b>9</b>	0	0,06	<b>46,3</b>	589	10,93	11,84
120	Рикотензе 224 Н184	Уреньга × Витим	<b>7,50</b>	116	78	8	<b>0</b>	<b>0</b>	40,3	536	11,73	12,28
<b>121</b>	<b>Рикотензе 225Н185</b>	Уреньга × Klondike	<b>8,20</b>	126	79	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	40,3	596	10,29	10,82
133	<i>Нутанс 234Н43</i>	Хаджибей × Раушан	<b>7,26</b>	106	78	8	0,01	0	<b>52,8</b>	<b>650</b>	11,57	<b>8,79</b>
<b>2 блок</b>												
141	Нутанс 377Н81	Челябинец 1 × Петр	<b>7,38</b>	119	71	<b>9</b>	0	0,14	48,9	623	11,09	<b>8,67</b>
145	Нутанс К14Н91	Тобол × Сокол	<b>7,44</b>	121	79	<b>9</b>	0	0	47,3	596	9,18	<b>8,51</b>
146	Нутанс К16Н93	Убаган × Пастбищный	<b>8,08</b>	132	84	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50,0</b>	<b>635</b>	9,90	<b>8,51</b>
148	Нутанс К26Н100	Ранний × 30843, Зевс	<b>6,92</b>	113	<b>67</b>	5,5	0	0,02	<b>57,1</b>	<b>635</b>	<b>12,77</b>	<b>8,84</b>
149	Нутанс К31Н105	Раушан × 25765, Mecknos Meros	<b>7,05</b>	115	<b>67</b>	<b>9</b>	0	0	<b>50,9</b>	609	11,73	9,10
150	<i>Челябинский 99, st</i>	Омский 80 × Красноуфим. 95	<b>6,14</b>	<b>0,0</b>	<b>72</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0,42</b>	<b>46,3</b>	<b>644</b>	<b>10,06</b>	<b>9,00</b>
152	Нутанс К34Н109	Раушан × 28097, Варяг	<b>7,61</b>	124	78	<b>9</b>	0	0,15	<b>52,0</b>	<b>645</b>	11,57	<b>7,92</b>
153	Нутанс К37Н111	Раушан × 30040, Ула	<b>7,17</b>	117	78	<b>9</b>	0	0,15	47,7	<b>644</b>	10,89	<b>8,16</b>
155	Нутанс К50Н123	Карабал. 150 × Пастбищный	<b>7,27</b>	118	79	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	49,1	<b>656</b>	9,62	9,73
156	Нутанс К54Н127	Карабал. 150 × Убаган	<b>7,32</b>	119	<b>67</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	49,4	<b>687</b>	10,37	<b>8,76</b>
160	Нутанс К287Н39	Ратник × Ом. голозерный 1	<b>7,71</b>	126	76	5	0,10	0,02	<b>55,7</b>	626	8,62	9,66

В результате селекционной работы по многорядному ячменю получен перспективный селекционный материал, по продуктивности и по отдельным хозяйственно-ценным признакам не уступающий лучшим двурядным сортам-стандартам. На основании данных конкурсного сортоиспытания и оценки качества зерна на государственное сортоиспытание с 2018 года передана многорядная селекционная линия Рикотензе 225С141 под названием сорт Нургуш.

#### Список литературы

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений. М., 2017. Т. 1. 483 с.
2. Прядун Ю. П. Результаты и перспективы селекции ярового ячменя в Челябинской области // АПК России. 2016. Т. 23. № 5. С. 953–960.
3. Сурин Н. А. Итоги изучения скороспелых ячменей в лесостепной зоне Красноярского края // Тр. Краснояр. НИИСХ. Красноярск, 1967. Т. 4. С. 92–100.
4. Сурин Н. А., Андропова Т. М., Ляхова Н. Е. Направления и результаты селекции ячменя // Селекция и семеноводство. 1979. № 6. С. 10–11.
5. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е. Селекция ячменя в Сибири. Новосибирск : РАСХН СО ; Енисей, 1993. 292 с.
6. Заушинцена А. В. Обоснование параметров модели сортов ячменя и способы ее реали-

зации в процессе селекции // Селекция, семеноводство и технология возделывания сельскохозяйственных культур : сб. науч. тр. / Кем. НИИСХ РАСХН. Кемерово, 2001. Вып. 2. С. 11–18.

7. Пакуль В. Н. Технологические приемы интенсификации возделывания озимой ржи и ярового ячменя в лесостепи Кузнецкой котловины : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Барнаул, 2009. 33 с.

8. Ковригина Л. Н., Степанюк Г. Я. Особенности строения стебля и продуктивности шестирядных и двурядных сортов ячменя // Вестник Кем. ГУ. 2013. Вып. 2 (10). С. 23–30.

9. Парфенова В. А. Селекционная оценка шестирядных и двурядных форм ячменя // Селекция сельскохозяйственных культур на скороспелость, холодостойкость, зимостойкость : матер. науч.-метод. конф. Новосибирск, 2008. 168 с.

10. Заушинцена А. В. Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины Западной Сибири : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Кемерово, 2001. 47 с.

11. Прядун Ю. П. Селекция ярового ячменя в Челябинской области // Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия на Южном Урале : матер. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ГНУ Челябинский НИИСХ Россельхозакадемии (г. Челябинск, 1 августа 2014 г.). Челябинск, 2014. С. 144–154.

---

**Прядун Юрий Петрович**, заведующий лабораторией селекции ячменя, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: yuriy.pryadun@mail.ru.

\* \* \*

УДК 633.11: 631.527

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ В ЧЕЛЯБИНСКОМ НИИСХ В 2015–2017 ГОДАХ

**В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, Н. П. Бондаренко**

Целью проведенных исследований было создание и изучение исходного и селекционного материала для выведения высокоурожайных и устойчивых к абиотическим и биотическим факторам образцов мягкой яровой пшеницы. Приводятся результаты конкурсного сортоиспытания яровой мягкой пшеницы в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» за 2015–2017 годы. Закладка опытов и оценки проведены по методике государственного сортоиспытания. Перспективными по урожайности показали себя раннеспелый сорт Челябинская ранняя (3,26 т/га), среднеспелый Челябинская 75 (3,73 т/га) и новый сорт Силач (4,53 т/га). Даны описания новых сортов Челябинская ранняя и Уральская кукушка, включенные в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Уральском регионе в 2016 году, и сорта Силач, находящегося на государственном сортоиспытании. В 2017 году данный генотип изучался в производственных условиях в южной лесостепи Челябинской области, в ООО «СиЛаЧ». Отмечено преимущество сорта яровой мягкой пшеницы Силач по урожайности (3,99 т/га) по сравнению со среднеспелым стандартом Челябинская 75 в 0,95 т/га и среднепоздним Челябинская юбилейная – в 1,38 т/га. Урожайность свыше 3,0 т/га в засушливых условиях вегетационного периода можно считать хорошим результатом, и это служит высокой оценкой засухоустойчивости данных сортов. Переданы на государственное сортоиспытание два новых сорта – Челябинская 80 и Памяти Одинцовой. Реестровые сорта селекции ЧНИИСХ в 2017 году использовались в Российской Федерации на площади более 0,5 млн га. В Челябинской области сорта мягкой яровой пшеницы селекции ЧНИИСХ возделывались на площади 253 458 га, что составляло 48% от посевов реестровых сортов.

*Ключевые слова:* селекция, яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, бурая и стеблевая ржавчина.

Яровая мягкая пшеница является одной из основных продовольственных культур, возделываемых в Челябинской области. По статистическим данным ее посевная площадь в 2017 году составила 799 280 га, собрано свыше 1,5 млн т зерна.

Большая роль в увеличении урожайности пшеницы отводится сорту, поэтому перед селекционерами ставится задача создания новых урожайных высококачественных генотипов, устойчивых к стрессовым факторам среды, адаптированных к местным условиям и отвечающих требованиям сельхозпроизводителей.

Селекционная работа на Южном Урале начата в 1937 году с образованием отдела

селекции на Челябинской опытной станции, в настоящее время ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». За 80 лет селекции пшеницы в институте было создано и передано на государственные сортоиспытания (ГСИ) более 30 сортов, из которых 17 районированы и включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию не только в Уральском, но и в Западно-Сибирском, Средневолжском регионах Российской Федерации. Сорта отличаются друг от друга по продолжительности вегетационного периода, разновидности, устойчивости к полеганию и болезням, по качеству зерна.



Факторами, лимитирующими получение ежегодно высокого урожая яровой мягкой пшеницы в Челябинской области, являются неоптимальность и нестабильность гидрологических и гидротермических условий вегетационного периода. Чаще всего снижение урожайности вызывает засуха, но актуально и избыточное увлажнение. В связи с этим сорта яровой мягкой пшеницы для Челябинской области должны сочетать в себе отрицательно коррелирующие между собой засухоустойчивость и резистентность к переувлажнению. Каждый из этих факторов сопряжен с комплексом биотических и абиотических стрессоров зерновых культур. Стабильная урожайность может быть достигнута при сочетании в генотипе возделываемых сортов двух показателей: высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам [1].

Агрометеоусловия последних трех лет исследований в целом способствовали получению хорошего урожая сельскохозяйственных культур, в том числе пшеницы.

В 2015 году сложились благоприятные температурный и гидрологический режимы, даже июньская жара (21,4 °С) и малое количество осадков в это время не повлекли за собой негативных последствий в виде почвенной засухи, так как за счет обильных майских осадков влаги в почве было достаточно. ГТК (гидротермический коэффициент) за май-сентябрь был равен 1,7, против 1,3 по средним многолетним данным.

2016 год отличался теплой, временами жаркой погодой. Сумма положительных температур с мая по август составила 2253 °С при норме 1839 °С. Сумма осадков за этот же период была в пределах нормы 238 мм (норма 231 мм), но они распределялись неравномерно. Гидротермический коэффициент за вегетационный период изменялся от 1,4 в июне до 0,8 в августе и в среднем составил 1,05 (при среднемноголетнем 1,3). Такие условия способствовали сокращению продолжительности периода созревания пшеницы.

В 2017 году хорошие весенние запасы влаги в почве, температура воздуха и сумма осадков, практически равные среднемноголетним показателям, вплоть до середины августа, привели к небольшому увеличению периода до колошения пшеницы. Но жаркая погода 3-й декады августа ускорила созревание культуры, особенно сортов, восприимчивых к поражению бурой и стеблевой ржавчиной.

Погодные условия периода вегетации 2015–2017 годов способствовали проявлению необыкновенно сильных для региона эпифитотий бурой и стеблевой ржавчины пшеницы и их высокой вредоносности и, тем самым, повысили эффективность отбора селекционных образцов на ржавчиноустойчивость. Эпифитотия бурой ржавчины в большей мере связана с изменениями в популяции патогена *Russinia triticea* Erikss., приведшими к потере эффективности гена Lr 9 (LrTr), ранее защищавшего большинство местных сортов пшеницы (Дуэт, Челябинка 2, Памяти Рюба, Челябинка юбилейная и др.) от этого возбудителя болезни. Актуальным не только для Челябинской области становится поражение пшеницы стеблевой ржавчиной, вредоносность которой может достигать 60–70 и более%. Данная ситуация заставляет селекционеров уделять большое внимание устойчивости к болезням при подборе родительских пар для скрещиваний, а также созданию генотипов с комплексной ржавчиноустойчивостью на основе новых эффективных генов иммунитета.

**Цель работы** – создание и изучение исходного и селекционного материала для выведения высокоурожайных и устойчивых к абиотическим и биотическим факторам образцов и сортов мягкой яровой пшеницы.

**Научная новизна** заключалась в выведении новых высокопродуктивных сортов мягкой яровой пшеницы, адаптированных к комплексу факторов, лимитирующих урожайность на Южном Урале.

#### **Материалы и методы исследований**

Опытное поле лаборатории селекции пшеницы ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» расположено в северной лесостепи Челябинской области. Объектом наблюдений служили сорта яровой мягкой пшеницы. Посев селекционного материала произведен по пару в оптимальные для культуры сроки (2-я декада мая). Норма высева 5 млн всхожих зерен на гектар. Учетная площадь делянки составляла 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Основным методом создания исходного материала является внутривидовая гибридизация с привлечением генетически разнокачественного материала. Как правило, одной из родительских форм служат местные реестровые сорта и перспективные селекционные образцы. В гибридизацию привлекаются засухоустойчивые сорта омских, саратовских, казахстанских научных учреждений и другие генотипы с комплексом хозяйственно-полезных признаков.



Схема селекции, методика изучения всего имеющегося в питомниках селекционного материала общепринятая для мягкой яровой пшеницы. Сравнение испытываемых номеров проводилось со стандартными сортами. Закладка селекционных питомников, учеты и наблюдения проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [2, 3]. На искусственных инфекционных фонах получали оценку: на устойчивость к бурой ржавчине [4, 5] линии СП-1 (селекционный питомник 1 года), к пыльной головне – сорта в конкурсном сортоиспытании (КСИ) и твердой – в контрольном питомнике (КП) и конкурсном сортоиспытании [6, 7]. Поражение стеблевой ржавчиной оценивалось на естественном фоне по методикам, принятым в СИММИТе, и в балловом выражении [8]. Уборка урожая проводилась комбайном САМПО-130 в фазу полной спелости. Статистическая обработка данных исследований сделана на персональном компьютере с использованием дисперсионного анализа из пакета программ SNEDEKOR по методике Б. А. Доспехова [9].

### Результаты исследований

В условиях 2017 года урожайность в конкурсном сортоиспытании яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» варьировала от 2,06 до 5,77 т/га, средняя равнялась 4,45 т/га. Минимальное количество зерна сформировал первый стародавний сорт Искра. Часть образцов поразились бурой и в большей степе-

ни стеблевой ржавчиной и сформировали урожайность не выше 4,0 т/га (табл. 1). Отдельные генотипы показали себя с положительной стороны. Это, прежде всего, раннеспелый новый сорт Челябинская ранняя. На лидирующие позиции, благодаря комплексной ржавчиноустойчивости, с 2015 года вышел сорт Челябинская 75, в геноме которого находится новый ген устойчивости к бурой ржавчине LrSp. Выделился в КСИ по урожайности ржавчиноустойчивый находящийся на ГСИ сорт Силач, а также группа среднепоздних образцов с урожайностью более 5,0 т/га, в том числе сорт Челябинская 80, который устойчив к засухе, полеганию, осыпанию, прорастанию на корню, высокоустойчив к бурой и стеблевой ржавчинам, пыльной головне. Он по качеству зерна отвечает требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам. Содержание белка в его зерне варьирует от 14 до 17%, клейковины от 21 до 27%. Сорт Челябинская 80 перспективен для лесостепи и степи Южного Урала.

Хорошо зарекомендовал себя новый раннеспелый сорт Памяти Одинцовой. Он устойчив к засухе, полеганию, осыпанию, прорастанию на корню, высокоустойчив к бурой ржавчине, твердой головне, восприимчив к пыльной головне. По качеству зерна отвечает требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам. Содержание белка достигает 17%, клейковины 32%. Сорт рекомендован и для лесостепи, и для степи Южного Урала.

Государственные сортоиспытания сортов Челябинская 80 и Памяти Одинцовой начнутся в 2018 году.

Таблица 1 – Урожайность реестровых и переданных на ГСИ сортов мягкой яровой пшеницы селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», КСИ, т/га

Сорт	Год включения в Госреестр	Год			
		2015	2016	2017	средняя
Эритроспермум 59	1994	3,47	3,11	3,83	3,47
Дуэт	2003	3,24	3,24	3,61	3,36
Челяба 2	2005	2,53	3,16	3,91	3,20
Памяти Рюба	2006	2,96	2,35	2,74	2,68
Челяба юбилейная	2010	3,22	3,15	3,19	3,19
Челяба степная	2011	3,04	3,13	3,95	3,37
Челяба 75	2012	3,42	3,17	4,6	3,73
Челяба ранняя	2016	2,30	3,32	4,15	3,26
Уральская кукушка	2016	2,46	2,97	3,72	3,05
Силач	2017*	4,07	3,83	5,68	4,53
Памяти Одинцовой	2018*	2,53	3,14	4,08	3,25
Челяба 80	2018*	3,83	3,37	5,16	4,12
НСР <sub>05</sub>		0,36	0,29	0,47	0,37

\* – год начала государственного сортоиспытания.

Важным фактором, лимитирующим урожайность пшеницы, является поражение их болезнями. Селекция растений на устойчивость к заболеваниям уже давно признана наиболее рациональным способом их защиты [10]. Несмотря на усилия селекционеров, доля сортов пшеницы, устойчивых к тому или иному виду микроорганизмов, а особенно с комплексной устойчивостью, невелика. Из всех реестровых сортов, допущенных к использованию в Челябинской области, только четвертая часть входит в эту категорию. В связи с этим большую ценность представляют иммунные, высокоустойчивые и толерантные сорта. В настоящее время в производстве используется восемь селекционных достижений селекции ЧНИИСХ – это сорта пшеницы Эритроспермум 59, Дуэт, Челябин 2, Челябин юбилейная, Челябин степная, Челябин 75 и с 2016 года – Челябин ранняя и Уральская кукушка. Из них высокой устойчивостью к пыльной головне обладают сорта Челябин 2, Челябин юбилейная, Челябин степная, к твердой – Челябин 75, Уральская кукушка. Комплексной устойчивостью к ржавчинам выделяются сорта Челябин 75 и проходящий государственное сортоиспытание сорт Силач. В сорте Челябин 75 иммунитет к бурой ржавчине обеспечивается геном LrSp, в сорте Силач за счет пирамиды генов Lr 9 + Lr10 + Lr 24. Симптомы стеблевой ржавчины на этих сортах в виде мелких пустул появляются только в конце вегетации, что свидетельствует об их высокой устойчивости.

С 2016 года два сорта яровой пшеницы селекции института – Челябин ранняя и Уральская кукушка – включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Уральском регионе.

#### **Сорт Челябин ранняя**

Оригинатор – ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Сорт выведен путем индивидуально-отбора из гибридной популяции от скрещивания Челябин 2 × АНК-104.

Авторы: В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер, И.В. Запивалова, С.Ф. Коваль.

Разновидность эритроспермум. Колос пирамидальный, длиной 8–10 см, средней плотности. Отличительным признаком являются укороченные изогнутые ости, развивающиеся с 3–4-го колоска от основания колоса, это так называемая полуостость, обусловленная геном Hd. Колосковая чешуя ланцетная, нервация средне выражена. Зубец колосковой чешуи короткий или средней длины, изогнутый. Плечо

узкое или средней величины, закругленное. Зерно полуудлиненное, средней крупности и крупное. Бороздка средняя. Масса 1000 зерен 35–41 г.

Сорт относится к группе раннеспелого типа созревания. Вегетационный период на 3–4 суток продолжительнее, чем у стандарта этой группы спелости Новосибирская 15, но короче, чем у среднераннего сорта Челябин 2. Урожайность его в среднем за 2015–2017 годы составила 3,26 т/га и была на уровне и выше стандартного сорта Челябин 2. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию, к углеводно-белковому истощению семян (УБИС). Содержание белка в благоприятные годы достигает 17%, клейковины 34%.

На сорт Челябин ранняя получен патент № 8729 от 30.11.2016 года (номер регистрации 69478/8756553).

#### **Сорт Уральская кукушка**

Оригинатор – ФГБНУ Челябинский НИИСХ. Сорт создан индивидуальным отбором из гибридной популяции от скрещивания Лютесценс 4 × Тулунская 10 × Лютесценс 22178.

Авторы: В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер, И.В. Запивалова, И.Г. Одинцова, А.А. Юдин.

Разновидность эритроспермум. Колос пирамидальный, длиной 5–8 см, средней плотности. Колосковая чешуя ланцетная, нервация слабо выражена. Зубец колосковой чешуи средней длины, умеренно изогнутый, плечо чаще узкое, закругленное. Зерно яйцевидное или полуудлиненное, средней крупности. Бороздка от средней до глубокой. Масса 1000 зерен 30–37 г.

Сорт Уральская кукушка относится к группе среднераннего типа созревания. Вегетационный период составляет 77–97 суток. За последние три года его средняя урожайность в КСИ находится на уровне со стандартным сортом Челябин 2. Максимальная урожайность получена в 2017 году – 3,72 т/га.

Новый сорт устойчив к засухе и осыпанию зерна, среднеустойчив к полеганию. К бурой и стеблевой ржавчине имеет полевую устойчивость, в средней степени поражается пыльной головней, устойчив к твердой головне и углеводно-белковому истощению семян (УБИС). Содержание белка достигает 16–18%, клейковины 31–33%.

Сорт Уральская кукушка внесен в список охраняемых селекционных достижений, патент № 8728 от 30.11.2016 года (номер регистрации 69477/8756552).



С 2017 года начато государственное сортоиспытание высокоурожайного сорта Силач на территории Уральского региона.

Он выведен ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» индивидуальным отбором из гибридной популяции, полученной от скрещивания Лютеценс 210/99-10 × Эритроспермум 23090.

Авторы: В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер, Н.П. Бондаренко, Л.Д. Громова, И.Ю. Кушнirenко, В.А. Зыкин, Е.И. Гультяева, Н.Н. Совков, Ю.А. Колобков.

Разновидность эритроспермум. Колос цилиндрический, колосковая чешуя ланцетная, нервация слабо выражена. Зубец колосковой чешуи короткий или средней длины, прямой. Плечо скошенное, средней величины, киль выражен сильно. Зерно крупное, овальное, полуудлиненное, бороздка глубокая. Ости короткие, расходящиеся. Масса 1000 зерен 39–47 г.

Сорт Силач в конкурсном сортоиспытании показал себя среднеспелым, однако Госсортокмиссия включила его в группу среднепоздних сортоопытов. Продолжительность вегетационного периода в КСИ составляет в среднем 90 суток с колебаниями по годам от 81 до 98 суток. При посеве по пару в конкурсном сортоиспытании ЧНИИСХ (2015–2017 гг.) сформировал урожайность в среднем 4,53 т/га. Максимальная урожайность – 5,68 т/га – была получена в 2017 году. По урожайности сорт Силач ежегодно достоверно превышает среднеспелый стандартный сорт Челябин 75 на 0,70–0,10 т/га, среднепоздний стандарт Челябин юбилейная из-за его восприимчивости к стеблевой ржавчине на 0,68–2,49 т/га при НСР<sub>05</sub> равном 0,29–0,47.

Сорт Силач устойчив к засухе, полеганию, осыпанию, прорастанию на корню. Испытание его на естественных и искусственных фонах

заражения болезнями показало, что он высокоустойчив к бурой и стеблевой ржавчинам, восприимчив к пыльной и твердой головням.

По качеству зерна скорее отвечает требованиям, предъявляемым к филлерам. Содержание белка варьирует в пределах 13–14%, клейковины 15–27%.

Предлагается для возделывания для лесостепных и степных зон Южного Урала.

В 2017 году данный генотип изучался в производственных условиях в южной лесостепи Челябинской области, в ООО «СиЛаЧ». Основные результаты исследований отражены в таблице 2.

Данные по урожайности показали, что сорт яровой мягкой пшеницы Силач имеет преимущество по сравнению со среднеспелым стандартом Челябин 75 в 0,95 т/га и среднепоздним Челябин юбилейная – в 1,38 т/га. Урожайность свыше 3,0 т/га в засушливых условиях вегетационного периода (127 мм осадков за май-август) можно считать хорошим результатом, и это служит высокой оценкой засухоустойчивости данных сортов.

Одной из важнейших проблем в селекции пшеницы является устойчивость к полеганию. Как показали наблюдения, изучаемые сорта в производственных условиях при хорошем наливе колоса имели высокую оценку по данному показателю.

Немаловажное значение при использовании в хлебопекарной, крупяной промышленности имеет качество зерна. Пониженное содержание клейковины в зерне сорта Силач подтверждает известную отрицательную корреляцию между урожайностью и качеством зерна. Исправить положение можно агротехникой сорта путем внесения азотных удобрений при посеве и внекорневыми подкормками.

Таблица 2 – Важнейшие показатели сортов, изучаемых в ООО «СиЛаЧ»

Показатель	Сорт		
	Силач	Челяба 75, st	Челяба юбилейная, st
Продолжительность периода: сут.			
всходы – колошение	51	52	46
колошение – восковая спелость	35	36	50
всходы – восковая спелость	86	88	96
Урожайность, т/га	3,99	3,04	2,61
Устойчивость к полеганию, балл	5	5	5
Качество зерна:			
Содержание клейковины, %	17,6	27,0	21,0
ИДК, ед.а.	85	85	80



В Челябинской области, по статистическим данным отчетного года, сорта мягкой яровой пшеницы селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» Эритроспермум 59, Челябинская юбилейная, Дуэт, Челябинская 2 и другие возделывались на площади 253 458 га, что составило 48% от посевов, занятых реестровыми сортами, и 44% от сортовых. Новые сорта Челябинская 75, Челябинская ранняя, Уральская кукушка занимали площадь 19 236 га.

Среднегодовой экономический эффект за счет сортов, созданных в институте, составляет более 50 млн рублей.

В настоящее время сорта мягкой яровой пшеницы селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», кроме Челябинской, возделываются в следующих областях РФ:

Омской – сорта Эритроспермум 59, Дуэт – 214 тыс. га;

Оренбургской – сорт Челябинская юбилейная – 6,5 тыс. га.

#### Выводы

Таким образом, в 2017 году по результатам проведенных исследований в конкурсном сортоиспытании пшеницы ФГБНУ Челябинский НИИСХ высокую урожайность показали сорта Челябинская ранняя, Челябинская 75, Силач и др. Государственное сортоиспытание проходит новый сорт мягкой яровой пшеницы селекции института Силач. По комплексу признаков подана заявка в Госсортокомиссию на допуск к использованию сортов Памяти Одинцовой и Челябинская 80. Сорта Челябинская ранняя и Уральская кукушка в 2016 году включены в Государственный реестр, и на них выданы патенты.

Реестровые сорта селекции ЧНИИСХ в 2017 году использовались в Российской Федерации на площади более 0,5 млн га. В Челя-

бинской области сорта мягкой яровой пшеницы селекции ЧНИИСХ возделывались на площади 253 458 га, что составляло 48% от посевов реестровых сортов.

#### Список литературы

1. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Курганской области. Куртамыш : ГУП «Куртамышская типография», 2012. 494 с.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 270 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.
4. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat: *Puccinia triticina* Erikss. *Phytopathology*. 1926; 16: 89–120.
5. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. J. Res.* 1948; 26: 496–500.
6. Изучение устойчивости зерновых культур и расового состава возбудителей головневых болезней : метод. указания / под ред. В. И. Кривченко. Л., 1978. 108 с.
7. Кривченко В. И. Методы изучения устойчивости зерновых культур к возбудителям головневых заболеваний. Л. : ВИР, 1972. 59 с.
8. Койшибаев М., Шаманин В. П., Моргунов А. И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням : метод. указания. Анкара, 2014. 64 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М. : Колос, 1978. 206 с.

---

**Тюнин Владимир Александрович**, д-р с.-х. наук, заведующий лабораторией селекции пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Шрейдер Екатерина Робертовна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Бондаренко Надежда Петровна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*



УДК 635.21: 631.589.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОГИДРОПОННОГО СПОСОБА ВЫРАЩИВАНИЯ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Е. П. Шанина, М. А. Стафеева, А. Н. Ковалев

В статье показан способ аэрогидропонного выращивания мини-клубней картофеля в условиях искусственного освещения. Целью исследований было изучение особенностей роста и развития биомассы растений картофеля и динамики процесса клубнеобразования сортов разных групп спелости при выращивании на аэрогидропонном модуле. В качестве испытываемых сортов картофеля были использованы: ранний сорт Люкс и среднеранний сорт Горняк. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. В процессе исследований выявлено, что сроки наступления фенологических фаз роста и развития растений у изучаемых сортов существенно различаются, что в результате повлияло и на количественный выход клубней. Полученные мини-клубни имели форму, характерную для сорта. Выход клубней фракции более 15 мм в диаметре, полученных с растений сорта Люкс, составил 19,2%. У сорта Горняк данная фракция отсутствовала. Клубней с визуальными признаками грибных или бактериальных болезней обнаружено не было. При первом и втором запуске аэрогидропонной установки в эксперименте было использовано два раствора, различных по составу включенных в них макро- и микроудобрений. В результате состав питательного раствора оказывал существенное влияние на показатели роста и развития растений. В связи с этим необходимо проводить подбор оптимальных питательных сред в зависимости от фенологических фаз роста и развития растений, учитывать сортовые особенности процесса клубнеобразования.

*Ключевые слова:* картофель, мини-клубни, аэрогидропонная установка, питательный раствор, суммарное содержание солей (ЕС), уровень рН, световой режим.

Основным звеном системы семеноводства картофеля в настоящее время по-прежнему остается производство высококачественного исходного материала, которое включает создание и поддержание коллекций здоровых сортов на основе меристемно-тканевой культуры, клональное размножение микрорастений, выращивание мини-клубней и диагностику фитопатогенов на всех этапах [1].

Производители мини-клубней проявляют все большую заинтересованность в использовании высокотехнологичных способов производства, основанных на применении гидропонной и аэропонной культуры. Эффективность любой

технологии выращивания растений, как правило, определяется возможностью регуляции каждого этапа их роста и развития.

**Аэропоника** – высокотехнологичный способ бессубстратного культивирования растений на специально подобранных питательных растворах. Благодаря самым передовым научным разработкам, она становится важным агротехническим средством, позволяющим повысить выход оздоровленного посадочного материала картофеля, а также многих других культур [2]. Урожайность с/х культур, полученная в режиме аэропоники, в 3–4 раза превосходит урожай, получаемый традиционными методами [3].

Одним из основных факторов, способствующих увеличению урожайности мини-клубней, является хорошая аэрация корней [4].

В аэропонных комплексах предполагается посадка исключительно оздоровленных, сертифицированных микрорастений. Отсутствие переносчиков вирусов и субстрата, а также соблюдение всех параметров культивирования на практике гарантирует высокий результат.

При развитии картофеля в условиях аэропоники выделяют пять основных периодов [5]:

1) пересадка адаптированных пробирочных растений в установку и рост до появления 3–4 новых листьев. В корневой зоне появляются свежие разветвленные корневые волоски. Длится обычно 7–8 дней;

2) активное формирование стеблей, листьев и корневой системы, длится обычно 18–22 дня. Корни сплетаются друг с другом, и образуется сплошной ковер;

3) появление бутонов у растений и формирование столонов, длится 5–7 дней. В это время индуцируется процесс клубнеобразования;

4) от цветения и до прекращения прироста ботвы, практически до начала ее увядания. В это время происходит наиболее интенсивный прирост клубней и формируется до 65–75% конечного урожая;

5) от прекращения периода роста ботвы и начала ее отмирания до полного физиологического созревания клубней. Завершается накопление в клубнях сухих веществ, клубни достигают физиологической спелости и переходят в состояние покоя.

При подборе сортов для выращивания в установках аэропонного типа необходимо учитывать особенности формирования биомассы растений. При этом характеристика по срокам созревания сорта в полевых условиях не является гарантией отражения темпов роста и динамики формирования урожая в условиях аэропоники [6].

Эффективность работы установок в значительной степени определяется режимами минерального питания и техническими и световыми характеристиками ламп для освещения растений. Для каждого сорта необходимо уточнять состав субстрата и режимы внешней среды [7]. Для получения мини-клубней в условиях аэропоники может использоваться питательный раствор на основе различных модификаций среды Мурасиге-Скуга по составу макро- и микросолей [8].

В условиях постоянного повышения стоимости электроэнергии вопросы эффективного использования растениями световой энергии во

многом становятся определяющим фактором. Возможным решением проблемы снижения энергозатрат может быть применение в системах выращивания растений светоизлучающих диодов [9].

Сбор мини-клубней картофеля в аэропонной установке производится не один раз, как в грунтовых условиях, а многократно по мере закладки и роста клубней. В итоге с одного куста, при соблюдении всех условий технологии, можно собрать 50–120 мини-клубней весом по 5–30 граммов в зависимости от сорта [10, 11]. В Международном центре картофеля в Перу урожайность более 100 мини-клубней с одного растения получена с использованием относительно простых материалов [12].

По данным О.С. Хутинаева с соавторами [13], производство мини-клубней на основе альтернативных технологий с применением гидропонной (водной) и аэропонной (воздушной) культуры составляет около 20%. В плане интенсификации размножения картофеля аэропонные технологии весьма перспективны [14]. В различных странах развернуто серийное производство аэро- и гидропонного оборудования [15].

**Цель исследований** – изучить особенности роста и развития биомассы растений картофеля и динамики процесса клубнеобразования сортов различных групп спелости при выращивании их на аэрогидропонной установке.

### Материалы и методы

Опыты по производству мини-клубней проведены в селекционно-технологическом центре по картофелю ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на аэрогидропонном модуле, состоящем из двух секций с 16 посадочными ячейками. Общая площадь установки – 3,0 м<sup>2</sup>.

Установка оснащена тремя лампами ДНаЗ мощностью 250 ватт, шестью светодиодными лампами LED мощностью 36 ватт и длинами волн 400–840 нм, одним водяным насосом мембранного типа DP-160 M, емкостью для питательного раствора объемом 200 л. В качестве испытываемых сортов картофеля были использованы ранний сорт Люкс и среднеранний сорт Горняк.

Цикл операций на аэрогидропонной установке начинался с посадки пробирочных растений непосредственно на модуль, без предварительного подращивания. Перед высадкой растения аккуратно и тщательно отмывались от остатков агаризованной среды для предотвращения попадания остатков агар-агара в систему активного питания.



В эксперименте были использованы различные по составу питательные растворы на разных фазах развития растений. В первые 35 суток развития растений картофеля применяли питательный раствор со следующим содержанием макроэлементов в растворе в (мг/л): N (190), P (35–42), K (200), Ca (150), Mg (45), S (70). После 35 суток и до конца вегетации: N (150), P (35–42), K (200), Ca (150), Mg (45), S (45). Содержание микроэлементов в растворе в (мг/л) было постоянным: Fe (1,1), B (0,5), Mn (0,4), Zn (0,15), Cu (0,1), Mo (0,05).

Подача питательного раствора и световой режим регулировались с помощью таймеров, настроенных на соответствующие режимы. Режим подачи питательного раствора был следующим: 2 мин. – работа, 20 мин. – перерыв. Режим освещения – первые 35 суток по 16 часов, после 35 суток и до конца вегетации по 12 часов.

Ежедневно проводился контроль за уровнем pH и суммарным содержанием солей (ЕС) питательного раствора. После посадки растений в течение первых 7 суток уровень ЕС поддерживался от 1,15 до 1,25; далее – от 1,65 до 1,90. pH раствора поддерживался на уровне от 5,5 до 6,5.

Замена питательного раствора проводилась со сменой фенологической фазы роста и развития растений, а также по мере его помутнения. Объем питательного раствора в емкости поддерживался на постоянном уровне. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Оценка степени пораженности растений и полученных мини-клубней такими заболеваниями, как фитофтороз и парша обыкновенная, проводилась по 9-балльной шкале.

Клубни снимались по достижении размера в диаметре от 10 мм и выше. Режим хранения по традиционной технологии – при температуре +2...+4 °С.

## Результаты исследований

На показатели роста и развития растений существенное влияние оказывает состав питательного раствора. При первом и втором запуске аэрогидропонной установки в эксперименте было использовано два раствора, различных по составу включенных в них макро- и микроудобрений.

При первом запуске для приготовления раствора (далее – раствор № 1) были использованы: нитрат калия (KNO<sub>3</sub>), нитрат кальция 4-водный (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> × 4H<sub>2</sub>O), нитрат аммония (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), сульфат магния 7-водный (MgSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O), монофосфат калия (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), комплексное микроудобрение «GroGreenMicroNutrients». При втором запуске (далее – раствор № 2) – суперфосфат гранулированный, Potassim Nitrate Crystals 13-0-46 (UltrasolK™), Calcinit™, сульфат меди 5-водный (CuSO<sub>4</sub> × 5H<sub>2</sub>O), сульфат цинка 7-водный (ZnSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O), аммоний молибденовокислый 4-водный (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> × 4H<sub>2</sub>O, борная кислота (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), сульфат магния 7-водный (MgSO<sub>4</sub> × 7H<sub>2</sub>O), комплексное микроудобрение «Gro Green Micro Nutrients».

При использовании раствора № 1 процесс роста и развития растений протекал более интенсивно. В связи с этим показатели высоты растений и длины корней были выше, чем при использовании раствора № 2 (табл. 1).

В процессе исследований выявлено, что сроки наступления фенологических фаз роста и развития растений у сортов картофеля различных групп спелости, выращиваемых на аэрогидропонной установке в условиях искусственного освещения, существенно различаются.

Первые 20 суток вегетации растения интенсивно формировали корни. За неделю длина корней увеличивалась более чем в 2 раза. При этом сорт Горняк характеризовался наибольшей длиной побегов, малой облиственностью. У сорта Люкс растения были несколько ниже и более облиственные (рис. 1, рис. 2).

Таблица 1 – Влияние состава питательного раствора на показатели роста и развития растений на примере сорта Люкс, 2017 г.

Показатель	Раствор № 1	Раствор № 2
Высота растений, м:		
через 10 суток после посадки	0,15	0,12
через 20 суток после посадки	0,22	0,18
Длина корней, м:		
через 10 суток после посадки	0,20	0,16
через 20 суток после посадки	0,35	0,29



Сорт Люкс



Сорт Горняк

Рис. 1. Общий вид растений у изучаемых сортов через 20 суток после посадки



Сорт Люкс



Сорт Горняк

Рис. 2. Общий вид корневой системы изучаемых сортов через 20 суток после посадки



Рис. 3. Начало клубнеобразования, сорт картофеля Люкс





Таблица 2 – Количественный выход мини-клубней у изучаемых сортов в аэрогидропонной культуре, 2017 г.

Фракция, мм	%	Средняя масса одного клубня, г
сорт Люкс		
> 15	19,2	14,6
10–15	29,7	7,2
< 10	51,1	1,3
сорт Горняк		
> 15	0,0	–
10–15	22,7	9,4
< 10	77,3	0,9

Через 35 суток после посадки наблюдалось полное сплетение корней и начало образования столонов. На 41-е сутки у сорта Люкс отмечено начало фазы бутонизации, на 46-е сутки – начало цветения. У сорта Горняк бутонизация и цветение на 47-е сутки и 52-е сутки соответственно.

Формирование клубней на столонах наблюдали на 64-е сутки после посадки у сорта Люкс (рис. 3) и 70-е сутки у сорта Горняк.

Более 50,0% в полученном урожае мини-клубней занимала фракция менее 10 мм в диаметре, при средней массе одного клубня 1,0–1,6 г. Клубни фракции более 15 мм получены лишь у сорта Люкс (19,2%). У сорта Горняк данная фракция отсутствовала (табл. 2).

При выращивании на аэрогидропонном модуле у сортов как ранней (Люкс), так и среднеранней (Горняк) групп спелости были сформированы нормальные по фенотипу растения, с утолщенным стеблем, с хорошо сформированной листовой массой. Форма клубней была характерной для данного сорта. Клубней с признаками грибных или бактериальных болезней обнаружено не было.

### Выводы

Технология получения мини-клубней перспективных сортов картофеля с использованием аэрогидропонных установок эффективна наряду с традиционными способами производства мини-клубней, так как позволяет увеличить коэффициент размножения в осенне-зимний период. При подборе сортов для выращивания на установках аэрогидропонного типа необходимо учитывать особенности роста и развития растений, процесса клубнеобразования картофеля у сортов различных групп спелости.

### Список литературы

1. Приемы повышения продуктивности картофеля в питомниках оригинального семеноводства / Н. А. Курейчик, И. М. Заборонок, С. В. Сокол, Л. К. Живето // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол. : С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2013. Т. 21. Ч. 2. С. 72–80.
2. Мартиросян Ю. Ц. Аэропонные технологии: перспективы производства оздоровленного семенного картофеля // Картофельная система. 2014. № 1. С. 30–32.
3. Перспективы использования аэропоники в производстве оздоровленного семенного материала картофеля / В. Г. Реуцкий [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол. : В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2007. Т. 13. С. 107–113.
4. Soffer H., Burger D. W Effects of dissolved oxygen concentration in aerohydroponics on the formation and growth of adventitious roots // J. Am. Soc. Horticult. Sci. 1988. Vol. 113. P. 218–221.
5. Мартиросян Ю. Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – преимущества и перспективы // Картофелеводство : сб. науч. тр. : матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве» / ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. М., 2014. С. 175–179.
6. Терентьева Е. В., Ткаченко О. В., Гревцева Е. С. Динамика формирования биомассы растений картофеля в аэропонной установке // Евразийский союз ученых. 2015. № 7–6 (16). С. 120–122.
7. Технология производства исходного семенного материала картофеля / А. И. Адамова



[и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Белорусский НИИ картофелеводства» ; редкол. : С. А. Банадысев (гл. ред.) и др. Минск : Мерлит, 2002. Вып. 11 С. 187–225.

8. Семенова З. А., Хадыко О. Н., Подобед Н. И. Особенности выращивания мини-клубней картофеля в условиях аэропоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге-Скуга // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол. : С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2013. Т. 21. Ч. 2. С. 152–159.

9. Мартиросян Ю. Ц. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля при дополнительном облучении низкоэнергетическим светом л 625 нм / Ю. Ц. Мартиросян, А. А. Кособрюхов, В. Д. Креславский, О. С. Мелик-Саркисов // Картофелеводство : сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» ; редкол. : В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2007. Т. 13. С. 65–72.

10. Ткаченко О. В. Аэропоника – новая технология в семеноводстве картофеля // Губернские вести. 2015. № 49. С. 4.

11. Хутинаев О. С., Анисимов Б. В., Юрлова С. М. Гидропонное выращивание мини- и микроклубней с применением различного спектра освещения // Материалы V науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы инновационного развития современной индустрии картофеля». Чебоксары, 2013. С. 92–96.

12. Otazu V. Manual on quality seed potato production using aeroponics // International Potato Center (CIP). Lima, Peru, 2010. 44 p.

13. Мини-клубни методом аэрогидропоники / О. С. Хутинаев, Б. В. Анисимов, С. М. Юрлова, А. А. Мелешин // Картофель и овощи. 2016. № 11. С. 28–30.

14. Симаков Е. А. Новые технологии производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля. М., 2000. 80 с.

15. Банадысев С. А. Технологии производства мини-клубней картофеля: что предпочесть? // Аграрное обозрение. 2012. № 6 (34). С. 20–21.

---

**Шанина Елена Петровна**, д-р с.-х. наук, доцент, руководитель селекционно-технологического центра по картофелю, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: shanina08@yandex.ru.

**Стафеева Мария Александровна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: stafeeva-marija@mail.ru.

**Ковалев Алексей Николаевич**, младший научный сотрудник селекционно-технологического центра по картофелю, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: shanina08@yandex.ru.

\* \* \*

УДК 631.582: 631.85(470.55)

## МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА ПОДВИЖНОГО В ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ ЮЖНОГО УРАЛА

Л. П. Шаталина, А. В. Вражнов

Целью исследований было определение степени изменения содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см при условии длительного внесения минеральных удобрений. В задачи исследований входило: установить эффективность влияния длительного применения удобрений в севообороте на содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см в различных севооборотах и бессменном посеве яровой пшеницы. Мониторинг изменения содержания подвижного фосфора за 35 лет в слое почвы 0–20 см чернозема выщелоченного показывает, что содержание подвижного фосфора определяется интенсивностью использования пашни в севооборотах, системой удобрений и метеоусловиями, что поддерживает обеспеченность растений подвижным фосфором на уровне средней во всех вариантах изучаемых севооборотов, в условиях лесостепных агроландшафтов Челябинской области. Наблюдения за содержанием подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см показали, что усваивание подвижного фосфора за весь период исследований в среднем по всем вариантам севооборотов в слое почвы 0–20 см на фоне NP идет интенсивнее по сравнению с фоном P на 16%. Самая положительная динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см отмечена в зерновом двухпольном севообороте и зернопаровом четырехпольном, на фоне внесения только фосфорных удобрений (P), достигая в 2013 году уровня 119–120 мг/кг. Мониторинг изменения содержания подвижного фосфора в условиях лесостепных агроландшафтов Челябинской области за 35 лет в слое почвы 0–20 см чернозема выщелоченного показывает, что наибольшие различия по фактору год исследований (C) 57,5 мг/кг, за счет фактора фон удобренности (B) 6,53 мг/кг, за счет фактора севооборот (A) 5,1 мг/кг.

*Ключевые слова:* севооборот, мониторинг, фон удобренности, последствие удобрений, чернозем выщелоченный, динамика содержания подвижного фосфора.

Одной из главных задач современного земледелия является создание в почвах оптимального фосфатного уровня питания, обеспечивающего высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур [1–4]. При существующих ценах на минеральные удобрения следует использовать биологический потенциал возделываемых сельскохозяйственных культур и мониторинг содержания агрохимических свойств почвы.

Черноземы и в настоящее время остаются самыми плодородными почвами России. Однако в процессе длительного сельскохозяйственного использования их уникальное

потенциальное плодородие было нарушено прогрессирующим развитием эрозии и другими видами деградации, поэтому существенно снизились их агрохимические показатели, о чем свидетельствуют многочисленные исследования [5, 6]. Оптимальной формой мониторинга плодородия почв является периодически повторяемое комплексное агрохимическое обследование. Фосфор – один из трех главных элементов питания растений. Оптимальный уровень содержания подвижного фосфора (по Чирикову) для большинства сельскохозяйственных культур в России составляет 90–150 мг/кг [7].

### Обоснование исследований

Повышение продуктивности севооборотов в различные по метеоусловиям годы при сохранении и восполнении природных ресурсов до сих пор является одной из главных задач земледелия. Это один из путей поднять конкурентоспособность продукции растениеводства в условиях рыночной экономики за счет научно обоснованной организации территории и применения прогрессивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Много вопросов, особенно связанных с длительностью последствий отдельных элементов питания на фоне разных способов применения удобрений, их соотношений, недостаточно выяснены, несмотря на достаточно большое количество проведенных исследований на многих типах почв [8]. Динамика подвижного фосфора в длительных полевых опытах является моделью временной трансформации фосфора удобрений в производственных условиях [9]. Чтобы выработать стратегию использования фосфорных и других видов удобрений, их соотношений в современных условиях зернопроизводства, необходимо исследование динамики содержания и запасов фосфора. Существуют и другие факторы, влияющие на динамику содержания и запасов подвижного фосфора в почве, например, воздействие изменений климата, что, в свою очередь, нуждается в дополнительном исследовании [10]. Длительное применение минеральных удобрений приводило к значительному изменению фосфатного состояния чернозема выщелоченного [11]. Для эффективного внесения минеральных удобрений в условиях ресурсосберегающих агротехнологий научную и практическую значимость приобретают мониторинг состояния почвенного покрова пахотного горизонта почв Челябинской области в различных режимах интенсивности использования пашни. Без мониторинга контроля процессов режима питания сельскохозяйственных культур невозможно планировать технологии производства растениеводческой продукции с планируемой продуктивностью пашни. В лаборатории агроландшафтного земледелия ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» мониторинг подвижного фосфора в слое 0–20 см проводится в различных вариантах севооборотов уже 35 лет.

### Методика исследований

Исследования проводились в северной лесостепи Южного Урала в 1978–2013 гг., Госзадание темы: «Изучить эффективность ресурс-

ного потенциала пахотных земель и сельскохозяйственных культур на основе оптимизации полевых севооборотов» на территории землепользования ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный. Глубина пахотного слоя почвы под опытным участком небольшая – 25–30 см, слабокислая и нейтральная реакция почвенной среды – рН = 5,1–7,0, слабая обеспеченность подвижным фосфором – 4,5 мг/100 г почвы; содержание гумуса – 6–6,5%; сумма поглощенных оснований 28–30 мг-экв./100 г почвы; гранулометрический состав – тяжело-суглинистый.

Схема опыта: 1. Зернопаровой 4-польный севооборот: пар – озимая рожь – горох – пшеница; 2. Зернопаротравяной 10-польный севооборот: пар – озимая рожь – горох – пшеница – ячмень – люцерна – люцерна 2-го года – люцерна 3-го года – пшеница – пшеница; 3. Плодосменный 4-польный севооборот: кукуруза – пшеница – горох – пшеница; 4. Зерновой севооборот – овес – пшеница; 5. Пшеница бессменно.

Агротехника в опыте – общепринятая для лесостепных агроландшафтов Челябинской области, основанная на отвальной обработке почвы [12, 13, 14]. Для северной лесостепи годовая сумма осадков 400–450 мм, сумма  $t^{\circ} > 10^{\circ}$  равна 1800–2000  $^{\circ}\text{C}$ , при длительности безморозного периода 110–120 дней, что создает благоприятные условия для возделывания зерновых (озимых и яровых) и кормовых культур.

Система удобрений по севооборотам: Фон Р и Фон NP

1. Зернопаровой 4-польный севооборот: фон Р-Р<sub>22</sub> и фон NP-N<sub>30</sub>P<sub>22</sub>

2. Зернопаротравяной 10-польный севооборот: фон Р-Р<sub>27</sub> и фон NP-N<sub>36</sub>P<sub>27</sub>

3. Плодосменный 4-польный севооборот: фон Р-Р<sub>30</sub> и фон NP-N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>

4. Зерновой 2-польный севооборот: фон Р-Р<sub>30</sub> и фон NP-N<sub>80</sub>P<sub>30</sub>

5. Пшеница бессменно: фон Р-Р<sub>30</sub> и фон NP-N<sub>80</sub>P<sub>30</sub>

Примечание: с 2011 года фон Р – без удобрений.

Почвенные пробы на содержание подвижного фосфора Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> отбирались в начале вегетации в 1978-м, 1989 году, с 1998 года раз в пять лет до 2013 года на одних и тех же делянках всех повторений опыта в слое почвы 0–20 см в пяти точках с делянки, для определения которого использовался метод Чирикова.



## Результаты и обсуждение

В нашем опыте исходное содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см было низким – 45 мг/кг, что предопределило дозу минеральных удобрений для изучаемых полевых севооборотов, обеспечения в них наибольшей продуктивности сельскохозяйственных культур.

Мониторинг 35-летнего периода наблюдений за содержанием подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см показал изменения этого показателя в зависимости от варианта севооборота, фона удобрённости и по годам исследований.

В процессе исследований методом сравнительного анализа доказано, что на содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см за 35 лет исследований все изучаемые нами факто-

ры: А – вид севооборота, В – фон минерального питания, С – год исследований на 1%-м уровне значимости, а вероятность взаимодействия факторов А и С составляет 99% (табл. 1).

В зернопаровом четырехпольном севообороте (1-й вариант) на фоне Р содержание подвижного фосфора с 1978-го по 1989 год увеличилось с 45 до 75 мг/кг, т.е. на 30 мг/кг, с 1989-го по 1998 год за 10 лет на 26 мг/кг, за последующие два периода сохранялось на уровне 100–104 мг/кг, с 2008-го по 2013 год увеличилось на 19 мг/кг за счет постоянного внесения минерального фосфора с удобрениями и подбора культур, обладающих сильным биологическим потенциалом, способным регулировать процессы минерализации органического вещества почвы (рис. 1).

Таблица 1 – Схема отбора проб и содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в слое почвы 0–20 см в различных севооборотах на двух фонах минерального питания, мг/кг почвы

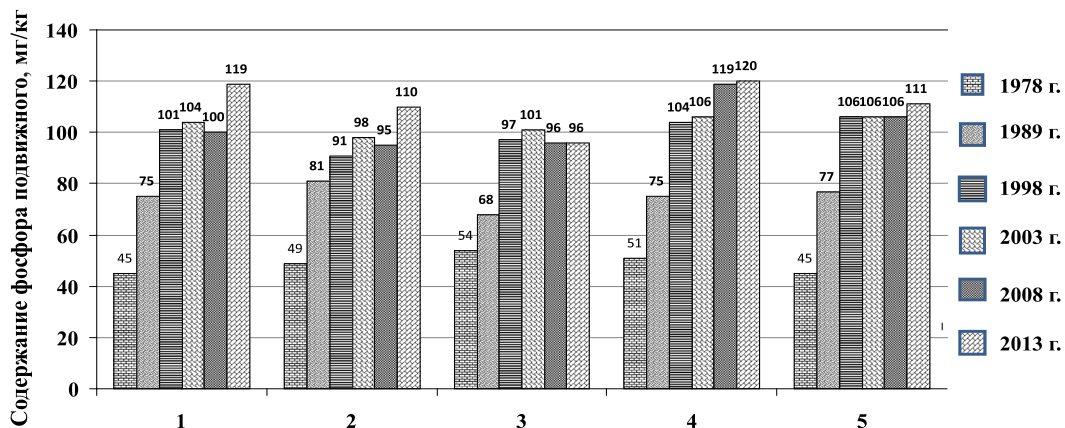
Вариант севооборота Фактор А	Фактор В фон удобрённости	Фактор С годы отбора почвенных проб					
		1978 г.	1989 г.	1998 г.	2003 г.	2008 г.	2013 г.
1. Зернопаровой четырехпольный	Р	45	75	101	104	100	119
	NP	45	62	92	93	94	120
2. Зернопаротравяной десятипольный	Р	49	81	91	98	95	110
	NP	49	71	88	93	94	94
3. Плодосменный четырехпольный	Р	54	68	97	101	96	96
	NP	54	57	95	93	89	89
4. Зерновой двухпольный	Р	51	75	104	106	119	120
	NP	51	76	101	91	105	96
5. Яровая пшеница бессменно	Р	45	77	106	106	106	111
	NP	45	64	103	104	94	108

$HCP_{05} A = 4,97$  мг/кг. Различия достоверны на 1%-м уровне значимости.

$HCP_{05} B = 3,15$  мг/кг. Различия достоверны на 1%-м уровне значимости.

$HCP_{05} C = 5,45$  мг/кг. Различия достоверны на 1%-м уровне значимости.

Взаимодействие факторов:  $HCP_{05} AC = 8,94$  мг/кг 99%.



1. Зернопаровой 4-польный севооборот. 2. Зернопаротравяной 10-польный севооборот. 3. Плодосменный 4-польный севооборот. 4. Зерновой 2-польный севооборот. 5. Пшеница бессменно

Рисунок 1. Динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на фоне Р мг/кг



Динамика изменений содержания фосфора подвижного в десятипольном севообороте (вариант 2) была следующая: в период с 1978-го по 1989 годы отмечено увеличение содержания фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см на 32 мг/кг, в следующие годы до 1989-го увеличение на 10 мг/кг, с 1998-го по 2003 год увеличение на 7 мг/кг, с 2003-го по 2008 год наблюдалось снижение на 3 мг/кг, с 2008-го по 2013 год увеличение на 15 мг/кг. Уровень содержания фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см на фоне Р был ниже, чем в зернопаровом севообороте на 3,4 мг/кг в среднем за весь период исследований.

В плодосменном севообороте накопление фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см шло медленнее. С 1978-го по 1989 год содержание фосфора подвижного увеличилось по сравнению с исходным на 14 мг/кг, за следующий период на 29 мг/кг, с 1998-го по 2003 год на 4 мг/кг, с 2003-го по 2008 год уменьшение на 2 мг/кг, в 2013-м осталось на уровне 2008 года. В среднем за все годы исследований содержание фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см на 5,1 мг/кг меньше, чем в варианте зернопарового севооборота. Плодосменный севооборот уступал зернопаровому по содержанию подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см за все периоды исследований, кроме первого.

В зерновом 2-польном севообороте накопление фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см составило 26 мг/кг, за период 1989-го по 1998 год 29 мг/кг, за 3-й период с 1998-го по 2003 год 2 мг/кг, с 2003-го по 2013 год существенно не изменялось и было на уровне 119–120 мг/кг. Увеличение фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см в этом варианте севооборота по годам исследований по сравнению с зернопаровым севооборотом обусловлено низкой урожайностью культур

в севообороте, а соответственно, низким выносом фосфора из почвы, что согласуется с исследованиями других ученых [15, 16].

Бессменный посев яровой пшеницы отличался динамикой изменения содержания подвижного фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см постепенным накоплением с 1978-го по 1998 год, стабилизацией за период с 1998-го по 2008 год и нерезким увеличением к 2013 году. За первый период накопление фосфора подвижного составило 32 мг/кг, за второй период с 1989-го по 1998 год 29 мг/кг, к 2013 году увеличилось на 5 мг/кг.

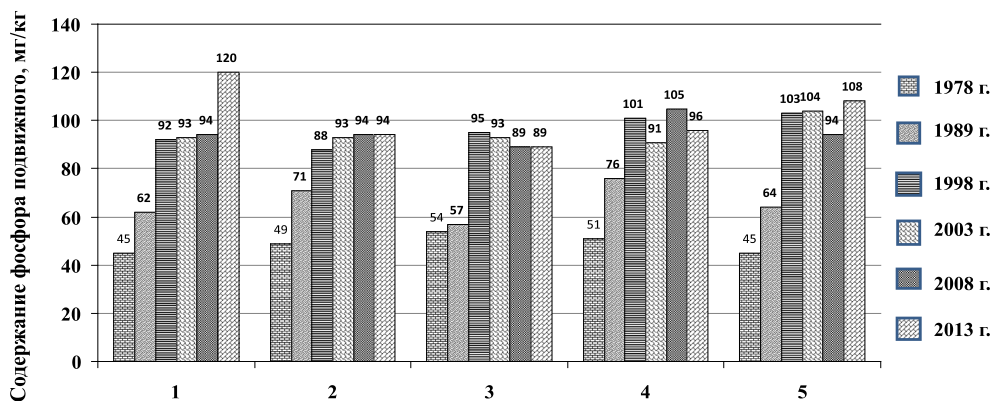
Накопление подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на всех вариантах севооборотов обусловлено внесением минерального фосфора с удобрением, что согласуется с результатами исследований других ученых [17–20].

Таким образом, содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на фоне удобрённости Р было наибольшим к 2013 году на варианте зернового двухпольного севооборота. Изменения данного показателя были максимальными по годам исследований и составили 62,4 мг/кг.

На фоне удобрённости NP динамика изменений содержания фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см представлена на рисунке 2.

В зернопаровом четырехпольном севообороте динамика изменений фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см на фоне удобрённости NP отличалась от динамики на фоне Р. За первый период с 1978-го по 1989 год накопление фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см составило 17 мг/кг, с 1989-го по 1998 год 30 мг/кг, за период с 1998-го по 2008 год всего 1 мг/кг, с 2008-го по 2013 год 26 мг/кг.

На 2013 год в этом варианте севооборота содержание фосфора подвижного в слое почвы



1. Зернопаровой 4-польный севооборот. 2. Зернопаротравяной 10-польный севооборот. 3. Плодосменный 4-польный севооборот. 4. Зерновой 2-польный севооборот. 5. Пшеница бессменно

Рисунок 2. Динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на фоне NP





0–20 см на фонах удобренности выравнилось. Содержание подвижного фосфора за 35 лет в слое почвы 0–20 см изменилось с 45 мг/кг до 120 мг/кг, т. е. увеличилось на 75 мг/кг.

В десятипольном зернопаротравяном севообороте динамика изменения содержания фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см на фоне удобренности NP следующая: с 1978-го по 1989 год произошло увеличение данного показателя на 22 мг/кг, с 1989-го по 1998 год на 17 мг/кг, с 1998-го по 2003-го год на 5 мг/кг, с 2003-го по 2013 год всего на 1 мг/кг. Многолетние травы (люцерна) способствовали усилению минерализации значительной части органического фосфора, пополняя запасы потенциально доступных его минеральных форм, потребляемых растениями. Накопление фосфора подвижного в данном севообороте в слое почвы 0–20 см за 35 лет составило 45 мг/кг.

Динамика изменения содержания фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см в плодосменном севообороте на фоне удобренности NP следующая: с 1978 года по 1989 год накопление составило 3 мг/кг, с 1989-го по 1998 год 40 мг/кг, с 1998-го по 2003 год снижение на 2 мг/кг, с 2003-го по 2008 год снижение на 4 мг/кг до 2013 года. В этом варианте севооборота содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см самое низкое из всех вариантов севооборотов. За 35 лет в этом варианте севооборота на 2013 год накопление подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см составило всего 35 мг/кг. Уровень содержания фосфора подвижного в слое почвы 20 см в плодосменном севообороте существенно ниже, чем в других вариантах севооборотов, это связано с увеличением вносимых азотных удобрений ( $N_{60}$ ) на 1 га пашни, которые способствовали лучшему усвоению фосфатов из труднодоступных форм и большим выносом фосфора с урожаем сельскохозяйственных культур. Потребление фосфора растениями увеличивалось, соответственно в почве уменьшалось.

В зерновом двухпольном севообороте за период с 1978-го по 1989 год содержание фосфора подвижного в слое почвы 0–20 см увеличилось по сравнению с исходным на 25 мг/кг, с 1989-го по 1998 год на 25 мг/кг, с 1998-го по 2003 год снижение на 10 мг/кг, с 2003-го по 2008 год увеличение на 14 мг/кг, к 2013 году снижение на 9 мг/кг. Зерновой двухпольный севооборот овес-пшеница отличался высоким уровнем урожая на фоне NP и высокими дозами азотных удобрений, что усиливало усваивание доступных форм фосфора в слое почвы 0–20 см.

При бессменном возделывании яровой пшеницы изменения содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на фоне удобренности NP следующие: с 1978-го по 1989 год увеличение на 19 мг/кг, с 1989-го по 1998 год на 39 мг/кг, с 1998-го по 2003 год на 1 мг/кг, с 2003-го по 2008 год уменьшение на 10 мг/кг, с 2008-го по 2013 год увеличение на 14 мг/кг. Урожайность культуры соответственно определяла и величину выноса фосфора с урожаем.

На 2013 год по содержанию подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см на фоне NP выделился зернопаровой четырехпольный севооборот с наибольшим значением этого показателя 120 мг/кг. Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см по всем вариантам севооборотов варьировало с 89 до 120 мг/кг, т. е. различия составили 31 мг/кг.

На фоне P на 2013 год выделились два севооборота: зернопаровой четырехпольный и зерновой двухпольный с содержанием подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см 119–120 мг/кг. Динамика изменений этого показателя по всем вариантам севооборотов составила от 96 до 120 мг/кг, различия составили 24 мг/кг.

Накопление фосфора подвижного в среднем по всем севооборотам за весь период исследований в слое почвы 0–20 см на фоне P составило 62,4 мг/кг, а на фоне NP 52,6 мг/кг, т. е. на 16% больше.

### Выводы

1. Процесс усваивания подвижного фосфора за весь период исследований в среднем по всем вариантам севооборотов в слое почвы 0–20 см на фоне NP идет интенсивнее по сравнению с фоном P на 16%.

2. На фоне внесения только фосфорных удобрений (P) самая положительная динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см наблюдалась в зерновом двухпольном севообороте и зернопаровом четырехпольном, достигая в 2013 году уровня 119–120 мг/кг.

3. Мониторинг изменения содержания подвижного фосфора в условиях лесостепных агроландшафтов Челябинской области за 35 лет в слое почвы 0–20 см чернозема выщелоченного показывает, что наибольшие различия по фактору год исследований (C) 57,5 мг/кг, за счет фактора фон удобренности (B) 6,53 мг/кг, за счет фактора севооборот (A) 5,1 мг/кг.

4. Динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см от момента закладки заключалась в начальном быстром росте от исходного с низкой обеспеченностью

и дальнейшей стабилизацией с прогнозом увеличения на вариантах до средней обеспеченности.

### Список литературы

1. Фосфатный режим чернозема типичного в зависимости от интенсивности его использования / В. Б. Азаров, П. Г. Акулов, В. Д. Соловьевиченко, Б. Ф. Азаров // *Агрохимия*. 2003. № 8. С. 13–25.
2. Подвижность остаточных фосфатов и фосфатная буферность чернозема типичного / Б. С. Носко [и др.] // *Агрохимия*. 2004. № 6. С. 5–10.
4. Система удобрения, продуктивность культур и плодородие чернозема выщелоченного / А. В. Дедов, Н. И. Придворев, В. В. Верзилин, Л. П. Кузнецова // *Агрохимия*. 2004. № 5. С. 36–46.
5. Небытов В. Г. Влияние суперфосфата и фосфоритной муки при ежегодном и запасном внесении на агрохимические свойства почв и урожайность культур севооборота // *Агрохимия*. 2012. № 3. С. 25–31.
6. Акулов П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. М. : Колос, 1992. 223 с.
7. Плодородие черноземов России / под ред. Н. З. Милащенко. М. : Агроконсалт, 1998. 688 с.
8. Чекмарев П. А., Лукин С. В. Мониторинг плодородия пахотных почв центрально-черноземных областей России // *Агрохимия*. 2013. № 4. С. 11–22.
9. Гамзиков Г. П., Барсуков П. А. Влияние предшествующей удобренности почвы на баланс азота вновь внесенных удобрений // *Агрохимия*. 2001. № 7. С. 13–22.
10. Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е. Содержание подвижного фосфора в почвах при длительном применении удобрений // *Агрохимия*. 2013. № 2. С. 30–37.
11. Крючков А. Г., Елисеев В. И., Абдрашитов Р. Р. Динамика содержания подвижного фосфора в черноземе обыкновенном под посевом яровой твердой пшеницы в длительном стационарном опыте // *Агрохимия*. 2013. № 3. С. 32–35.
12. Минакова О. А., Александрова Л. В., Мельникова М. Г. Динамика фосфорного режима чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в зернопаропропашном севообороте лесостепи ЦЧР // *Агрохимия*. 2013. № 5. С. 9–18.
13. Технологии обработки почвы в агроландшафтном земледелии Южного Зауралья: рекомендации / под ред. А. В. Вражнова ; сост. В. Н. Брагин [и др.] ; РАСХН, ГНУ Челябинский НИИСХ. Челябинск, 2010. 15 с.
14. Вражнов А. В. О совершенствовании систем земледелия на Южном Урале // Совершенствование системы земледелия Южного Урала : матер. координац. совета по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Челябинск, 2012. С. 3–11.
15. Концепция разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия Челябинской области / под ред. А. В. Вражнова ; ЧНИИСХ. Челябинск, 1994. 57 с.
16. Глухих М. А. Севообороты Южного Зауралья : монография. Челябинск, 2008. 324 с.
17. Брагин В. Н., Юмашев Х. С. Изменение фосфатного режима выщелоченного чернозема при длительном применении удобрений // *Материалы Всерос. конф. учред.-участн. Географической сети опытов с удобрениями (26–27 июня 2012 г.) «Состояние и пути повышения эффективности исследований в системе географической сети опытов с удобрениями»*. М. : ВНИИА, 2012. С. 54–57.
18. Синягин И. И. Агротехнические условия высокой эффективности удобрений. М. : Россельхозиздат, 1980. 222 с.
19. Сдобникова О. В. Фосфорные удобрения и урожай. М. : Агропромиздат, 1985. 108 с.
20. Ермохин Ю. И. Диагностика питания растений. Омск, 1995. 207 с.
21. Храмов И. Ф. Система применения удобрений и воспроизводство плодородия почв в полевых севооборотах лесостепи Западной Сибири : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск, 1997. С. 29–30.

---

**Шаталина Любовь Петровна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: lubashatalina@mail.ru.

**Вражнов Александр Васильевич**, член-корреспондент РАН, зам. директора по внедренческой и научно-инновационной деятельности, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

УДК 631.871: 631.461: 631.445.42

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ СОЛОМЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА**

**Х. С. Юмашев**

В многолетнем стационарном опыте Географической сети опытов с удобрениями РФ дана оценка влиянию различных способов утилизации соломы и пожнивных остатков на микробиологическую активность выщелоченного чернозема. Опыты проводились на бессменном посеве яровой пшеницы на удобренном и неудобренном фонах. В результате исследований установлено, что запашка всей незерновой части урожая на начальных этапах проведения опытов ингибирует активность микробиологических процессов в почве. В дальнейшем процесс ингибирования затухает и наступает активизация микробиологических процессов. Установлено влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на микробиологическую активность почвы, в частности в засушливых и переувлажненных условиях она снижается. Азотные удобрения в начале исследований слабо влияют на активность биологических процессов в почве, впоследствии наблюдается усиление биологической активности, особенно на варианте с запашкой соломы и стерни.

*Ключевые слова:* микробиологическая активность, целлюлоза, протеаза, коэффициент Ацци, органические остатки, бактерии, среды КАА, МПА, азотные удобрения.

Несмотря на кажущуюся очевидность вопроса, специфика микробиологической активности черноземных почв Южного Зауралья с учетом различных антропогенных нагрузок до последнего времени оставалась практически неизученной.

Состояние микробной флоры почвы зависит от многих факторов: реакции среды, запасов качественного состава органического вещества, физических свойств почвы, температуры, влажности, биологии произрастающих на данном угодье растительных сообществ, степени окультуренности пахотного угодья и др. Заметное влияние на состояние почвенной биоты

оказывают системы удобрений и обработки почвы, регламентирующие реакцию среды, условия минерализации органического вещества, концентрацию в почвенном поглощающем комплексе и растворе различных макро- и микроэлементов.

Условия жизнедеятельности и функционирования микрофлоры в дерново-подзолистой почве имеют определенные различия с черноземами [1–6]. Черноземы более богаты органическим веществом, характеризуются высокой нитрификационной способностью и буферностью. Гидролиз целлюлозы и разложение белковых веществ в цепи пептоны-аминокислоты-

амиды-аммиак-нитраты в черноземах происходит более активно, чем в подзолах [11, 12, 14].

Неадекватные условия при проведении исследований в различных регионах являются основной причиной противоречивых суждений о влиянии органических и минеральных удобрений на состояние почвенной микрофлоры, ее численность и активность. Особенно это относится к нетрадиционному органическому удобрению – соломе, которую специалисты рассматривают как источник органического углерода для восполнения потерь гумуса. В тех случаях, когда имеет место высокое насыщение пашни зерновыми, солома оказывает негативное действие на микробиологическую активность почвы. Повторные и бессменные посевы зерновых в сочетании с большим количеством запаханной в почву соломы создают фон для увеличения численности фитопатогенных грибов и микроорганизмов, участвующих в иммобилизации азота [10, 17]. Под монокультурой более интенсивно развивается микрофлора с замедленным темпом обмена, усваивающая преимущественно гумусовые вещества.

В исследованиях О.А. Берестецкого, Т.П. Зубец, А.В. Ермолиной [11, 12] в дерново-подзолистой почве под бессменными посевами зерновых культур без внесения удобрений по сравнению с паром активно развивается микрофлора, минерализующая растительные остатки. Таким образом, возрастает численность микроорганизмов, участвующих в превращении органических и минеральных соединений азота, разлагающих органофосфаты и целлюлозу.

При запашке значительного количества соломы в безпаровом земледелии и тем более при монокультуре зерновых можно ожидать в первую очередь развитие актиномицетов и целлюлозоразлагающих бактерий, повышение активности оксидоредуктазы и гидролазы. При систематическом ежегодном внесении в почву соломы не исключена вероятность ингибирования пептид-амидгидролазной активности. По данным И.Л. Клевенской и Н.Н. Наплековой, при большом количестве органического вещества в почве процесс его разложения замедляется [13].

Численность микроорганизмов в расчете на единицу массы исследуемой почвы имеет меньшее значение при оценке интенсивности биологических процессов, чем показатели ферментативной активности и «дыхания» по выделению  $\text{CO}_2$ . Исследования О.А. Берестецкого и А.В. Ермолиной показали, что численность

и биомасса бактерий в почве подвержена кратковременным периодическим колебаниям, особенно в прикорневой зоне, причем эти колебания под пшеницей в севообороте отличаются большей напряженностью, чем в монокультуре [12]. За период наблюдений микробная биомасса в почве многократно возобновляется: в междурядьях пшеницы в севообороте – 7 генераций, в монокультуре – 5,5, а в прикорневой зоне соответственно – 9 и 8 генераций.

### Материалы и методы исследования

Предметом исследований лаборатории агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» являлась комплексная оценка состояния микробной флоры выщелоченного чернозема при разных способах использования соломы на разных фонах удобренности. Использовались следующие методы микробиологических исследований: «дыхание» почвы по количеству продуцированной  $\text{CO}_2$  за единицу времени по Штатнову [16] в модификации Макарова [9]; учет числа бактерий путем высева на питательные среды МПА и КАА.

Биологическая активность: целлюлазы по Мишустину и Петровой [9], протеазы по Мишустину, Никитину и Вострову [15].

Совокупная оценка активности микробиологических процессов в исследуемой почве выполнена по расчетному коэффициенту Дж. Ацци [7].

Наблюдения за микробиологической активностью почвы проводились в образцах почвы из слоя 0–20 см с трех стенок 10 свежевыкопанных разрезов.

### Результаты исследования

Исследования по микробиологической оценке способов утилизации соломы и пожнивных остатков приведены на 10, 15, 28, 43 и 47-й годы исследований. Установлено ингибирующее влияние органических остатков на жизнедеятельность бактерий. Выявлено снижение численности бактерий на средах МПА и КАА на вариантах с удалением и запашкой соломы по отношению к фону с сжиганием всей побочной продукции в первые 15 лет проведения исследований (табл. 1). На 28-й год наблюдений отмечается снижение активности микробиологических процессов на всех вариантах опыта, что обусловлено агрометеорологическими условиями, в частности влагообеспеченностью вегетационного периода.



Влияние на микрофлору азотных удобрений менее отчетливо. Так, на 10-й и 15-й год наблюдений при систематической заашке соломы азотные удобрения снижали микробиологическую активность почвы. Однако на вариантах с удалением соломы и сжиганием всей незерновой части урожая микробиологические процессы усиливались. При систематической заашке соломы и стерни на 28-й год проведения опыта азотные удобрения способствовали повышению активности микробиологических процессов.

Максимальный коэффициент Ацци, характеризующий совокупную оценку активности микробиологических процессов за все годы наблюдений, был достигнут на фоне сжигания пожнивных остатков и внесения азотного удобрения. Без применения азотного удобрения ва-

риант с заашкой пожнивных остатков практически не уступает варианту, где солома и стерня сжигаются.

Неравномерность распределения соломы на площади является основной причиной существенного варьирования результатов исследований, особенно это относится к численности микроорганизмов, а также определяющим фактором являются погодные условия, оцениваемые по отношению суммы осадков к сумме среднесуточных температур выше 10 °С.

Наибольшая интенсивность развития микрофлоры отмечается при ГТК в первой половине лета, близком 1,0. В острозасушливые и переувлажненные периоды, напротив: микробиологические процессы ингибируются, что, естественно, ведет к уменьшению численности бактерий.

Таблица 1 – Численность бактерий в выщелоченном черноземе на фонах с различными способами утилизации соломы и азотным удобрением в разные годы наблюдений

Способ утилизации соломы	Доза N, кг/га	Общая численность бактерий на средах МПА и КАА в год от начала опыта, млн/г			В % от максимального значения			Сумма	Коэффициент Ацци, %
		10-й	15-й	28-й	10-й	15-й	28-й		
Солома удаляется, стерня запахивается	0	3,98	6,76	4,34	43,0	32,5	96,7	172,2	63,1
	80	4,20	5,66	2,16	45,4	27,2	48,1	120,7	44,2
Солома и стерня запахиваются	0	7,64	14,34	3,28	82,6	69,0	73,0	224,6	82,3
	80	4,58	12,27	4,49	49,5	59,1	100,0	208,6	76,5
Солома и стерня сжигаются	0	7,57	20,77	2,66	81,8	100,0	59,2	241	88,3
	80	9,25	17,23	4,03	100,0	83,0	89,8	272,8	100,0
ГТК (V–VI)		1,4	1,0	0,4					

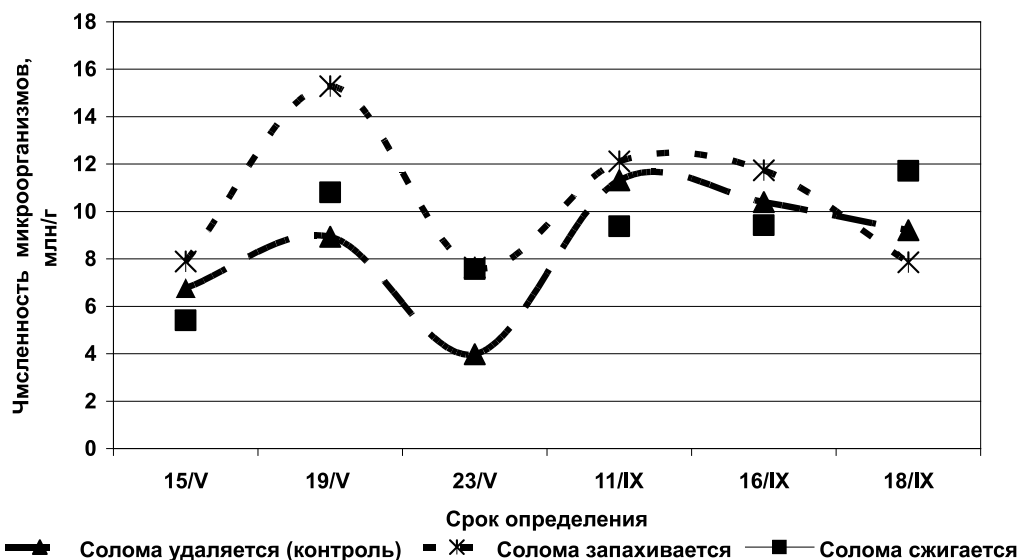


Рис. 1. Изменение численности микроорганизмов в средах МПА+КАА в зависимости от способа утилизации соломы и периода вегетации яровой пшеницы (без применения удобрений)



Активность микробиологических процессов варьирует в зависимости от температуры воздуха и осадков в период проведения наблюдений.

Исследованиями, проведенными на 10-й год изучения способов утилизации пожнивных остатков, выявлено снижение активности микробиологических процессов в почве при отсутствии осадков в период проведения наблюдений и при большой амплитуде колебаний температуры воздуха и почвы. Наивысшие точки на рисунке соответствуют дате с меньшей амплитудой колебаний температуры воздуха и почвы, а также наличием в почве влаги (табл. 2). В конце вегетации динамика численности микроорганизмов была менее контрастной.

Биологическая активность почвы приведена по коэффициенту Ацци, который характеризует совокупную оценку активности биологических процессов, происходящих в почве.

Исследования показали, что в начале проведения наблюдений различий в биологической активности почвы не выявлено. Однако на варианте с запашкой соломы и стерни биологическая активность почвы значительно возрастает, достигая 100 и 87% по коэффициенту Ацци без применения удобрений. Применение азотных удобрений в первые 15 лет проведения опыта не приводит к активизации биологических процессов почвы. В дальнейшем азотные удобрения способствовали активизации биологических процессов (табл. 3).

Целлюлозная активность почвы в годы проведения наблюдений различалась, наибольшей она была на фоне систематической запашки соломы и стерни и наименьшей на фоне систематического сжигания пожнивных остатков и соломы (табл. 4).

Таблица 2 – Агрометеорологические условия в период проведения микробиологических исследований (на 10-й год проведения опыта)

Показатель	Дата проведения микробиологических исследований					
	15.05	19.05	23.05	11.09	16.09	18.09
Сумма осадков, мм	–	5,5	–	–	–	–
Температура воздуха, °С	21,1	11,5	20,3	9,8	15,1	13,5
Температура почвы, °С (в слое 0–40 см)	15,0	12,8	15,2	9,7	14,0	13,5

Таблица 3 – Биологическая активность выщелоченного чернозема в зависимости от способов утилизации органических остатков и азотного удобрения

Вариант	Доза азота, кг/га	Коэффициент Ацци, %			
		Годы наблюдений			
		10-й	15-й	28-й	43-й
Солома удаляется, стерня запахивается	0	100	81	56	77
	N <sub>80</sub>	92	83	69	90
Систематическая запашка соломы и стерни	0	99	97	100	87
	N <sub>80</sub>	83	98	99	100
Систематическое сжигание соломы и стерни	0	93	90	49	52
	N <sub>80</sub>	62	100	69	74
ГТК (с V–VII)		1,3	1,8	0,7	1,2

Таблица 4 – Целлюлозная активность почвы (%) в зависимости от способов утилизации органических остатков и азотного удобрения

Вариант	Доза азота, кг/га	Годы наблюдений					Среднее
		10-й	15-й	28-й	43-й	47-й	
Солома удаляется, стерня запахивается	0	26,0	53,6	28,1	34,1	43,4	37,0
	80	19,3	54,2	66,3	41,1	41,5	44,5
Солома и стерня запахиваются	0	21,7	56,0	90,9	39,4	54,5	52,5
	80	15,3	48,8	92,3	47,3	53,2	51,4
Солома и стерня сжигаются	0	18,7	55,6	36,0	18,7	42,8	34,4
	80	18,7	67,8	62,2	28,0	38,7	43,1
ГТК (VI–VIII)		1,87	1,63	0,77	1,53	1,18	1,40



Агрометеорологические условия вегетационного периода, в частности влагообеспеченность, оказывали влияние на активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы, наибольшая активность отмечена в засушливый год, в то время как в условиях переувлажнения интенсивность разрушения клетчатки снижается (табл. 4).

По шкале интенсивности разрушения клетчатки, предложенной Д.Г. Звягинцевым [9], на варианте с запашкой соломы и стерни интенсивность оценивалась как сильная, на остальных вариантах средняя.

### Выводы

1. Свежие органические остатки (солома и стерня) оказывают ингибирующее влияние на микробиологическую активность почвы, в частности суммарная численность микроорганизмов на средах КАА и МПА в первые 15 лет проведения опыта при систематической запашке соломы и стерни снижается по сравнению с вариантом, где органические остатки сжигаются.

2. На активность микробиологических процессов большое влияние оказывают агрометеорологические условия вегетационного периода, особенно влагообеспеченность почвы.

3. Биологическая активность почвы зависит от длительности проводимых исследований. На начальном этапе исследований биологическая активность почвы при различных способах утилизации соломы не различалась.

### Список литературы

1. Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования. М. : ВО Агропромиздат, 1989. 234 с.
2. Вязниковская Ю. М., Попова Ж. П., Воронова Н. Т. Влияние полевых севооборотов, систем обработки почвы и внесения соломенной резки на биологический режим и плодородие почвы Северного Зауралья // Труды ВНИИ с.-х. микробиологии. 1988. Т. 58. С. 100–105.
3. Концепция оптимизации органического вещества почв в агроландшафтах / В. И. Кирюшин [и др.]. М. : Изд-во МСХА, 1993. 96 с.
4. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Л. : Наука, 1980. 221 с.
5. Яковченко В. П., Самойлова Е. М. Влияние режима увлажнения на гумификацию расти-

тельных остатков в черноземе // Агрочесоведение и плодородие почв : Всесоюзная науч. конф. : тез. докладов «Органическое вещество в почвообразовании и плодородии почв». Л., 1988. С. 46.

6. Берестецкий О. А., Вязниковская Ю. М., Попова Ж. П. Изменение микробных комплексов дерново-подзолистой почвы под влиянием длительной монокультуры яровой пшеницы // Микробиология. 1980. № 6. С. 990–994.

7. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М. ; Л. : Сельхозгиз, 1959. 479 с.

8. Макаров Б. Н. К методике определения интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  из почвы // Почвоведение. 1970. № 5. С. 119–122.

9. Звягинцев Д. М. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М. : МГУ, 1980. 223 с.

10. Камарцева Л. Г., Тарасова Л. С. Солома как фактор, угнетающий микробиологическую активность почвы // Научные основы повышения плодородия почв. Пермь, 1982. С. 102–107.

11. Берестецкий О. А., Зубец Т. П. Влияние сельскохозяйственных культур на численность микрофлоры и биологическую активность дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 1981. № 1. С. 94–99.

12. Берестецкий О. А., Ермолина А. В. Численность и биомасса микроорганизмов в дерново-подзолистой почве под яровой пшеницей и горохом // Почвоведение. 1991. № 8. С. 120–127.

13. Клевенская И. Л., Наплекова Н. Н. Использование микробиологических показателей для оценки свойств почв // Проблемы Сибирского почвоведения. Новосибирск : Наука, 1977. С. 175–186.

14. Чупрова А. И. Активность карбогидраз в дерново-подзолистых почвах с различным содержанием гумуса // Сб. докл. симп. по ферментации почв. Минск : Наука и техника, 1968.

15. Мишустин Е. Н., Никитин Д. И., Ветров И. С. Прямой метод определения суммарной протеазной активности почв. Минск : Наука и техника, 1968. 112 с.

16. Методологические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В. Д. Панникова. М. : ВИУА им. Прянишникова, 1983. Ч. 2. С. 143–146.

17. Oberländer H. E. Die Erhaltung des humusgleichgewichtes in intensive genutzten ackerböden // Die Förderungsdiens. 1979. V. 27. H. 1. S. 16–19.

**Юмашев Харис Садрейевич**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

УДК 621.316

**УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ОБРЫВА НУЛЕВОГО ПРОВОДА  
В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 КВ****А. В. Белов, Ю. П. Ильин, А. П. Смирнов**

Обрыв нулевого провода в сетях напряжением 0,38 кВ, обычно используемых для электроснабжения жилых помещений, создает превышение допустимого напряжения в фазных проводниках, что приводит к выходу из строя холодильников, стиральных машин и другой бытовой техники, содержащей электродвигатели. Создается также угроза жизни для человека и опасность возникновения пожара. Разработано несколько устройств контроля обрыва нулевого провода, однако они либо сложны, либо не отвечают условиям эксплуатации. На практике получило распространение только реле напряжения, которое отключает потребителя электроэнергии при превышении заданного уровня напряжения. Однако реле напряжения, защищая потребителя электроэнергии, не выявляет причины повышения напряжения. Предложено устройство контроля обрыва нулевого провода, реагирующее на разность между потенциалом нулевой точки нагрузки и потенциалом земли, определяемым с использованием искусственной нулевой точки. Наличие определенного значения разности потенциалов свидетельствует об обрыве нулевого провода. Разработана электрическая модель устройства и проведены исследования работы устройства в различных режимах. Установлено, что устройство обладает высокой чувствительностью и реагирует как на обрыв нулевого провода, так и на обрыв любой из фаз электрической линии. Устройство может также быть эффективно использовано в учебном процессе для демонстрации работы трехфазной сети напряжением 0,38 кВ в аварийных режимах. Устройство обладает простотой конструкции и может быть изготовлено на базе серийно выпускаемых устройств защитного отключения (УЗО).

*Ключевые слова:* нулевой провод, система заземления, устройство защитного отключения, заземленная нейтраль, изолированная нейтраль, потенциал нулевой точки.

В настоящее время электроснабжение жилых домов производится с использованием системы заземления TN-C-S (рис. 1).

В этой системе от подстанции к дому подходит линия электропередачи, состоящая из четырех проводников: трех фазных (L1, L2, L3) и одного нулевого объединенного (PEN).

Внутри дома, во вводном распределительном устройстве (ВРУ) производится разделение нулевого объединенного проводника (PEN) на нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE). Внутри по стоякам подъезда (если дом многоэтажный) электроснабжение производится по

пяти проводникам. Допустим, что на этаже в подъезде имеются три квартиры. Поскольку нагрузка в квартирах однофазная, то нагрузка каждой из квартир подключена только к одной из фаз, а две другие квартиры подключены к двум другим фазам (рис. 2). В многоквартирном доме все фазы распределены по квартирам равномерно таким образом, чтобы нагрузки на все три фазы были примерно одинаковыми и перекос фаз был бы минимальным (обычно он не превышает 5%). Однако при обрыве нулевого проводника может возникнуть значительный перекос фаз.



## Причины обрыва нулевого проводника

Обрыв может происходить в промежутке от подстанции к дому. Если проводники не изолированы, то нулевой проводник (PEN) может быть подвергнут механическому воздействию. При электроснабжении с использованием кабельной линии возможно механическое повреждение жил кабеля при проведении земляных работ либо перегорание жил в соединительных муфтах.

Нередко нулевой проводник воздушной линии обрывается при сильных порывах ветра, обледенениях, ремонтных работах и т. д.

Причиной может быть и плохое качество применяемых аппаратов. Так, были случаи, когда в системе TN-C-S дифференциальный автомат пропускал фазные токи, но не пропускал ток нулевого провода.

Бывает, что контакт обрывается в межэтажных каналах дома. Это происходит в тех случаях, когда нулевой проводник составлен из отрезков, соединение которых производилось с помощью скрутки, что не обеспечивает надежного контакта.

Возможен обрыв нулевого проводника на подстанции, в домовых и подъездных щитах. Причиной может стать неопытность электриков, некачественное обслуживания электросетей. Наиболее частой причиной обрыва нулевого провода является некачественное крепление.

Чаще всего нарушаются контакты между проводниками, например, в болтовых соединениях. При слабом затягивании болтового соединения на окрашенный либо подверженный коррозией болт начинается искрение, нагрев, а затем отгорание конца нулевого проводника.

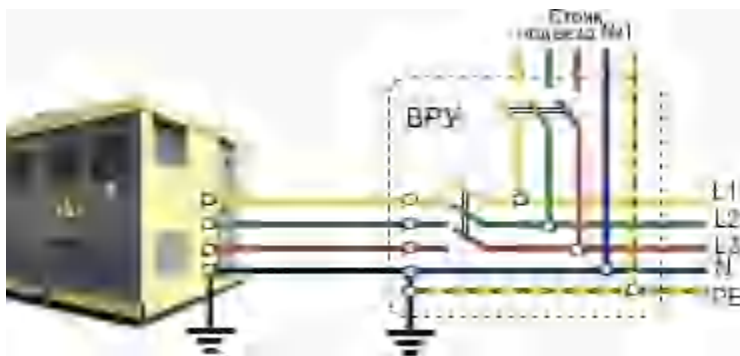


Рис. 1. Система заземления TN-C-S

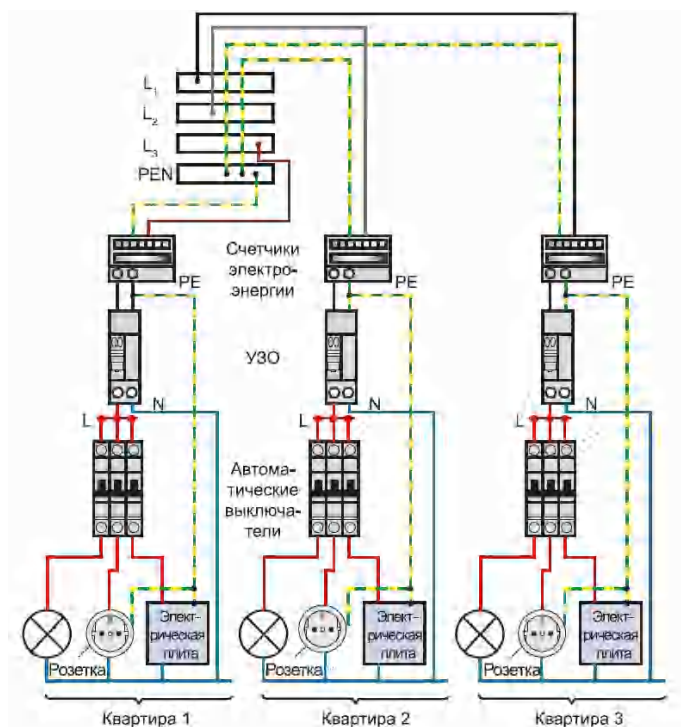


Рис. 2. Схема этажного электрического щитка

Часто кабель, проложенный между этажами, имеет нулевую жилу в два раза меньшего сечения, чем сечение фазной жилы, в то время как в современных сетях токи в нулевой жиле могут достигать практически того же значения, что и в фазном проводнике. Это приводит к перегреву, что также способствует обрыву нулевого проводника.

**Последствия обрыва нулевого проводника**

Нередки случаи, когда, особенно в сельских домах, отсутствует собственный домовый контур заземления. Тогда в результате обрыва нулевого проводника (PEN) система с заземленной нейтралью TN-C-S превращается практически в систему с изолированной нейтралью (IT) (рис. 3).

Если в системе TN-C-S при неравномерной нагрузке фаз напряжение на фазных нагрузках было примерно одинаковым (рис. 4а), то после обрыва нулевого провода (т.е. в системе IT) картина резко изменяется.

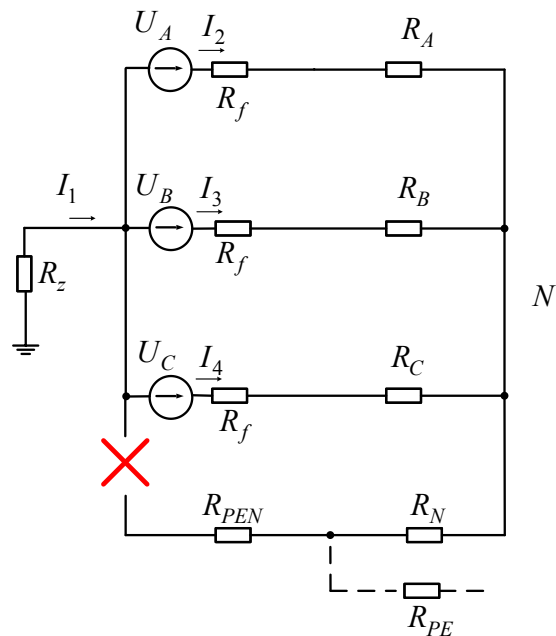


Рис. 3. Обрыв нулевого проводника приводит к образованию системы с изолированной нейтралью IT

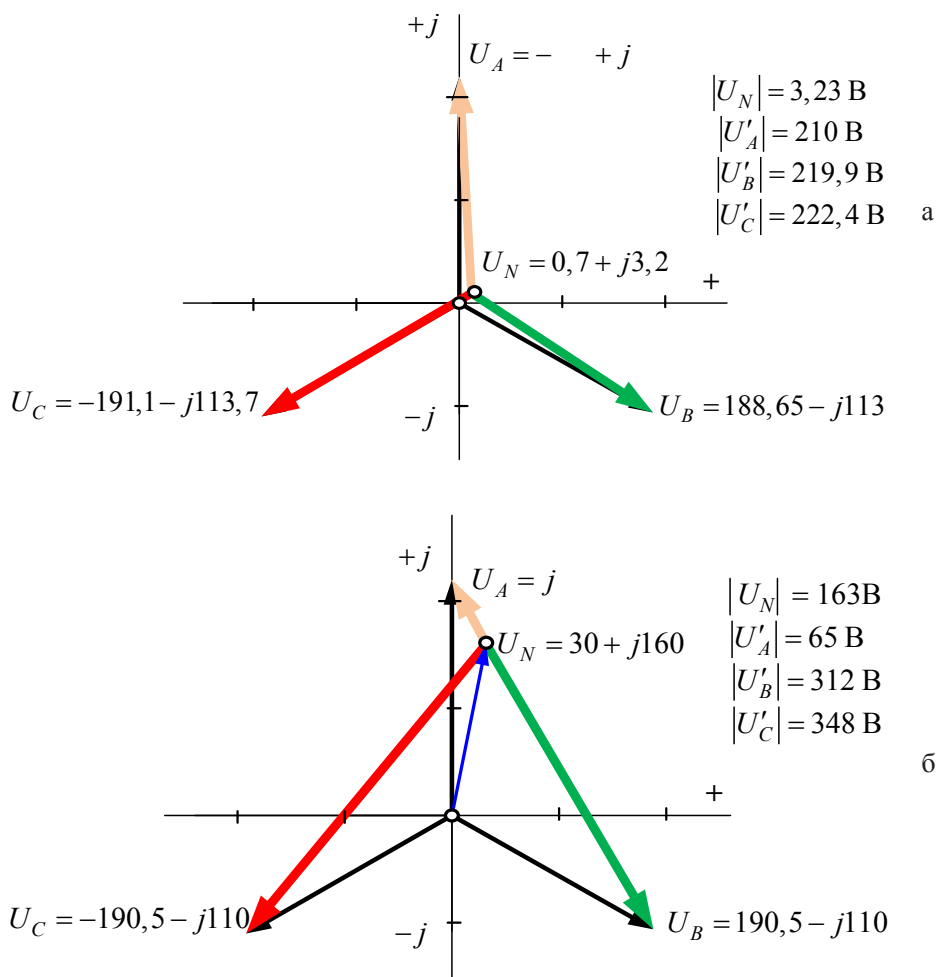


Рис. 4. Диаграмма напряжений в трехфазной системе при неравномерной нагрузке фаз:  
 а – до обрыва нулевого провода; б – после обрыва нулевого провода





Система IT обеспечивает равенство напряжений по фазам только при абсолютном равенстве фазных нагрузок, что на практике, как правило, не встречается. Рассмотрим случай, когда нагрузка фазы А максимальная и составляет около 5000 Вт, нагрузка фазы В средняя – 1000 Вт, нагрузка фазы С минимальная – 50 Вт. Диаграмма фазных напряжений при таких нагрузках представлена на рисунке 4б (методика построения диаграммы изложена далее). В фазе с максимальной нагрузкой наблюдается минимальное напряжение (65 В), а в фазе с минимальной нагрузкой – максимальное напряжение (348 В). Причиной перекоса фаз является смещение потенциала нулевой точки нагрузки относительно земли (163 В).

Как при повышении напряжения, так и при понижении бытовые электроприборы и сложная бытовая техника быстро выходят из строя.

Особенно чувствительны к перекосам фаз бытовые приборы, имеющие электродвигатели – это стиральные машины, холодильники, кондиционеры, вентиляторы, пылесосы и т. д. Так, согласно анализу повреждаемости электрических сетей филиала ОАО «МРСК Сибири» – «Читаэнерго» ПО «Читинские городские электрические сети» за 2007–2009 годы, только на воздушных линиях 0,38 кВ зафиксировано 19 случаев повреждения нулевого провода на разных участках воздушных линий, приведших к повреждению дорогостоящей аппаратуры и бытовой техники. Возникающие перенапряжения зачастую приводят к пожарам и гибели людей [1].

Согласно ПУЭ, любой дом должен иметь собственный контур заземления. Так, для сельских домов с подключением к электросети 220/380 В необходимо иметь локальное зазем-

ление с рекомендованным сопротивлением не более 30 Ом. При подключении к дому газопровода необходимо выполнять локальное заземление с сопротивлением не более 10 Ом. Если электроснабжение осуществляется с использованием воздушной линии, то вдоль нее периодически устанавливаются промежуточные заземлители нулевого провода с сопротивлением не более 30 Ом.

Если дом имеет свой контур заземления и (или) имеются промежуточные заземлители, но при этом оборван подходящий к нему проводник PEN, то в этом случае получается система, которую мы назовем как частично заземленную (рис. 5).

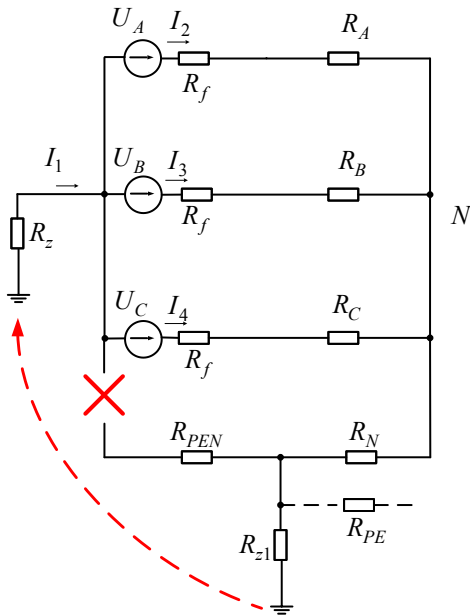


Рис. 5. Система с частично заземленной нейтралью при неравномерной нагрузке фаз

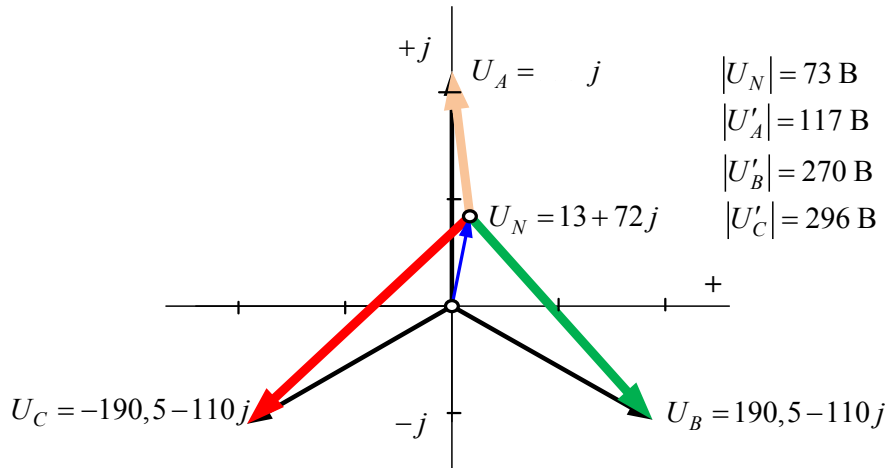


Рис. 6. Диаграмма напряжений в системе с частично заземленной нейтралью

В этом случае уравнивающий ток, проходящий по проводнику  $N$ , через сопротивление заземляющего контура дома  $R_{z1}$  и далее через землю и сопротивление заземляющего контура подстанции  $R_z$  достигает нейтральной точки трансформатора (сопротивлением земли пренебрегаем). Таким образом, происходит частичная компенсация обрыва проводника PEN. Это наглядно видно на рисунке 6. Смещение нулевой точки нагрузки уменьшилось с 163 до 73 В.

Как видно из диаграммы, наличие домового контура заземления дает положительный эффект, однако его недостаточно. Даже если снизить сопротивление растеканию тока заземления до 4 Ом, что практически трудно осуществимо, то все равно напряжение в фазах может достигать 280 В, что недопустимо.

### Способы контроля обрыва нулевого провода

Разработано много различных способов контроля обрыва нулевого провода. Известны защиты, построенные на использовании напряжений и токов обратной последовательности [2, 3]. Для выявления несимметричных режимов работы электрической сети может быть использована информация о напряжениях фаз относительно нулевого провода. При этом логическая схема, анализируя сочетания входных сигналов, пропорциональных измеренным напряжениям, формирует через исполнительный орган сигнал отключения потребителя в конце линии. Счетчики, выполняя свою основную функцию учета потребленной электрической энергии, могут контролировать отклонения напряжений на фазах сети относительно нулевого провода и при снижении (или повышении) напряжений ниже (или выше) определенного значения с помощью внутреннего

реле управления нагрузкой (РУН) отключают потребителя от электрической сети [4–7].

Известны защиты, построенные на использовании трехфазной искусственной системы токов оперативной (непромышленной) частоты, протекающих по трем фазным проводам и земле [8]. Есть предложения применить устройства, содержащие генераторы импульсных сигналов, соединенные с распределителем импульсных сигналов, выход которого подключен к фазным проводам линии. Тестовые импульсы, проходя по нулевому проводу, контролируют его целостность [9, 10].

Контроль целостности нулевого провода может быть осуществлен при определении соотношения между токами, протекающими в нулевом проводе и в заземлении нейтрали питающего трансформатора [11].

Для выявления обрывов фазных и нулевого проводов может быть использовано измерение дифференциальных токов в пятипроводной электрической сети напряжением 380 В с глухо заземленной нейтралью [12, 13].

Подробно анализ известных способов контроля обрыва нулевого провода представлен в [14]. Отмечено, что известные способы либо сложны, либо не отвечают условиям эксплуатации, либо не обеспечивают требуемой чувствительности.

На практике применение получили только реле напряжения. Эти реле отключают нагрузку как при превышении заданного уровня напряжения, так и при его снижении ниже заданного уровня. Реле выпускаются как в трехфазном, так и в однофазном исполнении для самых различных условий эксплуатации [15, 16]. Некоторые типы реле представлены на рисунке 7.



Рис. 7. Реле напряжения



Несмотря на то, что реле напряжения не дает информации о целостности нулевого провода, при его использовании достигается главная цель – защита оборудования от повреждения при превышении или снижении напряжения питания. Практически реле напряжения защищает от последствий отклонения напряжения, но не выявляет его причину.

### Разработка устройства контроля обрыва нулевого провода

Для создания учебного лабораторного стенда, демонстрирующего работу сети напряжением до 1000 В в условиях аварийных ситуаций, необходимо было создать устройство контроля обрыва нулевого провода, реагирующее не на повышение напряжения, а на смещение потенциала нулевой точки нагрузки. Схема предлагаемого устройства представлена на рисунке 8. По своему принципу действия оно близко к упомянутому выше устройству, в котором использовано измерение дифференциальных токов в пятипроводной электрической сети напряжением 380 В с глухо заземленной нейтралью [12, 13], но максимально упрощено.

В основу устройства положена искусственная нулевая точка. В данной работе искусственной нулевой точкой называется нейтральная точка звезды, лучи которой включены в три фазы, и в этих лучах имеются сопротивления, одинаковые как по типу (например, активное, емкостное или индуктивно-активное), так и по величине. В том случае, когда фазные напряжения равны по величине, а их векторы смещены друг относительно друга на 120 градусов, ис-

кусственная нулевая точка имеет потенциал, равный нулю, то есть равный потенциалу земли. При этом для определения потенциала земли нет необходимости в фактическом контакте с нулевым проводом. На схеме (рис. 8) три одинаковых сопротивления  $Z_{эТ}$  включены в три фазы по схеме «звезда», нулевая точка которой обозначена как  $N'$ . Как уже было сказано, потенциал искусственной нулевой точки  $N'$  близок к нулю ( $\varphi_{N'} \approx 0$ ).

Через автоматический выключатель  $AB$  к сети подключены фазные нагрузки  $R_A, R_B, R_C$ , которые также образуют звезду, нейтраль которой назовем нейтралью нагрузки и обозначим как  $N''$ .

Искусственная нулевая точка  $N'$  соединена проводником с нейтралью нагрузки  $N''$ , причем соединительный проводник проходит через трансформатор тока ТТ, выход которого через усилитель соединен с расцепителем автоматического выключателя либо сигнальным реле.

Пока нулевой проводник  $N$  не нарушен, он связан с нейтралью нагрузки  $N''$ , и потенциал нейтрали нагрузки близок к нулю ( $\varphi_{N''} \approx 0$ ). Но если происходит обрыв нулевого проводника, то при наличии неравномерности нагрузки происходит смещение потенциала нейтрали нагрузки. Возникает разность потенциалов между искусственной нулевой точкой  $N'$  и нейтралью нагрузки  $N''$  ( $\Delta U = \varphi_{N'} - \varphi_{N''}$ ). По соединяющему их проводнику проходит ток, который улавливается трансформатором тока ТТ. Сигнал с последнего через усилитель попадает на расцепитель автоматического выключателя, что вызывает его срабатывание и отключение поврежденного участка линии.

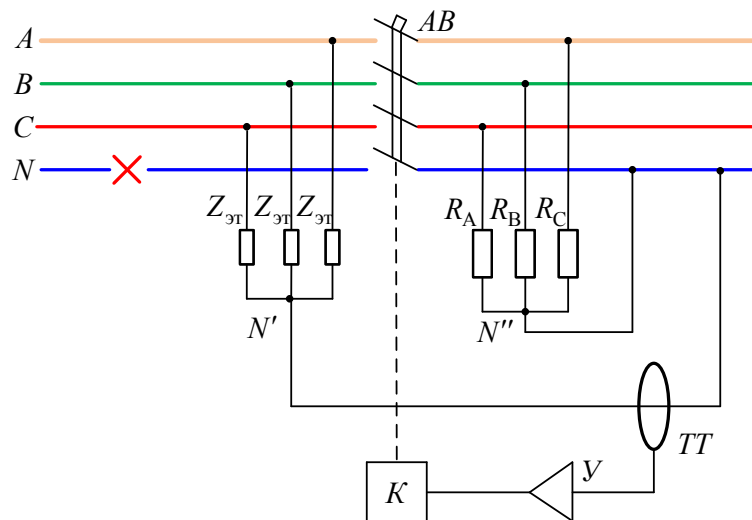


Рис. 8. Схема устройства контроля обрыва нулевого провода

**Исследование устройства защиты от обрыва нулевого проводника**

Для исследования устройства составлена схема замещения устройства (рис. 9), которая является также электрической моделью устройства.

Работа устройства описывается системой из 15 уравнений:

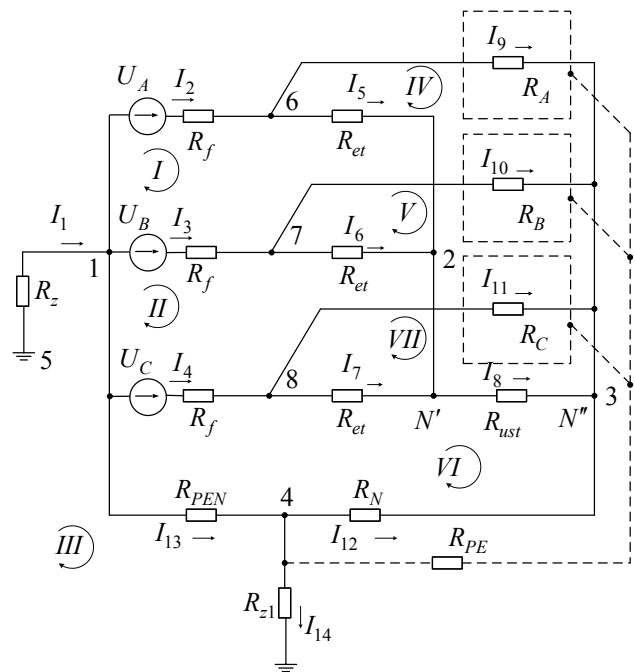
1.  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_{13} = 0$
2.  $I_5 + I_6 + I_7 - I_8 = 0$
3.  $I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} + I_{12} = 0$
4.  $-I_{12} + I_{13} - I_{14} = 0$
5.  $-I_1 + I_{14} = 0$
6.  $I_2 - I_5 - I_9 = 0$
7.  $I_3 - I_6 - I_{10} = 0$
8.  $I_4 - I_7 - I_{11} = 0$
9.  $I_2 R_f - I_3 R_f + I_5 R_{et} - I_6 R_{et} = U_A - U_B$
10.  $I_3 R_f - I_4 R_f + I_6 R_{et} - I_7 R_{et} = U_B - U_C$
11.  $I_1 R_3 + I_{13} R_{PEN} + I_{14} R_{z1} = 0$
12.  $I_2 R_f - I_3 R_f + I_9 R_A - I_{10} R_B = U_A - U_B$
13.  $I_3 R_f - I_4 R_f + I_{10} R_B - I_{11} R_C = U_B - U_C$
14.  $I_4 R_f + I_7 R_{et} + I_8 R_{ust} - I_{12} R_N - I_{13} R_{PEN} = U_C$
15.  $I_4 R_f + I_{11} R_C - I_{12} R_N - I_{13} R_{PEN} = U_C$

Электрическая модель устройства позволяет исследовать работу устройства в различных режимах: при наличии нулевого проводника, при его обрыве, при наличии домового заземляющего контура, при его отсутствии, при различных видах нагрузки и т.д.

Решение системы уравнений производилось с использованием программы *MathCAD*.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

В первом опыте исследуется нормальный режим работы сети при равномерной нагрузке по фазам (50 Ом). При этом к каждой из фазных



- $U_A, U_B, U_C$  – фазные напряжения;
- $R_f$  – сопротивления фазных проводников;
- $R_{et}$  – сопротивления, образующие искусственную нулевую точку  $N'$ ;
- $R_A, R_B, R_C$  – сопротивления фазных нагрузок, соединенные по схеме «звезда» с нулевой точкой нагрузки  $N''$ ;
- $R_z$  – сопротивление заземляющего контура подстанции;
- $R_{z1}$  – сопротивление заземляющего контура здания;
- $R_{PEN}$  – сопротивление проводника PEN;
- $R_{PE}$  – сопротивление проводника PE;
- $R_N$  – сопротивление проводника N;
- $R_{ust}$  – сопротивление, регулирующее ток уставки устройства

Рис. 9. Электрическая модель устройства контроля обрыва нулевого проводника

Таблица 1 – Результаты расчетов токов и напряжений устройства в различных режимах

№ п/п	$R_{PEN}$ , Ом	$R_z$ , Ом	$R_{z1}$ , Ом	$R_A$ , Ом	$R_B$ , Ом	$R_C$ , Ом	$U_A$ , В	$U_B$ , В	$U_C$ , В	$\Delta U_{N'}$ , В	$I_{N'}$ , мА
1	0,3	4,0	10,0	50	50	50	218,6	218,6	218,6	0	0
2	0,3	4,0	10,0	10	50	1000	210,1	220,2	222,4	3,2	7,3
3	106	4	106	10	50	1000	65	312	348	162	212
4	106	4	10,0	10	50	1000	117	269	296	73	134





нагрузок приложено одинаковое напряжение (218,6 В), а разность потенциалов  $\Delta U_N = 0$ .

Во втором опыте исследуется нормальный режим работы при неравномерной нагрузке по фазам (10, 50 и 1000 Ом). При этом наблюдается некоторое различие между напряжениями на фазных нагрузках (от 210,1 до 222,4 В), разность потенциалов составляет  $\Delta U_N = 3,2$  В. Ток небаланса составляет  $I_N = 7,3$  мА. При таком токе устройство не отключит сеть, поскольку ток уставки составляет  $I_{уст} = 30$  мА.

В третьем опыте исследуется аварийный режим работы при обрыве проводника PEN (его сопротивление условно принято равным  $R_{PEN} = 10^6$  Ом). Домовой контур заземления отсутствует ( $R_{z1} = 10^6$  Ом). Наблюдается резкое различие в напряжениях фазных нагрузок (от 65 до 348 В). Разность потенциалов составляет  $\Delta U_N = 162$  В. Ток небаланса составляет  $I_N = 212$  мА. При таком токе небаланса устройство немедленно отключит сеть. Диаграмма напряжений представлена на рисунке 4.

В четвертом опыте также исследуется аварийный режим работы при обрыве проводника PEN, но при этом имеется домовой контур заземления, с сопротивлением ( $R_{z1} = 10$  Ом). Различие в напряжениях фазных нагрузок по сравнению с предыдущим опытом уменьшается (от 117 до 296 В). Разность потенциалов составляет  $\Delta U_N = 73$  В. Ток небаланса составляет  $I_N = 134$  мА. При таком токе небаланса устройство немедленно отключит сеть. Диаграмма напряжений представлена на рисунке 6.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает защиту сети напряжением до 1000 В от обрыва нулевого проводника.

Следует добавить, что в случае обрыва любого из фазных проводов устройство также сработает. Это произойдет потому, что в результате обрыва фазы произойдет смещение искусственной нулевой точки, в то время как нулевая точка нагрузки, соединенная с неповрежденным нулевым проводом, сохранит потенциал, близкий к нулю. В результате возникнет разность потенциалов, которая вызовет срабатывание реле.

Само устройство контроля обрыва нулевого провода легко изготовить в любой лаборатории, используя серийно выпускаемое устройство защитного отключения (УЗО).

Полученные расчетом результаты полностью подтверждены экспериментально в ходе испытаний устройства.

## Выводы

1. Предлагаемое устройство обеспечивает надежное отключение поврежденного участка сети при обрыве нулевого провода с высокой чувствительностью.

2. Устройство также реагирует на обрыв любого из фазных проводов.

3. На примере работы устройства можно продемонстрировать работу сети напряжением до 1000 В в рабочем и аварийном режимах, что может быть использовано в учебном процессе.

## Список литературы

1. Сerezин К. С. Разработка способа и адаптивного устройства контроля параметров нулевого провода воздушных линий 0,38 кВ : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск : ЮУрГУ, 2010. 19 с.

2. А. с. № 714562 СССР. Устройство для токовой защиты участка трехфазной линии от обрыва одного из фазных проводов / В. И. Сукманов [и др.], Бюл. № 5. 3 с.

3. Sagutdinov R. Sh., Krasnikov V. I., Golovatskiy V. G. Protection of electric networks of 0.38 kV in case of wire break // Power Stations. 1982. № 7. P. 56–58.

4. Пат. № 2498322 РФ. Счетчик электрической энергии с защитным отключением / В. И. Винокуров, В. Н. Зыков, А. В. Григорьева ; опубл. 10.11.2013. 3 с.

5. The counter of active and reactive energy three phase SE 303 // Operation Manual. Stavropol : CJSC «Electrotechnical Plants «Energomera», 2012. 65 p.

6. Counters electrical energy // Catalogue. Stavropol : CJSC «Electrotechnical Plants «Energomera», 2013. 32 p.

7. Electric power meters Multifunctional 4TM.03M-SET, SET-4TM.02M // Manuals. Nizhny Novgorod: JSC «SSPU named after M.V. Frunze», 2014. 90 p.

8. Селивахин А. И., Кобазев В. П., Желиховский Х. М. Защита воздушной линии электропередачи 0,38 кВ от обрыва фазного провода // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1985. № 7. С. 55–57.

9. Дубов А. Л. Методика расчета режимов и комплексная защита воздушных линий напряжением до 1 кВ : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург : УПИ, 1992. 21 с.

10. А. с. № 1417097 СССР. Устройство для защиты линии электропередачи / В. А. Андреев, И. О. Карпов, А. Л. Дубов, А. Л. Буймистер, Бюл. № 30. 2 с.



11. Пат. № 2230415 РФ. Устройство контроля непрерывности нулевого провода в воздушных линиях 0,4 кВ / Д. А. Апаров, А. И. Сидоров, В. А. Петров, В. В. Дружинин ; опубл. 10.06.2004. 5 с.

12. Коструба С. И. Человека защитит УЗО при авариях на воздушных линиях электропередачи // Новости электротехники. 2004. № 1 (25).

13. Пат. № 2273936 Р Ф. Устройство защитного отключения / Е. В. Халин, С. И. Коструба, Д. И. Скребков ; опубл. 10.04.06. 4 с.

14. Ершов А. М. Методы и средства защиты электрических сетей напряжением 380 В от обрывов фазных и нулевого проводов в воздушной линии // Электробезопасность. 2015. № 4. С. 39–53.

15. Электротехническая компания МЕАНДР. Каталог продукции. Режим доступа : <http://meandr.ru/files/files/style/katalog-meandr-2018.pdf>.

16. Каталог продукции компании DigiTOP. Умный ток. Режим доступа : [catalog/rele-napryazheniya-din-reyku.html](http://catalog/rele-napryazheniya-din-reyku.html).

---

**Белов Александр Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [belovav00@mail.ru](mailto:belovav00@mail.ru).

**Ильин Юрий Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [U-ilyin@mail.ru](mailto:U-ilyin@mail.ru).

**Смирнов Арсений Павлович**, студент группы 408, профиль «Электроснабжение», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [tammalwork@gmail.com](mailto:tammalwork@gmail.com).

\* \* \*

УДК 664.951.3+621.3.082.72

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО СПОСОБА КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

**В. А. Буторин, В. В. Селунский, Р. В. Банин, К. Ж. Ябыков**

В работе приведены сведения о существующих способах и видах копчения рыбопродуктов. Дана сравнительная характеристика продуктов горячего и холодного копчения. Показана классификация всех способов копчения. Описаны механизм и способы производства коптильного дыма и его состав. Приведены формулы, позволяющие рассчитать скорости осаждения частиц коптильного препарата на обрабатываемую поверхность при различных способах копчения. Обоснована целесообразность использования при копчении рыбы технологии электрокопчения. Представлена теоретическая зависимость скорости осаждения коптильного дыма от величины напряженности электрического поля. Дан анализ существующих заводских установок электростатического копчения, показаны их недостатки. Предлагается модернизировать конструкцию установки электростатического копчения УЭК-1 путем использования выносного дымогенератора тления. Приведены чертежи дымогенератора и схемы соединения его с коптильной камерой при различных способах копчения. Показана технология электрокопчения продуктов на модернизированной установке, последовательность и порядок проведения отдельных операций. Приведены результаты испытаний изготовленной установки на примере копчения рыбы (пеляди) холодным способом.

*Ключевые слова:* копчение, рыбопродукты, коптильный дым, дымогенератор, электрокопчение, электрическое поле, установка электростатического копчения.

Копчением называют способ консервирования, при котором ткани рыбы пропитываются продуктами теплового разложения древесины (дым, коптильная жидкость) [1–4]. Для производства копченой продукции используют многие виды пресноводных и морских рыб. Копятся частичковые породы рыбы (вобла, лещ, тарань, чехонь, рыбец, сом и др.), сельдевые (сельдь, килька, мойва), кефаль, скумбрия, угри, сиговые (муксун, омуль, сиг, пелядь), осетровые (осетр, севрюга, белуга), лососевые (кета, горбуша, нерка), треска и морские окуни, а также ряд других рыб [1, 2, 3]. Кроме того, при производстве консервов некоторых видов («Шпроты

в масле» и т. п.) и балычных изделий копчение является весьма важным дополнительным процессом, улучшающим вкус, запах и внешний вид продукта [1, 4, 5].

Существуют два основных способа копчения: горячий и холодный.

При обработке горячим способом рыбу коптят дымом высокой температуры (выше 80 °С), а при обработке холодным способом – дымом температурой не выше 40 °С [1, 2, 3].

Товары горячего копчения имеют небольшую соленость. Мясо рыбы при таком способе копчения полностью проваривается, имеет нежную и сочную консистенцию, содержит

большое количество влаги. Эти продукты не могут в обычных условиях храниться длительное время, поэтому их охлаждают и реализуют в течение не более трех суток с момента изготовления [1, 2, 3].

Товары холодного копчения в отличие от товаров горячего копчения содержат значительно больше соли и меньше влаги. Хранятся они значительно дольше, до 30...40 суток [1–5].

Сравнительная характеристика продуктов горячего и холодного копчения представлена в таблице 1.

В зависимости от вида коптильной среды различают три способа копчения: дымовое, бездымное (мокрое), смешанное. Дымовое – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в состоянии аэрозоля (дыма). Бездымное (мокрое) – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в виде растворов. Такими растворами могут быть коптильная жидкость, дымовое масло, коптильный раствор и т. д. [1, 2, 3]. Смешанное – копчение продуктами разложения древесины, используемыми в жидком и газообразном (дым) состоянии.

По особенностям проведения процесса копчение можно классифицировать как естественное, искусственное, комбинированное. Естественное копчение – осаждение коптильного препарата на поверхности продукта и проникновение внутрь его. Осуществляется без применения специальных технических приемов, активизирующих процесс. Искусственное копчение – осаждение коптильного препарата на поверхность продукта и проникновение его внутрь с применением специальных технических приемов, ускоряющих процесс (электростатические поля, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи).

**Целью работы** является установление зависимости скорости осаждения частиц коп-

тильного дыма при электростатическом способе копчения рыбопродуктов от величины напряженности электрического поля, а также разработка рекомендаций по изготовлению модернизированной установки электростатического копчения.

#### **Задачи исследования:**

1. Получить аналитические выражения, позволяющие рассчитать скорость осаждения заряженных и незаряженных частиц коптильного дыма в зависимости от напряженности электрического поля.

2. Разработать рекомендации по модернизации установки электростатического копчения УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ».

#### **Материалы и методы**

К материалам, используемым при изготовлении модернизированной установки электростатического копчения, относятся металл (сталь 3, сталь 10), стеклопластик, полупроводниковые элементы, провода.

Методами исследования являются: сравнительный метод, аналитический метод.

#### **Результаты исследования**

Аналитическим способом получены формулы, позволяющие производить расчеты процесса осаждения частиц коптильного препарата при электростатическом способе копчения пищевых продуктов.

В настоящее время в основном применяется естественное дымовое копчение. Недостаток этого способа заключается в длительности процесса копчения, продолжительность которого может достигать, для некоторых рыбных продуктов, нескольких суток. Кроме того, полезное использование дыма при таком виде копчения составляет всего порядка 3% [1, 2, 3].

Классификация способов копчения приведена на рисунке 1.

Таблица 1 – Характеристика продуктов горячего и холодного копчения [1–5]

Показатели	Копчение	
	горячим способом	холодным способом
Сырье или полуфабрикат	Свежее и мороженое	Соленое
Температура дыма при копчении, °С	80...170	Не выше 40
Продолжительность копчения, сутки	До 0,2	До 5
Содержание соли, %	1,5...3,0	5...12
Содержание воды, %	60...70	48...58 (сельдь до 60)
Консистенция мяса рыбы	Сочная, нежная	Плотная, у некоторых рыб (например, у сельди) нежная



Коптильный дым образуется при пиролизе древесины (сжигании при недостатке кислорода). В случае, когда кислорода в зоне горения оказывается в избытке, окисление составных частей древесины будет идти до конечных продуктов – углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) без образования ароматических коптильных веществ. Правильно выработанный коптильный дым содержит большое количество коптильных компонентов (более 10 тысяч, из них около 1000 участвуют в формировании свойств копченого продукта), за счет чего при дымовом копчении получают продукты высокого качества [1, 2]. Оптимальной температурой для пиролиза считается температура, равная 380...400 °С [1, 2, 3].

По плотности дыма различают:

- редкий дым (концентрация дыма: 0,5–1,0 г/м<sup>3</sup>);
- густой дым (концентрация дыма: 3–6 г/м<sup>3</sup>).

Плотность дыма зависит от типа дымогенератора, вида древесины, условий горения (температуры, влажности и т.д.).

Коптильный дым производится в специальных устройствах – дымогенераторах [6, 7]. Применение дымогенераторов позволяет снизить содержание вредных канцерогенных веществ в копченном продукте в 10...30 раз по сравнению с продукцией, приготовленной в камерных коптильных печах старого типа (в одной камере получают дым и там же коптят) [6, 7].

Существуют следующие типы дымогенераторов: 1) дымогенераторы тления; 2) фрикционные дымогенераторы; 3) паровые дымогенераторы [6, 7].

Коптильный дым является многофазной коллоидной системой (аэрозолем). Он состоит из дисперсной фазы (твердые и жидкие частички размером 0,5–7,5 мкм) и дисперсионной среды (различные газы). Такая сложная система может длительно существовать благодаря тепловому броуновскому движению частиц, а также за счет образования вокруг частиц ионной сферы и заряда. Коптильный дым в начале образования содержит небольшое количество заряженных частиц, которое быстро возрастает с 22 до 69% у жидких частиц и до 99% у твердых частиц [1, 2, 3].

Скорость осаждения частиц дыма на продукт при естественном копчении определяется диффузионными и конвекционными процессами, происходящими в дыме и у поверхности продукта [1, 8]. Эта скорость может быть определена по следующей формуле:

$$v = \frac{m \cdot g}{\delta \cdot \pi \cdot \eta \cdot r} \cdot \left(1 + A \cdot \frac{L}{r}\right), \quad (1)$$

где  $v$  – скорость осаждения частиц дыма;

$m$  – масса частицы;

$g$  – ускорение силы тяжести;

$\delta$  – толщина слоя дыма у поверхности рыбы, где осуществляется молекулярная диффузия («пристенный» слой);



Рис. 1. Классификация способов копчения

$\eta$  – вязкость среды;

$r$  – радиус частицы;

$L$  – средняя длина свободного пробега молекул;

$A$  – числовой коэффициент, зависящий от отражения молекул от поверхности частиц.

В коптильной камере при естественном копчении преобладает гравитационное осаждение дыма, обусловленное термофорезом.

Скорость осаждения незаряженных частиц дыма можно определить по формуле (2):

$$v_1 = \frac{D \cdot c}{\delta}, \quad (2)$$

где  $v_1$  – скорость осаждения частиц молекулярного размера;

$D$  – коэффициент молекулярной диффузии частиц;

$c$  – концентрация частиц в коптильном дыме.

В коптильном дыме вещества находятся не только в молекулярном, но также в коллоидном состоянии [1, 8]. Скорость осаждения коллоидных частиц дыма на поверхность продукта может быть найдена по формуле (3):

$$v_2 = \frac{q \cdot B \cdot c_0}{4 \cdot x^2}, \quad (3)$$

где  $v_2$  – скорость осаждения коллоидных (заряженных) частиц;

$q$  – заряд частиц;

$c_0$  – начальная концентрация частиц;

$x$  – толщина слоя дыма, состоящего из коллоидных частиц, у поверхности продукта, в котором происходит процесс осаждения («пристенный» слой);

$B$  – подвижность частиц.

Величина заряда частицы  $q$  может быть определена по формуле (4):

$$q = n \cdot e, \quad (4)$$

где  $n$  – количество элементарных зарядов, для частиц с максимальным зарядом  $n = 100$  [9, 10]; величина элементарного заряда,  $e = 4 \cdot 8 \cdot 10^{-10}$ .

Если между продуктом, находящимся на одном электроде, и электродом противоположного знака, находящимся на некотором расстоянии от первого, создать разность потенциалов, то заряженные частицы дыма приобретут направленное движение. При этом осаждение частиц дыма на поверхность продукта ускорится. Процесс движения коллоидных частиц в электрическом поле называется электрофорезом [10–14].

Использование электрофореза не нашло широкого применения главным образом из-за того, что электрическое поле при этом методе копчения получается сравнительно слабым. Это приводит к тому, что значительное количество частиц коптильного дыма не участвует в процессе копчения, а процесс осаждения частиц происходит недостаточно быстро.

Задача более эффективного использования коптильного дыма и ускорения процесса осаждения частиц на поверхность копчения решается при применении электрического поля высокого напряжения. На этом принципе основан способ электростатического копчения [15–18].

Важным преимуществом электрокопчения является ускорение процесса осаждения и насыщения поверхности продукта коптильными веществами. При электрокопчении более полно используется, по сравнению с обычным копчением, коптильный дым. При электрокопчении на поверхность продукта осаждается более 85% всего вырабатываемого дыма, при традиционном способе копчения не более 5–7% [1, 3].

В процессе электрокопчения рыба приобретает окраску, характерную для копченого продукта. Однако из-за скорости процесса продукт не успевает обезводиться и пропитаться коптильными веществами. Продукция получается излишне сырой и требует дополнительной обработки. Поэтому электрокопчение необходимо совмещать с дополнительным пропеканием для горячего способа производства рыбных продуктов и сушкой для холодного способа.

Технологический процесс электрокопчения осуществляется следующим образом: коптильный дым пропускается через коронирующие электроды (электроды специальной конструкции, на которые подается высокое напряжение величиной 20–40 тыс. вольт, и между ними образуется коронный разряд). В результате частицы дыма, попадая в зону коронного разряда, ионизируются и получают электрический заряд. Под влиянием электрического поля заряженные частицы дыма в электрическом поле приобретают направленное движение и с большой скоростью осаждаются на поверхности продукта, имеющего противоположный заряд [15–18].

Для получения высокого напряжения, необходимого для работы электрокоптильной установки, используется источник питания, включающий повышающий трансформатор, умножитель напряжения и выпрямитель [19, 20].





Электрокопчение значительно ускоряет процесс дымовой обработки продукта и позволяет получать большие количества копченого полуфабриката. К недостатку электрокопчения можно отнести то, что продукт после окончания дымовой обработки требует дополнительной выдержки при определенной температуре и влажности, во время которой происходит его дозревание и удаление лишней влаги.

Дозревание обработанного коптильными веществами полуфабриката и доведение его кондиций до требований ГОСТ целесообразно осуществлять в специальных камерах или оборудованных помещениях с необходимым температурно-влажностным режимом.

Скорость осаждения дыма на поверхности продукта в электрическом поле высокого напряжения (при электрокопчении) может быть определена по формуле (5):

$$v = \frac{\beta \cdot n \cdot e \cdot E}{\delta \cdot \pi \cdot \eta \cdot r} \cdot \left( 1 + A \cdot \frac{L}{r} \right), \quad (5)$$

где  $\beta$  – доля отрицательно заряженных частиц в общем количестве частиц коптильного дыма;

$e$  – элементарный электрический заряд;

$n$  – количество элементарных зарядов на коллоидной частице;

$E$  – напряженность электрического поля.

Представленная зависимость скорости осаждения дыма от напряженности электрического поля представлена на рисунке 2.

Как следует из приведенного графика, скорость осаждения дыма на поверхность продукта при повышении напряженности электрического поля (до определенного предела) увеличивается.

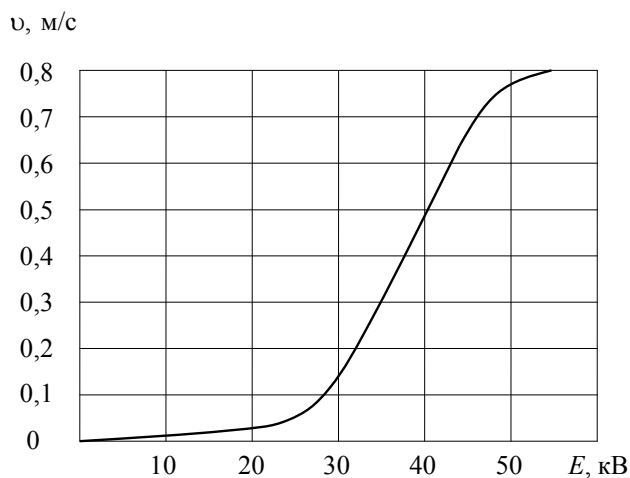


Рис. 2. Зависимость скорости осаждения дыма от величины напряженности электрического поля

Отечественной промышленностью выпускаются установки электростатического копчения: УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» (рассчитанная на разовую загрузку продукта, равную 4 кг), ЭКМ-50 (разовая загрузка за один цикл копчения 50–60 кг), ЭКМ-150 (125–150 кг), ЭКМ-300 (250–350 кг), «ИЖИЦА-1200» (вместимость коптильного шкафа 1,2 м<sup>3</sup>) [21, 22].

Установка УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» позволяет получать, при соблюдении технологии копчения, высококачественные продукты. Однако она не лишена некоторых недостатков.

Во-первых, при копчении трудно контролировать и регулировать температуру дыма. Это происходит из-за того, что в серийной конструкции дымогенератор находится непосредственно под коптильной камерой и температура дыма часто превышает допустимую, необходимую для холодного копчения (+30...40 °С) [1, 2, 3].

Во-вторых, серийная установка предусматривает непрерывный режим работы высоковольтного источника. При постоянно включенном высоком напряжении, с одновременной подачей дыма, продукт прокапчивается неравномерно (больше – со стороны поступления дыма в коптильную камеру). Поэтому высокое напряжение должно подаваться на электроды установки не постоянно, а периодически, по мере заполнения коптильной камеры дымом.

С учетом указанных недостатков серийного устройства нами была разработана установка электростатического копчения, которая проста по конструкции и может быть изготовлена в домашних условиях или в небольшой мастерской [23, 24, 25]. Установка (рис. 3) включает коптильную камеру (1), изготовленную из металла толщиной 0,8–1,5 мм. На дне коптильной камеры закреплена труба (2) диаметром 80...100 мм, в середине которой (снизу) вварен отрезок трубы такого же диаметра (3), предназначенный для подачи дыма. Оба конца трубы (2) закрыты, а на поверхности расположены отверстия для истечения дыма (более крупные отверстия располагаются с краю, мелкие – в центре). В торцовых стенках коптильной камеры устанавливаются проходные изоляторы (5, 8), выдерживающие высокое напряжение (не менее 30 кВ), в которых закреплён металлический стержень – рабочий электрод (6). На боковых стенках коптильной камеры располагаются коронирующие иголки (7), способствующие возникновению коронного разряда. Иголки выполнены из заостренных металлических шпилек диаметром 4 мм, закрепленных с помощью резьбового

соединения на стенках коптильной камеры. Расстояние между иголками при их шахматном расположении – 50 мм, их рабочая длина (от острия до стенки камеры) – 25 мм. Сверху коптильная камера закрывается прозрачной крышкой из органического стекла (9), которая при запирании фиксируется на защелку. Для обеспечения безопасности работы предусмотрена блокировка (конечный выключатель) (4), исключающая подачу напряжения на электроды установки при открытой крышке.

Нами для проведения натуральных испытаний была взята коптильная камера от серийной

установки УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ» и переделан узел подачи дыма в камеру.

Для производства коптильного дыма был разработан и изготовлен дымогенератор тления с косвенным подогревом (рис. 4) [23, 24, 25]. Его корпус прямоугольной формы (1) сварен из металла толщиной 3 мм. С одной стороны к корпусу приварены уголки (2) и (3), в которых закреплена заслонка (4). Она закрывает вход дымогенератора и служит для загрузки дымообразующего сырья (опилок) и регулирования подачи воздуха в зону тления. Противоположная сторона корпуса дымогенератора закрыта, а в верхней части вварена труба диаметром 60 мм для отвода дыма (5). Нагрев корпуса производится снизу с помощью регулируемого электрического нагревательного элемента.

Дым от дымогенератора в коптильную камеру подается по металлической трубе (диа-

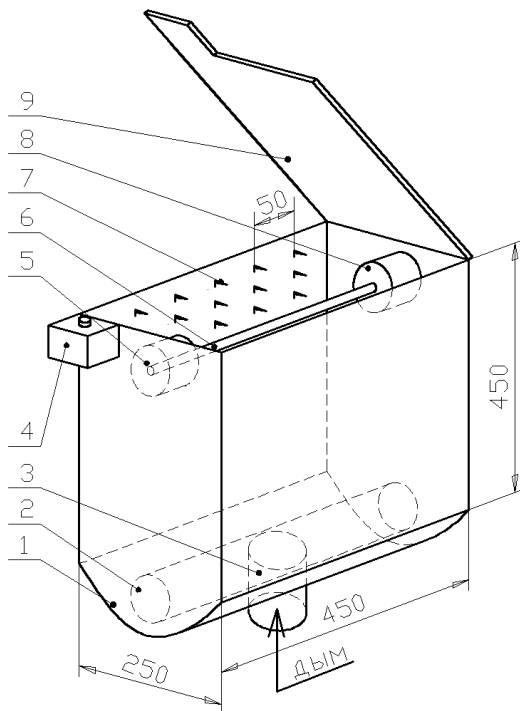


Рис. 3. Установка электростатического копчения (обозначения в тексте)

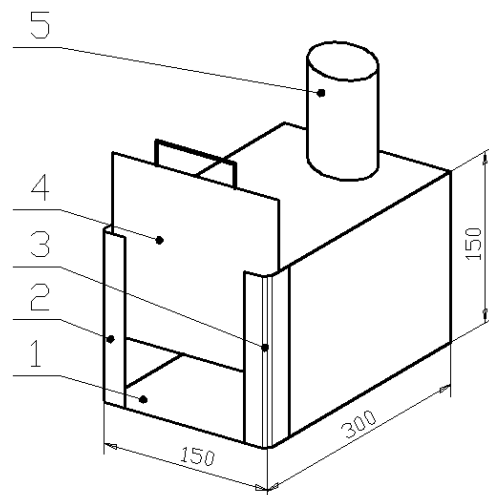


Рис. 4. Конструкция дымогенератора (обозначения в тексте)

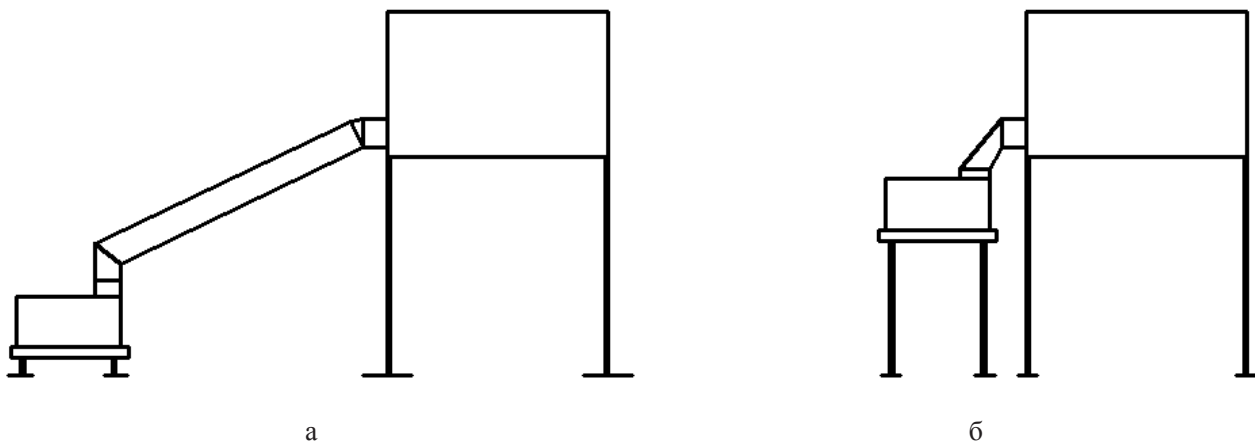


Рис. 5. Схема размещения дымогенератора относительно коптильной камеры при различных способах копчения: а – холодное копчение; б – горячее копчение



метром 60 мм), от длины которой зависит температура в области копчения. Способы соединения дымогенератора с установкой УЭК-1 изображены на рисунке 5. При длине трубы, равной 1500–2000 мм и более (рис. 5а), температура дыма в коптильной камере не превышает 30–40 °С, при этом происходит холодное копчение продукта. В том случае, когда дымогенератор располагается в непосредственной близости от коптильной камеры (рис. 5б), температура дыма в ней становится выше 40 °С, что соответствует полугорячему или горячему копчению [1, 2, 3]. Интенсивность дымообразования и густота дыма в коптильной камере регулируются с помощью температуры корпуса дымогенератора, количества загруженных опилок, их влажности и степени измельчения, положения заслонки (поз. 4, рис. 4).

Перед началом копчения подготовленный продукт (посоленную рыбу) необходимо подвесить с помощью металлических крючков к рабочему электроду установки. Расстояние от продукта до стенок и дна коптильной камеры должно быть не менее 25 мм (в противном случае может произойти пробой воздушного промежутка и отключение «Установки»). Дымогенератор соединить с коптильной камерой по схеме холодного (рис. 5а) или горячего (рис. 5б) копчения, засыпать подготовленные опилки и нагреть его корпус. После появления дыма отрегулировать интенсивность его поступления в коптильную камеру с помощью температуры корпуса дымогенератора и положения заслонки. Заполнение дымом камеры контролируется визуально, через ее прозрачную крышку. Высокое напряжение должно подаваться на электроды установки не постоянно, а периодически, по мере заполнения коптильной камеры дымом. На практике наилучшие результаты были получены при включении напряжения в течение 2–3 секунд, при паузе, во время которой камера заполнялась дымом, равной 10–15 секундам. При постоянно включенном высоком напряжении продукт прокапчивается неравномерно (больше – со стороны поступления дыма в коптильную камеру).

Во время испытания устройства нами проводилось холодное копчение рыбы (пеляди). Дымогенератор подключался к коптильной камере по схеме (рис. 5а). Разовая загрузка составляла 1,5 кг (5 рыб по 0,3 кг каждая). При загрузке в камеру большего количества рыбы (в паспорте установки указывается 4 кг [21]) качество продукта ухудшалось. Копчение продолжалось 12 минут с начала поступления дыма

в коптильную камеру и первой подачи высокого напряжения на электроды установки.

К моменту окончания процесса рыба насыщалась коптильными веществами, однако распределялись они неравномерно, в основном в поверхностных слоях мяса рыбы. Кроме того, из-за кратковременности дымовой обработки в рыбе не успевали произойти автолитические процессы созревания, приводящие к готовности продукта. Влажность продукта при этом составляла 65...70%, что больше требований ГОСТ к копченым рыбным продуктам [4, 5]. Поэтому после окончания копчения рыба подвергалась выдержке при температуре +8...+10 °С и относительной влажности не выше 65% в течение 18...24 часов. После чего продукт созревал и становился годным к употреблению.

### Выводы

1. Представлены формулы, позволяющие производить расчеты процесса осаждения частиц коптильного препарата при электростатическом способе копчения пищевых продуктов.
2. Даны рекомендации по изготовлению модернизированной установки электростатического копчения и представлены результаты ее испытаний.

### Список литературы

1. Воскресенский Н. А., Логунов Л. Л. Технология рыбных продуктов. М. : Пищевая промышленность, 1968. 424 с.
2. Мезенова О. Я., Ким И. Н., Бредихин С. А. Производство копченых пищевых продуктов. М. : Колос, 2001. 208 с.
3. Абдрафиков С. Н., Селунский В. В. Производство рыбопродуктов. Челябинск : ЧГАУ, 2002. 280 с.
4. Рыба и рыбные продукты. Рыба копченая, вяленая и сушеная // Государственные стандарты. М. : ИПК Издательство стандартов, 1997. 154 с.
5. ГОСТ 11482-2003. Рыба холодного копчения. Технические условия.
6. Кавецкий Г. Д., Васильев Б. В. Процессы и аппараты пищевой индустрии. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 2000. 551 с. : ил.
7. Селунский В. В. Модернизация электростатической коптильной установки // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 8. С. 22–24.
8. Селунский В. В., Чуринов В. Ю. Оптимизация процесса электростатического копчения бездымным способом // Вестник КрасГАУ. 2013. № 1. С. 153–159.

9. Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах. М. ; Л. : Гостехиздат, 1950. 672 с.
10. Левитов В. И., Решидов И. К., Ткаченко В. М. Дымовые электрофилтры. М. : Энергия, 1980. 448 с.
11. Мик Дж., Крэгс Дж. Электрический пробой в газах. М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1960. 605 с.
12. Тайманов С. М. Исследование и разработка системы электроочистки воздуха и дезинфекции яиц в инкубаторе : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1995. 20 с.
13. Райзвих В. Г. Разработка и обоснование основных положений по проектированию аппаратов ЭИТ сельскохозяйственного назначения с учетом образования озона : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2003. 17 с.
14. Селунский В. В., Гердт И. Н., Класен Ю. В. Результаты исследования электрофилтров в системах очистки и вентиляции воздуха // Научные труды Кустанайского сельскохозяйственного института, юбилейный выпуск. Кустанай, 1996. Ч. 1. С. 42–45.
15. Попков В. И. К теории коронного разряда в газах при постоянном напряжении // Известия АН СССР, ОТН. 1953. № 5. С. 15–16.
16. Богданова Н. Б., Певчев Б. Г. Напряженность электрического поля на частично коронирующем электроде // Известия АН СССР, Энергетика и транспорт. 1978. №5. С. 83–88.
17. Богданова Н. Б., Попков В. И. Вопросы управления формой коронного разряда на электроде и пробивных напряжением промежутка // Известия АН СССР, Энергетика и транспорт. 1978. № 5. С. 89–94.
18. Верещагин И. П. Коронный разряд в аппаратах ЭИТ. М. : Энергоатомиздат, 1985. 159 с.
19. Костиков В. Г., Никитин И. Е. Источники электропитания высокого напряжения РЭА. М. : Радио и связь, 1986. 200 с.
20. Высоковольтный источник питания для электротехнологических установок / О. А. Жунин, А. В. Коношенко, А. Г. Савиновских, В. В. Селунский // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых : сб. тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики». 2017. С. 431–433.
21. Устройство электростатического копчения УЭК-1 «ИДИЛЛИЯ». Руководство по эксплуатации. Северодвинск, 2013. 64 с.
22. Материалы сайтов: <http://okopchenii.ru/svoimi-rukami/elektrostaticheskaya-koptilnya.html>; <http://domkopchenie.ru/kak-sdelat/elektrostaticheskaya-koptilnya.html>; <http://www.active-study.info/elektrostaticheskoe-kopchenie-v-rybnyh-konservax/>; <http://www.findpatent.ru/patent/212/2125371.html>.
23. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Электростатическая коптильная установка // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 2008. Т. 53. С. 116–119.
24. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Производство копченой рыбы в полевых условиях с помощью электростатической коптильной установки // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 57. С. 147–150.
25. Селунский В. В., Чурин В. Ю. Повышение эффективности установки электростатического копчения // Вестник КрасГАУ. 2012. № 1. С. 182–187.

---

**Буторин Владимир Андреевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [butorin\\_chgau@list.ru](mailto:butorin_chgau@list.ru).

**Селунский Василий Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [vas-selunskiy@mail.ru](mailto:vas-selunskiy@mail.ru).

**Банин Роман Валерьевич**, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [barom@mail.ru](mailto:barom@mail.ru).

**Ябыков Кайрат Жумартович**, аспирант кафедры «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [yabykov\\_k@mail.ru](mailto:yabykov_k@mail.ru).

\* \* \*

## ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ МЕТОДОМ ТЕСТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

А. В. Гриценко, К. В. Глемба, К. И. Лукомский, Д. Б. Власов

В статье представлен тестовый метод диагностирования электрических топливных насосов (ЭТН) тракторов и автомобилей. Тестовое диагностирование заключается в обеспечении нештатного режима функционирования ЭТН, который обеспечивается путем изменения напряжения питания на клеммах ЭТН. В практической части работы рассмотрены два экспериментальных исследования, основанных на тестовых режимах диагностирования роликового электрического топливного бензонасоса автомобиля ГАЗ 3110 с двигателем ЗМЗ-4062, с производительностью не менее 130 л/ч, максимальными значениями давления и силы тока, равными 687 кПа и 6,5 А соответственно. В экспериментальной части исследований производилась имитация двух основных неисправностей системы топливоподачи, влияющих на правильность функционирования ДВС мобильных энергетических средств (МЭС): 1) засоренность топливной магистрали – топливного фильтра и патрубков; 2) утечки топлива через торцевые и радиальные зазоры между роликами и корпусом ЭТН. Эксперимент проводился при статичном состоянии двигателя, т.е. с выключенным двигателем. Представлены результаты данных исследований при последовательном и параллельном соединении в топливную магистраль жиклеров с диаметрами сечения 1,2, 0,5, 0,3 и 0,14 мм. В ходе первого испытания установлено, что наиболее чувствительным показателем к росту засоренности топливной магистрали при диагностировании ЭТН является сила тока при неустановившемся значении давления. Чем выше засоренность топливной магистрали, тем выше значение потребляемого тока  $I$ , А. При проведении второго испытания установлено, что наиболее чувствительным показателем к росту утечек топлива через зазоры при диагностировании ЭТН является сила тока при неустановившемся значении давления. Чем больше утечки топлива, тем ниже значение потребляемого тока  $I$ , А. Данный метод диагностирования рекомендуется к использованию автообслуживающим организациям.

*Ключевые слова:* роликовый ЭТН, тестовые режимы, сила тока, давление, напряжение, топливная магистраль, засоренность, утечки топлива.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) имеют большое значение в народном хозяйстве страны [1, 2, 3]. Они являются основными энергетическими источниками энергии сельскохозяйственных машин [4, 5, 6]. Их использование позволило обеспечить экономию народного труда и рост его производительности [7, 8, 9]. Надежность и качество функционирования ДВС всегда оказывалось решающим для с.-х. производства [10, 11, 12]. Неисправности двигателей чаще всего возникают вследствие нарушения тепловых и нагрузочных режимов работы, негерметичности внутренних полостей, использования некачественных сортов масла, а также

нарушения работоспособности системы топливоподачи (СТ) [13, 14, 15]. На нее приходится по разным данным 25...50% всех неисправностей – это засоренность бака, топливопроводов и их соединений, фильтров, нарушение работы ЭТН [31, 32, 33, 34]. Определение технического состояния ЭТН и топливной системы возможно с использованием методов, основанных на тестовых режимах диагностирования [16, 17, 18].

ЭТН – это «сердце» топливной системы [19, 20, 21, 35, 36, 37], основная задача которого заключается в процессе передачи необходимого количества топлива из бензобака в цилиндры двигателя для его полноценной работы (рис. 1).

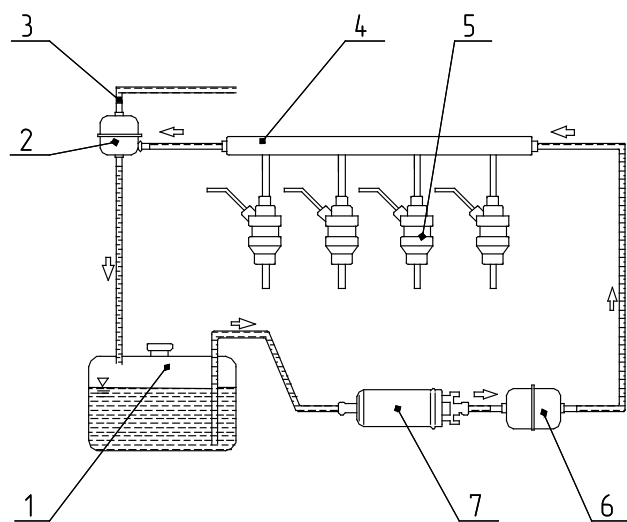


В случае засоренности топливной системы и (или) неисправной работы насосной части ЭТН наступают неполадки в процессе езды, вплоть до остановки, основными признаками которых являются: неустойчивая работа двигателя, перебои, затяжной разгон, вялая реакция на педаль акселератора, провалы при движении [22, 23, 24]. Одним из признаков формирующегося отказа ЭТН выступают его шумная работа, «гудение» насоса, подвывание, треск [25, 26, 27]. Все это является причиной ухудшения работоспособности ДВС и снижения его безотказности [28, 29, 30, 35, 36, 37].

**Цель исследования** – повышение работоспособности и безотказности функционирования ЭТН за счет определения технического состояния его насосной части, а также засоренности топливной системы при использовании методов, основанных на тестовых режимах диагностирования ЭТН с последующими рекомендациями по результатам диагноза.

**Основная задача исследования:** влияние искусственного изменения напряжения питания  $U$ ,  $V$ , диагностируемого ЭТН на его выходные параметры – силу тока потребления  $I$ ,  $A$ , и давление в топливной системе  $P$ ,  $kPa$ .

Производительность и давление в топливной системе создаются механической частью ЭТН, которая является наиболее уязвимым местом всех ЭТН и для которой не определен ре-



1 – топливный бак; 2 – регулятор давления;  
3 – обратный топливопровод; 4 – топливная рампа;  
5 – форсунки; 6 – топливный фильтр;  
7 – топливный насос

Рис. 1. Принципиальная схема работы топливной системы ДВС

сурс [14, 15, 16]. Ресурс же ЭТН существенно определяется утечками в насосной части. Для исследуемого насоса под номером 50.1139000-01, установленным на автомобиле ГАЗ-3110, – это торцевой-5 и радиальный-3 износ роликов (рис. 2).

Заводы-изготовители автомобилей предлагают различные методы диагностирования топливной системы [15, 16], но проведенный анализ указывает на низкие результаты эффективности и достоверности информации процесса диагностирования [18, 30]. Чтобы обнаружить неисправности топливной системы, необходима разработка новых методик диагностирования, основанных на тестовом режиме диагностирования ЭТН.

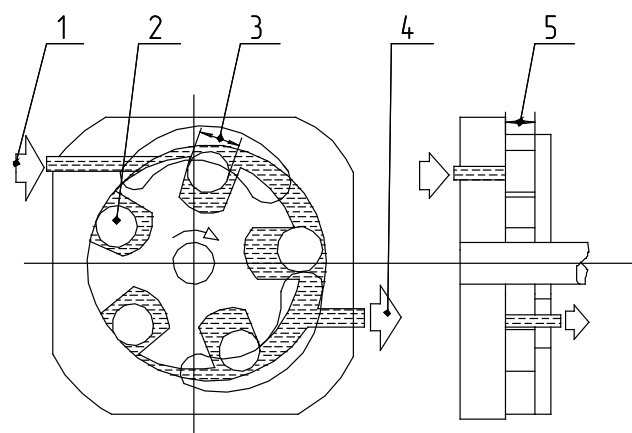
### Методика тестирования

Экспериментальные испытания проводились при реализации двух схем:

1. На рисунке 3 представлена схема, в которой при последовательном соединении в топливную магистраль устанавливались жиклеры по одному с диаметрами сечения 1,2, 0,5, 0,3 и 0,14 мм.

Это позволило производить искусственную имитацию роста сопротивления в топливной системе, что эквивалентно в эксплуатации засоренности топливного фильтра и патрубков [15, 16, 30].

2. На рисунке 4 представлена схема, в которой при параллельном соединении в топливную магистраль устанавливались жиклеры по одному с диаметрами сечения 1,2, 0,8, 0,3, 0,14 мм.

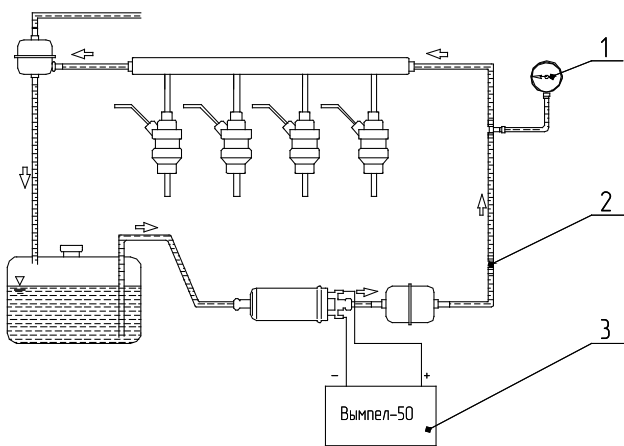


1 – область всасывания; 2 – ролики;  
3 – радиальный износ; 4 – область нагнетания;  
5 – торцевой износ

Рис. 2. Схема работы роликового топливного насоса

При реализации схемы на рисунке 4 нагнетаемое ЭТН топливо делится на две составляющие: 1. Часть топлива перетекает через параллельный жиклер; 2. Другая часть поступает в топливную магистраль. При осуществлении работы ЭТН по данной схеме производилась искусственная имитация утечек через торцевой и радиальный зазоры между роликами и корпусом ЭТН [18, 19, 20].

При проведении экспериментальных испытаний по данным схемам в обоих случаях к разъему реле ЭТН подсоединялся внешний блок управления-3 – Вымпел-50 [21, 25, 30]. Особенностью данного блока является то, что при помощи него мы повышали напряжение питания ЭТН от 5,5...14,1 В с шагом 0,2 В, расширив диапазон поиска и определения диагностических параметров, в то время как штатное напряжение питания на аккумуляторной батарее автомобиля равно 12 В [25, 26]. В линию топливоподдачи подсоединялся манометр давления – 1 (рис. 3). Следует отметить, что выходные параметры диагностируемого ЭТН соответствуют заводским нормативам [27, 28]. Первая часть исследований проводилась по схеме на рисунке 3, в которой в топливную магистраль после топливного фильтра последовательно устанавливались жиклеры – 2 по одному с диаметрами сечения 1,2, 0,5, 0,3, 0,14 мм. Вторая часть экспериментальных исследований проводилась по схеме на рисунке 4, в которой после топливного фильтра параллельно топливной магистрали устанавливались жиклеры по одному с диаметрами сечения 1,2, 0,8, 0,3, 0,14 мм.



1 – манометр; 2 – жиклеры разного диаметра;  
3 – внешний источник питания ЭТН Вымпел-50

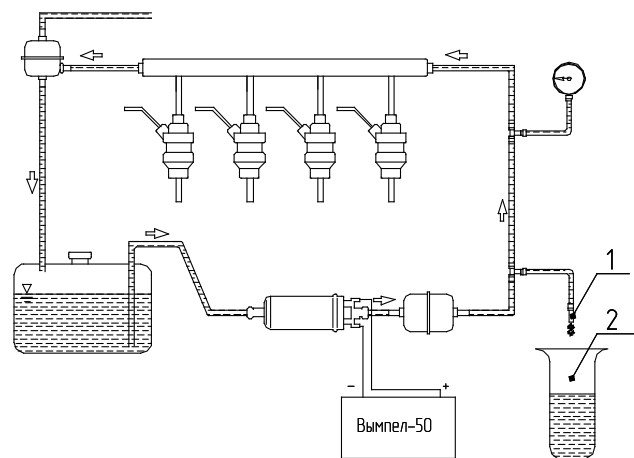
Рис. 3. Схема установки жиклеров в топливную магистраль при последовательном соединении

## Результаты экспериментальных исследований

В ходе экспериментальных исследований по схеме на рисунке 3, при последовательном подсоединении жиклеров, были получены данные, которые представлены в виде зависимостей изменения силы тока от напряжения питания ЭБН (рис. 5), а также изменения давления от напряжения питания ЭТН (рис. 6).

При работе ЭТН без жиклера устанавливается давление 310 кПа (рис. 6) при напряжении, равном 10 В, сила тока при этом достигала значения 3,1 А (рис. 5). В данном случае ЭТН свободно нагнетает топливо в магистраль без особых усилий, т.е. сопротивление после насоса равно штатному, искусственное сопротивление отсутствует. Таким образом, получены данные установившихся силы тока и давления ЭТН при технически исправном состоянии топливной магистрали – незасоренный топливный фильтр и топливный провод.

При работе ЭТН при установке самого маленького жиклера, равного 0,14 мм, наблюдается неустановившееся давление на протяжении всего диапазона повышения напряжения питания, которое необходимо для правильного функционирования ДВС, при этом ток питания все время возрастал. Были зафиксированы максимальные значения установившегося давления и силы тока, равные 175 кПа и 5,75 А соответственно. Такое существенное значение величины тока объясняется тем, что ЭТН существенно сложнее продавить необходимое количество топлива через очень маленькое отверстие, равное



1 – жиклеры разного диаметра; 2 – сливная емкость

Рис. 4. Схема установки жиклеров в топливную магистраль при параллельном соединении

0,14 мм. В результате экспериментальных исследований получены данные установившихся силы тока и давления ЭТН при максимальном значении искусственно симитированного сопротивления в топливной магистрали, которое равно максимальной засоренности топливного фильтра, трубопроводов. Следует отметить, что при достижении тока свыше 6,5 А обмотка данного ЭТН подвергается тепловому перегреву.

При работе ЭТН с другими жиклерами 1,2, 0,5, 0,3 мм наблюдается установившееся значение давления, равное 310 кПа, но установившийся ток питания при этом у всех разный и выше номинального значения потребления 3,1 А. В данном случае для ЭТН частично затруднено движение топлива в магистрали, присутствует некоторое сопротивление, которое он относительно легко преодолевает. В результате получены данные установившихся силы тока и давления ЭТН при частичном значении искусственно

симитированного сопротивления в топливной магистрали, равное средней засоренной.

В ходе экспериментальных испытаний по схеме на рисунке 4, при параллельном соединении жиклеров, были получены данные, которые представлены в виде зависимостей изменения силы тока от напряжения питания ЭБН (рис. 7), а также изменения давления от напряжения питания ЭТН (рис. 8).

При работе ЭТН с жиклером, равным 1,2 мм, наблюдается неустановившееся необходимое давление на протяжении всего диапазона изменения напряжения питания ЭТН (рис. 8). Максимально установившиеся значения давления и силы тока при напряжении 14,1 В равны 275 кПа и 3,1 А соответственно (рис. 7). Такие значения объясняются тем, что большая часть топлива теряется через параллельно соединенный в топливную магистраль жиклер с сечением 1,2 мм и лишь небольшой объем топлива

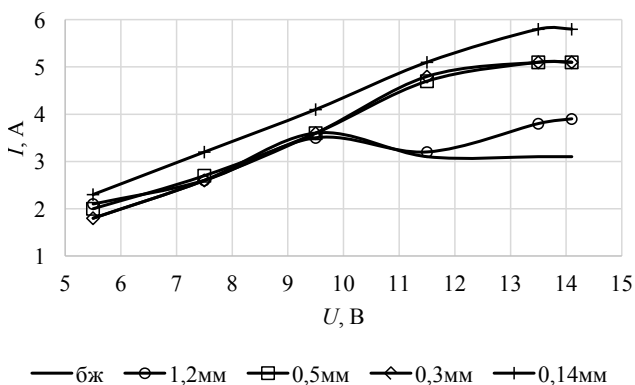


Рис. 5. Характеристика установившихся значений силы тока  $I$ , А, от изменения напряжения  $U$ , В, питания роликового ЭТН при последовательном подсоединении жиклеров

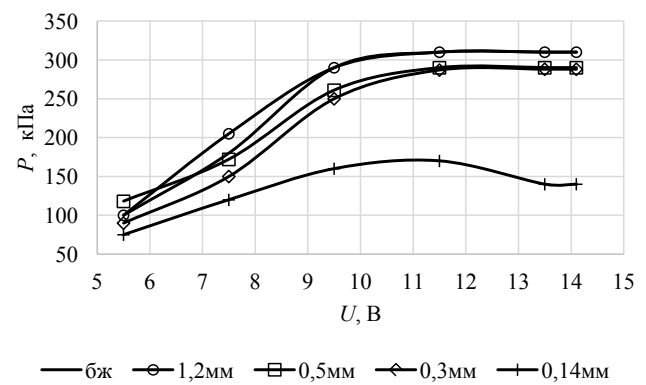


Рис. 6. Характеристика установившихся значений давления  $P$ , кПа, от изменения напряжения  $U$ , В, питания роликового ЭТН при последовательном подсоединении жиклеров

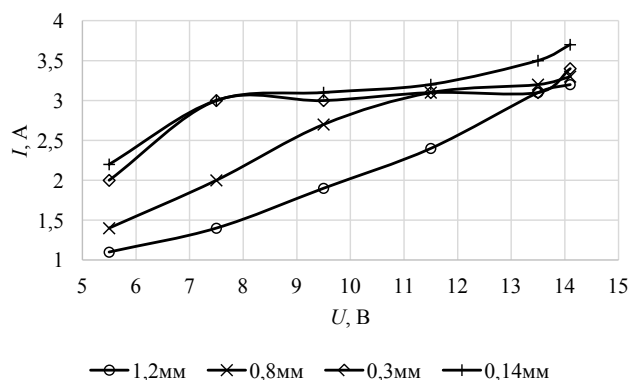


Рис. 7. Характеристика установившихся значений силы тока  $I$ , А, ЭТН от напряжения  $U$ , В, питания роликового ЭТН при параллельном соединении жиклеров в топливную магистраль

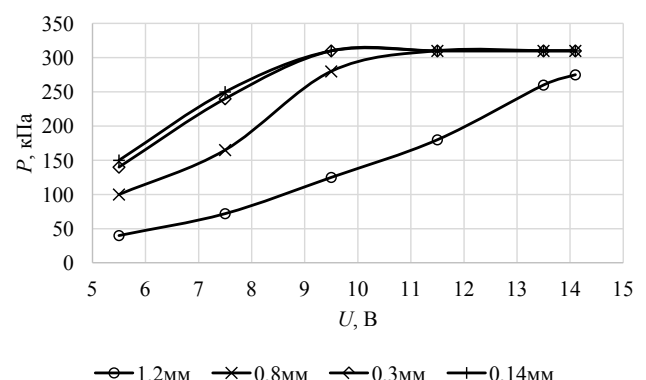


Рис. 8. Характеристика установившихся значений давления  $P$ , кПа, от изменения напряжения  $U$ , В, питания роликового ЭТН при параллельном соединении жиклеров в топливную магистраль



поступает в магистраль. В результате получены данные силы тока и давления при максимальном значении искусственно сымитированных утечек топлива через жиклер диаметром 1,2 мм, с параллельным соединением. Это фактически равно технически неисправному ЭТН с максимальными утечками топлива через торцевые и радиальные зазоры между роликами и корпусом ЭТН.

При работе ЭТН с жиклером, равным 0,14 мм, наблюдается установившееся давление 310 кПа при напряжении 9,5 В, при этом установилось штатное значение силы тока 3,1 А. В данном случае ЭТН свободно подает топливо в магистраль без особенных усилий, потери через данный жиклер не имеют весомого значения и поэтому основной объем топлива поступает в магистраль. В результате получены данные силы тока и давления при минимальном значении искусственно сымитированных утечек топлива через жиклер диаметром 0,14 мм при параллельном соединении. Это фактически эквивалентно технически исправному состоянию ЭТН с минимальными утечками топлива через торцевые и радиальные зазоры между роликами и корпусом ЭТН.

При работе ЭТН с остальными жиклерами 0,8, 0,3 мм наблюдались установившиеся значения давления 310 кПа и тока потребления 3,1 А. В данном случае среднее значение утечек топлива через параллельный жиклер присутствует, несмотря на это ЭТН способен обеспечить необходимый объем топлива в магистраль. В результате получены данные силы тока и давления ЭТН при средних значениях искусственно сымитированных утечек топлива через жиклеры, диаметрами 0,8 и 0,3 мм, установленными по одному при параллельном соединении с топливной магистралью. Данное техническое состояние эквивалентно среднему значению изношенности ЭТН с некоторыми утечками топлива через торцевые и радиальные зазоры между роликами и корпусом ЭТН.

### Вывод

В ходе первого испытания получили установившиеся значения силы тока и давления в зависимости от изменения напряжения питания ЭТН при искусственно сымитированных значениях сопротивления в топливной магистрали при последовательном соединении жиклеров разного диаметра проходного сечения, которое равно технически неисправному состоянию топливной магистрали вследствие засо-

ренности фильтра и патрубков. Таким образом, наиболее чувствительным показателем к росту засоренности топливной магистрали при диагностировании ЭТН является сила тока при неустановившемся значении давления. Чем выше засоренность топливной магистрали, тем выше значение потребляемого тока  $I$ , А.

В ходе второго испытания получили установившиеся значения силы тока и давления в зависимости от изменения напряжения питания ЭТН при искусственно сымитированных значениях утечек топлива через жиклеры разного диаметра проходного сечения, установленными параллельно топливной магистрали, которое равно утечкам топлива через торцевые и радиальные зазоры между роликами и корпусом ЭТН. Таким образом, наиболее чувствительным показателем к росту утечек топлива через зазоры при диагностировании ЭТН является сила тока при неустановившемся значении давления. Чем больше утечки топлива, тем ниже значение потребляемого тока  $I$ , А.

### Список литературы

1. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей : учеб. пособие. М. : СОЛОН-Р, 2001. 272 с.
2. Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. М. : СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.
3. Яковлев В. Ф. Диагностика электронных систем автомобиля : учеб. пособие. М. : СОЛОН-Пресс, 2003. 272 с.
4. Exhaust emission from combat vehicle engines during start and warm-up / J. Merksisz, I. Pielecha, Ja. Pielecha, M. Szukalski // *Transport Problems*. 2011. Т. 6. № 2. С. 121–126.
5. Discussion of 'estimating vehicle fuel consumption and emissions based on instantaneous speed and acceleration levels' closure / V. K. Monocha, G. Saini, H. Rakha, K. Ahn // *Journal of Transportation Engineering*. 2003. Т. 129. № 5. С. 578.
6. Magaril E. R., Magaril R. Z., Bamburov V. G. Specific features of combustion in gasoline-driven internal combustion engines // *Combustion, Explosion, and Shock Waves*. 2014. Т. 50. № 1. С. 75–79.
7. Eriksson L., Nielsen L. Ionization current interpretation for ignition control in internal combustion engines // *Control Engineering Practice*. 1997. Т. 5. № 8. С. 1107–1113.
8. Modeling and identification of an electromechanical internal combustion engine throttle



body / R. Scattolini [et al.] // Control Engineering Practice. 1997. Т. 5. № 9. С. 1253–1259.

9. Pulse-packet electron injector for the study of rarefied media / В. А. Snedkov [et al.] // Instruments and Experimental Techniques. 1990. Т. 33. № 1 pt 1. С. 25–28.

10. Белов А. Б., Гумелев В. Ю. Электромагнитная форсунка с высоковольтным управлением // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 10 (30). С. 6.

11. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей / Ю. И. Будыко [и др.]. Л. : Машиностроение (Ленингр. отд-е), 1975. 192 с.

12. Вертей М. Л. Обоснование способа разгона двигателя с принудительным впрыском топлива и электрическим управлением топливоподачей при проведении тестового диагностирования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (124). С. 112–116.

13. Ерохов В. И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика) : учебник для вузов. М. : Горячая линия-Телеком, 2011. 552 с.

14. Ерохов В. И., Макарова М. П. Алгоритм и результаты расчета электромагнитной форсунки бензинового двигателя // Известия МГТУ «МАМИ». 2008. № 2. С. 14–19.

15. Гриценко А. В., Плаксин А. М. Диагностирование системы питания ДВС. М. : Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2014. № 1. С. 24–26.

16. Тестовые методы диагностирования систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей : монография / А. М. Плаксин [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 210 с.

17. Диагностирование электрических бензиновых насосов по комплексным выходным параметрам / А. М. Плаксин [и др.]. // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. Ч. 12. С. 2610–2614.

18. Гриценко А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей) : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2014. 40 с.

19. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 22.

20. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. С. 40–44.

21. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем топливоподачи и смазки двигателей внутреннего сгорания / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, В. В. Волынкин // Аграрный вестник Урала. 2014. № 7 (125). С. 51–58.

22. Соловьев Р. Ю., Гриценко А. В., Куков С. С. Методы и средства тестового диагностирования системы питания двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Технологические рекомендации. М. : ГОСНИТИ, 2013. 40 с.

23. Гриценко А. В., Плаксин А. М. Оптимизация процесса диагностирования автотракторной техники минимизацией затрат // АПК России. 2013. Т. 63. С. 42–46.

24. Гриценко А. В., Плаксин А. М., Цыганов К. А. Разработка тестовых систем диагностирования мобильных энергетических средств // АПК России. 2013. Т. 65. С. 9–19.

25. Власов Д. Б., Гриценко А. В. Диагностирование электрических насосов автомобилей // Сборник науч. тр. по матер. Междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика». Воронеж, 2015. № 4. Ч. 1 (15–1). С. 176–180.

26. Гриценко А. В., Власов Д. Б., Плаксин А. М. Комплексное диагностирование электрического бензонасоса системы топливоподачи // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж, 2016. Т. 4. № 5–4 (25–4). С. 239–243.

27. Гриценко А. В. Разработка средств и методов диагностирования с частично параллельным резервированием элементов, а также с устранением лишних диагностических операций и диагностических параметров // Вестник КрасГАУ. 2012. № 7. С. 120–125.

28. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Разработка средств и методов тестового диагностирования машин // Вестник КрасГАУ. 2013. № 12. С. 185–193.

29. Бакайкин Д. Д., Куков С. С., Гриценко А. В. Техническое обслуживание элементов системы топливоподачи бензинового двигателя с электронной системой управления // АПК России. 2006. Т. 47. С. 10–13.

30. Гриценко А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности





систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания: экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2014, 397 с.

31. Буторин В. А., Царев И. Б. Гусейнов Р. Т. Оценка ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1152–1156.

32. Буторин В. А., Царев И. Б. Гусейнов Р. Т. Теоретическое обоснование ресурса упорного подшипникового узла погружного электродвигателя // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1157–1160.

33. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Устройство крепления вибродатчика к погружному электродвигателю для оценки технического состояния подшипниковых узлов // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1 (37). С. 68–70.

34. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Факторы, влияющие на упорные подшипниковые узлы погружных электродвигателей // перспекти-

вы развития АПК в работах молодых ученых : сб. матер. регионал. науч.-практ. конф. молодых ученых / Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». 2014. С. 191–195.

35. Планирование стендовых ресурсных испытаний упорного подшипникового узла и методика обработки результатов / В. А. Буторин, Р. Т. Гусейнов, Р. В. Юлбаев, М. С. Силков // Инновации и исследования в транспортном комплексе : матер. II Междунар. науч.-практ. конференции. 2014. С. 81–83.

36. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Разработка электрической схемы для проведения ресурсных испытаний упорного подшипникового узла погружного электродвигателя // Аграрный научный журнал. 2014. № 3. С. 46–49.

37. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Разработка испытательного стенда для проведения ресурсных испытаний упорного подшипника погружного электродвигателя марки ПЭДВ // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 2. С. 64–68.

---

**Гриценко Александр Владимирович**, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ), профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.  
E-mail: alexgrits13@mail.ru.

**Глемба Константин Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)» (ЮУрГУ), доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.  
E-mail: glemba77@mail.ru.

**Лукомский Константин Иванович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общетехнические дисциплины», филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации.  
E-mail: klukomsky@mail.ru.

**Власов Дмитрий Борисович**, ассистент кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.  
E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

\* \* \*

## РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА НА ТЕСТОВЫХ РЕЖИМАХ

**А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, К. В. Глемба**

Известно, что современная автомобильная электроника за последние 20 лет прошла существенное совершенствование. На смену аналоговым элементам пришли цифровые. Мультиплексные системы заменили множественные и разветвленные жгуты проводов. Датчики и исполнительные механизмы современных автомобилей также превратились в цифровые устройства. Однако, как показывает отечественная и зарубежная статистика, преобладающее число отказов приходится на эти элементы электроники автомобиля, что подогревает интерес ученых к исследованию их надежности, разработке принципиально новых диагностических средств и комплексов. Но как показывает практика диагностирования, задача полного и достоверного диагностирования не решена. Хотя разработано и внедрено на автообслуживающих предприятиях большое количество приборов и комплексов. В процессе производственной работы нами были использованы различные диагностические приборы и комплексы, которые выявили серьезные недостатки при получении и анализе диагностической информации по датчикам массового расхода воздуха. Основные из них: 1. Плохая приспособленность к диагностированию; 2. Низкая достоверность диагностирования; 3. Невозможность диагностирования на движущемся автомобиле; 4. Высокая трудоемкость процесса диагностирования; 5. Значительная стоимость процесса диагностирования. Поэтому приоритетным направлением на сегодня является разработка и внедрение средства и технологии диагностирования датчиков массового расхода воздуха автомобилей (ДМРВ). Комплексный подход к вопросу проектирования и разработки приборного средства для диагностирования ДМРВ позволил создать мобильное высокоэффективное диагностическое средство для диагностирования ДМРВ. Несовершенство методов и средств диагностирования влечет за собой неисправность и даже полный отказ механизмов и систем, требующих значительных ресурсов на их восстановление. Сравнительный анализ конкурентных моделей прибора показал необходимость создания прибора, отвечающего более высоким требованиям эргономичности и точности. Расчеты показали высокую экономическую эффективность разработанного метода диагностирования ДМРВ. Проведенные расчеты показали, что использование прибора для диагностирования ДМРВ позволяет снизить трудоемкость процесса, что, соответственно, снижает затраты на проведение данной операции. Капитальные вложения на внедрение данного прибора составляют 4090 руб. Срок окупаемости капитальных вложений – один из ключевых оценочных инвестиционных факторов – составил 0,32 года. Низкая себестоимость и эргономичность делает применение прибора в работе экономически целесообразным.

*Ключевые слова:* система впуска, датчики, датчик массового расхода воздуха, подача воздуха, диагностирование, эффективность.

Современный автомобиль – сложная многоуровневая система [1, 2], в которой на сегодня ключевую роль играют датчики и исполнительные механизмы [3, 4, 24, 25, 26]. Не случайно и то, что преобладающее число отказов приходится на эти элементы электроники автомобиля [5, 6, 7, 8]. Значительное количество научных работ посвящено вопросу диагностирования датчиков и исполнительных механизмов [9, 10, 11, 12]. Однако задача полного и достоверного диагностирования не решена [13, 14, 15, 16]. Хотя разработано и внедрено в сфере сервиса автомобилей большое количество приборов и комплексов [17, 18, 19, 26]. Целью нашей ста-

тью является разработка и внедрение средства и технологии диагностирования датчиков массового расхода воздуха автомобилей, а также оценка экономической эффективности технологии.

### **Методика и материалы**

В процессе производственной работы нами были использованы различные диагностические приборы и комплексы [20, 21, 22], которые выявили серьезные недостатки при получении и анализе диагностической информации по датчикам массового расхода воздуха [22, 23]. Перечислим эти недостатки: 1. Плохая приспособленность к диагностированию; 2. Низкая

достоверность диагностирования; 3. Невозможность диагностирования на движущемся автомобиле; 4. Высокая трудоемкость процесса диагностирования; 5. Значительная стоимость процесса диагностирования.

Комплексный подход к вопросу проектирования и разработки приборного средства для диагностирования ДМРВ позволил (с учетом недостатков существующих приборов и комплексов) создать мобильное высокоэффективное диагностическое средство для диагностирования ДМРВ.

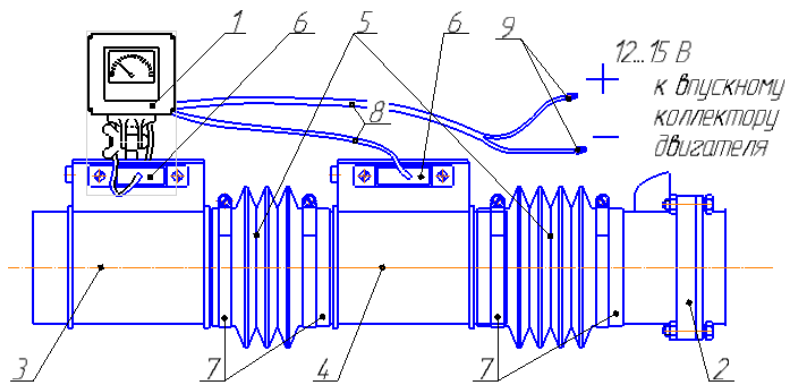
Приборное средство для диагностирования ДМРВ представлено на рисунке 1.

Приборное средство для диагностирования ДМРВ на автомобиле (рис. 1) состоит из измерительного прибора 1, дроссельного узла 2 автомобиля, соединительного гофрированного

патрубка 5 между дроссельным узлом 2 и испытуемым ДМРВ 4, который прикреплен хомутами 7 к патрубкам 5, электрического разъема 6 с проводом 8, присоединенного к разъему испытуемого ДМРВ 4, эталонного ДМРВ 3, присоединенного посредством гофрированного патрубка 5 с испытуемым ДМРВ 4.

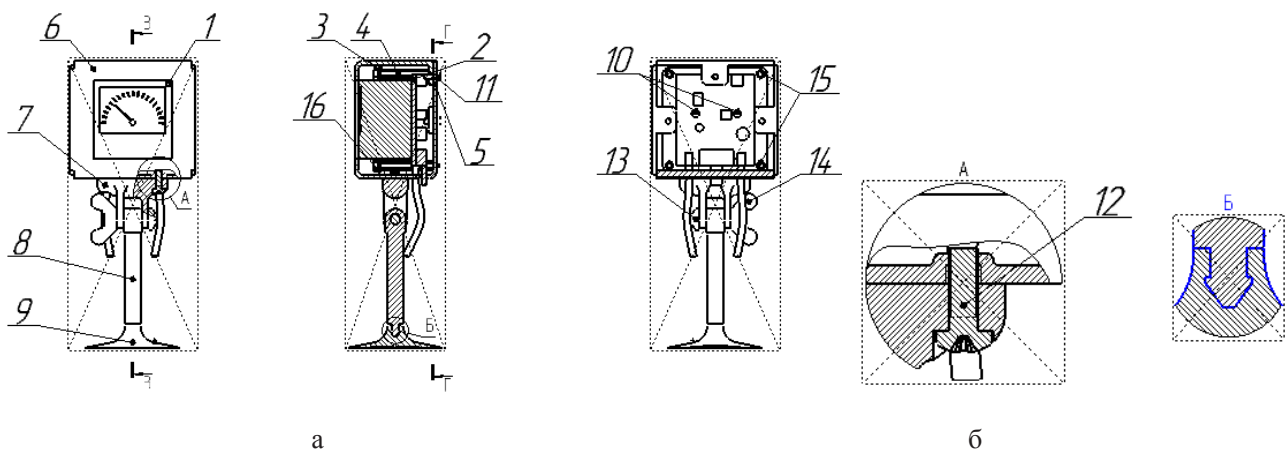
Все патрубки крепятся при помощи хомутов 7 патрубков (которых всего 4). Измерительный прибор 1 установлен в салоне автомобиля и закреплен посредством присоски. Измерительный прибор 1 подключается к аккумуляторной батарее автомобиля при помощи провода 8 с контактными разъемами типа крокодил 9. Электрический разъем 6 и провод 8 подсоединены к эталонному ДМРВ 3.

Измерительный прибор представлен на рисунке 2.



1 – измерительный прибор; 2 – дроссельный узел; 3 – эталонный ДМРВ; 4 – испытуемый ДМРВ; 5 – гофрированный патрубок; 6 – разъем ДМРВ; 7 – хомут крепления; 8 – проводка; 9 – разъем типа крокодил

Рис. 1. Приборное средство для диагностирования ДМРВ на автомобиле



1 – измерительное устройство; 2 – плата; 3 – планка; 4 – стойка; 5 – задняя крышка; 6 – корпус; 7 – кронштейн; 8 – ножка; 9 – присоска; 10, 11, 12, 13 – винты; 14 – барашковая гайка; 15 – гайка; 16 – шайба

Рис. 2: а – измерительный прибор; б – дополнительные элементы крепления

Показанный на рисунке 2 измерительный прибор может крепиться в салоне автомобиля при помощи присоски (подобно современным навигаторам и антирадарным устройствам) [22, 23].

Стенд для диагностирования ДМРВ в стационарном варианте представлен на рисунке 3.

Перед процессом диагностирования ДМРВ датчик необходимо снять и установить на стенд. Уникальность стенда состоит в том, что он объединяет малую трудоемкость, точность диагностирования, возможность контроля ДМРВ на разных режимах работы и низкую стоимость.

Экономическая оценка эффективности инвестиционных проектов занимает центральное место в процессе обоснования и выбора возможных вариантов вложения денежных средств и других капиталов с целью их увеличения. При всех прочих благоприятных характеристиках проекта он не будет принят к реализации, если не обеспечит:

- возмещение вложенных сумм денежных средств и других капиталов в результате создания нового предприятия;
- получение прибыли, обеспечивающей рентабельность инвестиций не ниже желательного для инвесторов уровня;
- окупаемость инвестиций в пределах срока, приемлемого для инвестора.

Определение возможности достижения вышеназванных экономических результатов при осуществлении реальных инвестиционных вложений и является основной задачей оценки любого конкретного инвестиционного проекта. Указанная задача является достаточно сложным и ответственным этапом при принятии решений, связанных с инвестированием.

### Экономическая эффективность разработки стенда

Внедрение данного приспособления позволит: 1) сократить время для этой операции; 2) обеспечить более совершенный технологический процесс; 3) качественно повысить уровень диагностирования.

Для определения затрат на изготовление необходимо составить смету на изготовление изделия.

Капиталовложения рассчитываются по следующей формуле:

$$K_3 = C_{\text{пр}} + C_{\text{изг}} + H_p, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где  $C_{\text{пр}}$  – затраты на приобретение материалов;

$C_{\text{изг}}$  – затраты на изготовление изделия;

$H_p$  – накладные расходы.



Рис. 3. Стенд для диагностирования ДМРВ

Таблица 1 – Смета на покупные изделия и материалы

Наименование материалов	Ед. измерения	Кол.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Комплекующие:				
Патрубок	шт.	2	50	150
Хомут	шт.	2	15	30
ДМРВ	шт.	1	1500	1500
Вольтметр	шт.	1	600	600
Всего				2280



Составим смету на покупные изделия и материалы и представим ее в виде таблицы 1.

Смета составлена на основе прайсов за 2017 год, цены указаны с учетом НДС.

Для проектирования и последующей сборки стенда потребуются некоторые дополнительные затраты, которые представлены в таблице 2.

Тарифные ставки и нормы времени взяты из материалов технического контроля отдела и бухгалтерии ряда станций технического обслуживания автомобилей г. Челябинска [20].

Капитальные затраты на изготовление стенда составят:

$$K_3 = 2280 + 839,05 + 970 = 4089,05 \text{ руб.}$$

Годовая программа на диагностирование ДМРВ, 130 автомобилей.

Стоимость услуги диагностирования ДМРВ с помощью стенда, 100 руб.

Тарифная ставка слесаря-механика, 250 руб.

Время диагностирования одного датчика, 0,1 ч.

Годовая прибыль услуги:

$$P_r = \Gamma_n \cdot C_y - 0,1 \cdot T_c = 130 \cdot 100 - 0,1 \cdot 250 = 12\,975 \text{ руб.}, \quad (2)$$

где  $\Gamma_n$  – годовая программа, авт;

$C_y$  – стоимость услуги, руб.;

$T_c$  – тарифная ставка, руб.

Срок окупаемости разработанной конструкции:

$$C_{ок} = \frac{K_3}{P_r} = \frac{4089,05}{12975} = 0,32 \text{ года.} \quad (3)$$

Следовательно, стенд для проверки датчиков массового расхода воздуха окупит себя примерно через треть года, что говорит о существенной эффективности применения разработанной конструкции.

## Расчет экономического эффекта от внедрения процесса диагностирования ДМРВ

Проведенные теоретические, лабораторные и эксплуатационные испытания позволили разработать новое средство, методику и технологию диагностирования ДМРВ по разнице их выходных напряжений.

Создание и внедрение прибора для диагностирования ДМРВ позволяет заменить целый ряд средств диагностирования (мотор-тестеры, мультитестеры, осциллографы и др.). Разработана целая серия средств, методов и технологий для диагностирования технического состояния ДМРВ [17, 20, 21, 22].

Достоверная оценка технического состояния ДМРВ разработанным стендом и своевременная замена датчика позволяют избежать простоя автомобиля при эксплуатации, повысить коэффициент технической готовности мобильных машин [17]. В результате проведения эксплуатационных испытаний была разработана технологическая карта процесса диагностирования ДМРВ, представленная в виде таблицы 3.

В результате хронометрирования отдельных операций процесса диагностирования ДМРВ одного автомобиля составляет 26,3 чел.-мин (по условному алгоритму). По безусловному алгоритму время диагностирования определяется оператором-диагностом с учетом его опыта и особенностей технического состояния ДМРВ [17, 21, 22, 23].

Экономическая эффективность разработки была проведена в автосервисе «Автотехснаб», «Интервал» и сервисном центре обслуживания автомобилей ГАЗ – ЮРМА [20, 21].

Экономическая оценка методики и технологии диагностирования для предприятий с любым заданным количеством автомобилей проводилась в соответствии с принятыми методическими рекомендациями и требованиями ГОСТ [20, 21].

Таблица 2 – Смета затрат на изготовление стенда для диагностирования ДМРВ

Наименование работ	Время операции, ч	Тарифная ставка, руб./час	Затраты, руб.
Слесарные	3	35	105
Сборочные	2	35	70
Монтажные	2	35	70
Токарные	6	40	240
Итого			485
Зарплата с учетом начислений ( $\times 1,73$ )			839,05
Накладные расходы (200%)			970
Всего			1809,05



Таблица 3 – Технологическая карта процесса диагностирования ДМРВ

№ п/п	Наименование операции	Профессия исполнителя	Место исполнения	Трудоемкость, ч-мин	Оборудование
1	2	3	4	5	6
1	Установка автомобиля на пост	Слесарь 2 р.	пост	2	
2	Прогреть двигатель до рабочей температуры	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	3	
3	Отсоединить воздушную магистраль	Слесарь 2 р.	Слева от капота автомобиля	5	Ключ на 10
4	Установить стенд в подкапотное пространство	Слесарь 2 р.	Слева от капота автомобиля	2	
5	Прикрепить стенд на место воздушной магистрали	Слесарь 2 р.	Слева от капота автомобиля	2	Ключ на 10
6	Присоединить клеммы питания стенда к аккумуляторной батарее автомобиля	Слесарь 2 р.	Справа от капота автомобиля	0,5	
7	Установить измерительный прибор в салоне автомобиля	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	1	
8	Запустить двигатель автомобиля	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,10	
9	Записать показания прибора	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,10	
10	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 10% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
11	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 20% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
12	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 30% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
13	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 40% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
14	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 50% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
15	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 60% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
16	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 70% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
17	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 80% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
18	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 90% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
19	Педалью газа открыть дроссельную заслонку на 100% и повторить пункт 9	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,25	
20	Заглушить двигатель автомобиля	Слесарь 2 р.	Внутри автомобиля	0,10	
21	Отключить клеммы питания стенда от аккумуляторной батареи прибора	Слесарь 2 р.	Справа от капота автомобиля	0,5	
22	Отсоединить стенд от автомобиля	Слесарь 2 р.	Слева от капота автомобиля	2	Ключ на 10
23	Убрать стенд из подкапотного пространства автомобиля	Слесарь 2 р.	Слева от капота автомобиля	1	
24	Установить воздушную магистраль	Слесарь 2 р.	Диагностический стол	5	Ключ на 10
	Общая трудоемкость			26,3	



Исходные данные для расчета экономического эффекта представлены в таблице 4.

Экономический эффект определялся путем сравнения базового метода диагностирования (существующего) при использовании осциллографа Постоловского [12] и предлагаемого метода по суммарным затратам в процессе диагностирования. Экономический эффект в этом случае равен разности суммарных затрат базового и предлагаемого метода диагностирования:

$$\mathcal{E}_\Phi = \sum Z_B - \sum Z_{\Pi}, \quad (4)$$

где  $\sum Z_B$ ,  $\sum Z_{\Pi}$  – суммарные эксплуатационные затраты по базовому и предлагаемому вариантам, руб.

Суммарные затраты по базовому и предлагаемому варианту составляют сумму следующих затрат:

$$\sum Z_{Б,П} = Z_{СОДД} + Z_{СН} + Z_{ТО} + Z_{Т} + Z_{Э} + Б, \quad (5)$$

где  $Z_{СОДД}$  – издержки, связанные с содержанием используемых средств диагностирования, руб.;

$Z_{СН}$  – затраты на социальные нужды, руб.;

$Z_{ТО}$  – общие издержки на проведение всех видов ТО, руб.;

$Z_{Т}$  – затраты на израсходованное топливо в процессе диагностирования, руб.;

$Z_{Э}$  – затраты электроэнергии, потребляемой средствами диагностирования, руб.;

Б – балансовая стоимость диагностического оборудования, руб.

Затраты на содержание диагностических средств:

$$Z_{СОДД}^{Б,П} = Z_A + Z_P + Z_{ТОРСД} + Z_M + Z_{ЗП}, \quad (6)$$

где  $Z_A$  – издержки, связанные с амортизационными отчислениями, руб.;

$Z_P$  – отчисления на реновацию, руб.;

$Z_{ТОРСД}$  – затраты на ТОР средств диагностирования, руб.;

$Z_M$  – затраты на материалы, используемые в средствах диагностирования (фильтры, топливо, масло и т.д.), руб.;

$Z_{ЗП}$  – затраты на заработную плату оператору-диагносту, руб.

Балансовая стоимость применяемого оборудования равна (в базовом варианте): осциллограф Постоловского – 22 000 рублей. Балансовая стоимость комплекса, используемого для предлагаемого метода, составляет 5000 рублей.

Определим затраты на содержание диагностических средств.

Издержки, связанные с отчислениями на амортизацию:

$$Z_A^{Б,П} = \frac{Б \cdot \Delta K_A}{100}, \quad (7)$$

где Б – балансовая стоимость диагностического оборудования, руб.;

$\Delta K_A$  – норма амортизационных отчислений.

$$Z_A^Б = \frac{22\,000 \cdot 12}{100} = 2640 \text{ руб.}$$

Таблица 4 – Исходные данные для расчета экономических показателей

Показатели и их обозначение	Варианты	
	базовый	предлагаемый
Балансовая стоимость, Б, руб.	22 000	5000
Норма отчислений на амортизацию, $\Delta K_A$ , %	12	12
Норма отчислений на реновацию, $\Delta K_P$ , %	16,2	16,2
Норматив затрат на ТОР оборудования, $N_{ТОРСД}$ , руб./ч	4,6	1,2
Коэффициент группы сложности ремонта оборудования, $K_C$	1	1
Годовая программа обслуживания, $N_C$ , ед.	130	130
Месячная заработная плата оператора, $Z_{П}$ , руб.	20 000	20 000
Норматив отчислений на соц. нужды, $K_{ОТЧ}$ , %	30	30
Стоимость ТО, $C_{ТО}$ , руб.	800	200
Трудоемкость диагностирования автомобиля, $t$ , чел.-ч	1,1	0,44
Тариф на электроэнергию, $C_Э$ , руб./кВт·ч	4,68	4,68
Количество потребляемой энергии, $N_Э$ , кВт·ч	0,40	0,10

$$З_A^П = \frac{5000 \cdot 12}{100} = 600 \text{ руб.}$$

Затраты на реновацию:

$$З_p^{Б,П} = \frac{Б \cdot \Delta K_p}{100}, \quad (8)$$

где  $\Delta K_p$  – норма отчислений на реновацию, %.

$$З_p^Б = \frac{22\,000 \cdot 16,2}{100} = 3564 \text{ руб.}$$

$$З_p^П = \frac{5000 \cdot 16,2}{100} = 810 \text{ руб.}$$

Издержки, связанные с ТОР оборудования:

$$З_{ТОРСД}^{Б,П} = N_{ТОРСД} \cdot K_C \cdot T, \quad (9)$$

где  $N_{ТОРСД}$  – норматив затрат на ТОР оборудования, руб./ч;

$K_C$  – коэффициент группы сложности ремонта оборудования;

$T$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч.

$$З_{ТОРСД}^Б = 4,6 \cdot 1 \cdot 2440 = 11\,224 \text{ руб.}$$

$$З_{ТОРСД}^П = 1,2 \cdot 1 \cdot 2440 = 2928 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату:

$$З_{ЗП}^{Б,П} = З_{П} \cdot 12, \quad (10)$$

где  $З_{П}$  – месячная заработная плата оператора-диагноста, руб.

Заработная плата (годовая) в базовом и предлагаемом вариантах равна:

$$З_{ЗП}^{Б,П} = 20\,000 \cdot 12 = 240\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на социальные нужды:

$$З_{СН}^{Б,П} = \frac{З_{ЗП} \cdot K_{Отч}}{100}, \quad (11)$$

где  $З_{ЗП}$  – годовой фонд оплаты труда оператора-диагноста, руб.;

$K_{Отч}$  – норматив отчислений на социальные нужды, %.

$$З_{СН}^{Б,П} = \frac{24\,000 \cdot 30}{100} = 72\,000 \text{ руб.}$$

Общие издержки на проведение ТО оборудования:

$$З_{ТО}^{Б,П} = N_{ТО} \cdot C_{ТО}, \quad (12)$$

где  $N_{ТО}$  – количество ТО оборудования в год;  
 $C_{ТО}$  – стоимость ТО, руб.

$$З_{ТО}^Б = 2 \cdot 800 = 1600 \text{ руб.} \quad З_{ТО}^П = 2 \cdot 200 = 400 \text{ руб.}$$

Затраты на топливо ложатся на владельца автомобиля и в расчетах не присутствуют.

Затраты на электроэнергию:

$$З_Э^{Б,П} = Ц_Э \cdot H_Э \cdot T, \quad (13)$$

где  $Ц_Э$  – тариф (договорная цена) на электроэнергию, руб./кВт·ч;

$H_Э$  – количество потребляемой электроэнергии, кВт·ч;

$T$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Количество потребляемой энергии осциллографа Постоловского составляет 0,40 кВт·ч.

$$З_Э^{Б,П} = 4,68 \cdot 0,4 \cdot 2440 = 4568 \text{ руб.}$$

Предлагаемый прибор для диагностирования ДМРВ питается от бортовой системы автомобиля, а все остальные элементы диагностического комплекса потребляют энергии 0,10 кВт·ч.

$$З_Э^{Б,П} = 4,68 \cdot 0,1 \cdot 2440 = 1142 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание диагностических средств определяются:

$$З_{СОДД}^Б = 2640 + 3564 + 11\,224 + 6500 + 240\,000 = 263\,928 \text{ руб.}$$

$$З_{СОДД}^П = 600 + 810 + 2928 + 240\,000 = 244\,338 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты по базовому и предлагаемому варианту составляют:

$$\sum З_Б = 263\,928 + 72\,000 + 1600 + 4568 + 22\,000 = 364\,096 \text{ руб.}$$

$$\sum З_П = 244\,338 + 72\,000 + 400 + 1142 + 37\,000 = 322\,880 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от предложенного диагностического комплекса составит:

$$Э_Ф = 364\,096 - 322\,880 = 41\,216 \text{ руб.}$$

Результаты расчета экономических показателей и эффекта от внедрения предлагаемого



метода диагностирования ДМРВ с использованием предлагаемого диагностического комплекса представлены в таблице 5.

Определим экономический эффект на один автомобиль в год при внедрении предлагаемого метода диагностирования ДМРВ. Среднесуточная программа большинства постов СТО по диагностированию автомобилей составляет 6 автомобилей. Из 6 автомобилей 7% обращений возникает по причине некорректной работы ДМРВ [22, 23]. Следовательно, годовая программа определяется выражением:

$$N_{\Gamma} = \frac{D_p \cdot N_C \cdot 7\%}{100}, \quad (14)$$

где  $N_C$  – общее суточное количество обращений автомобилей, шт.;

$D_p$  – количество дней работы СТО в год, дней.

$$N_{\Gamma} = \frac{305 \cdot 6 \cdot 7}{100} = 130 \text{ автомобилей.}$$

Трудоемкость диагностирования осциллографом Постолювского составляет 1,13 чел-час, предлагаемым методом 0,44 чел-час, разница составляет 0,63 чел-час. За счет внедрения предлагаемого метода годовая трудоемкость диагностирования сокращается на 82 чел-час.

Стоимость одного нормо-часа на 2017 год составляет 800 руб./чел-час. Следовательно, экономия при внедрении данного метода за счет снижения трудоемкости составит:

$$\mathcal{E}_M = N_M \cdot T_H, \quad (15)$$

где  $N_M$  – разница годовой трудоемкости между базовым и предлагаемым вариантами, ч-час;

$T_H$  – стоимость нормо-часа, руб.

$$\mathcal{E}_M = 82 \cdot 800 = 65\,600 \text{ руб.}$$

Годовая экономия с учетом эксплуатационных затрат составит на один диагностический пост в год:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = \mathcal{E}_M + \mathcal{E}_{\Phi}, \quad (16)$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = 65\,600 + 48\,908 = 114\,508 \text{ руб.}$$

Экономический эффект при диагностировании на один автомобиль в год составит:

$$\mathcal{E}_{\Phi A} = \frac{\mathcal{E}_{\Gamma}}{N_{\Gamma}}, \quad (17)$$

$$\mathcal{E}_{\Phi A} = \frac{114\,508}{130} = 881 \text{ руб.}$$

Приведенные выше расчеты показали высокую экономическую эффективность разработанного метода диагностирования ДМРВ [22, 23].

Несовершенство методов и средств диагностирования влечет за собой неисправность и даже полный отказ механизмов и систем, требующих значительных ресурсов на их восстановление [17]. Сравнительный анализ конкурентных моделей прибора показал необходимость создания прибора, отвечающего более высоким требованиям эргономичности и точности [22, 23].

Таблица 5 – Результаты расчета экономического эффекта

Составляющие расчета и их обозначения	Варианты	
	базовый	предлагаемый
Затраты на содержание СД, $Z_{\text{СОДД}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	263 928	244 338
Суммарные затраты, $\sum Z_{\text{Б.П}}$ , руб.	364 096	322 880
Социальные нужды, $Z_{\text{СН}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	72 000	72 000
Электроэнергия, $Z_{\text{Э}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	4568	1142
Амортизационные отчисления, $Z_{\text{А}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	2640	600
Реновация, $Z_{\text{Р}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	3564	810
ТОР оборудования, $Z_{\text{ТОРСД}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	11 224	2928
Заработная плата, $Z_{\text{ЗП}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	240 000	240 000
Проведение ТО оборудования, $Z_{\text{ТО}}^{\text{Б.П}}$ , руб.	1600	400
Экономический эффект на содержание диагностического комплекса, $\mathcal{E}_{\Phi}$ , руб.		41 216

Проделанные расчеты показали, что использование прибора для диагностирования ДМРВ позволяет снизить трудоемкость процесса, что, соответственно, снижает затраты на проведение данной операции. Капитальные вложения на внедрение данного прибора составляют 4090 руб. Срок окупаемости капитальных вложений – один из ключевых оценочных инвестиционных факторов – составил 0,32 года. Низкая себестоимость и эргономичность делает применение прибора в работе экономически целесообразным.

### Выводы

Мероприятия, предлагаемые в исследованиях, позволяют повысить эффективность диагностирования ДМРВ. Капитальные вложения на внедрение данного прибора составляют 4090 руб. Срок окупаемости капитальных вложений – один из ключевых оценочных инвестиционных факторов – составил 0,32 года.

### Список литературы

1. Старцев А. В., Вагин Д. В. Применение альтернативных и многокомпонентных топлив в двигателях внутреннего сгорания // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 68. С. 84–87.
2. Старцев А. В., Иванов А. С. Методика экспериментальных исследований работы дизеля на водотопливной эмульсии // Аграрный вестник Урала. 2009. № 11. С. 123–124.
3. Агеев Е. В., Щербаков А. В. Диагностика и инструментальный контроль автотранспортных средств. Курск : Университетская книга, 2017. 146 с.
4. Агеев Е. В., Севостьянов А. Л., Кудрявцев А. Л. Повышение информативности при определении технического состояния автомобилей // Современные автомобильные материалы и технологии : сб. ст. IV Междунар. науч.-тех. конф. Курск, 2012. С. 34–37.
5. Горбань М. В., Павленко Е. А. Методы оценки и способы повышения эксплуатационной надежности датчиков массового расхода воздуха двигателем // Надежность. 2017. Т. 17. № 4. С. 44–48.
6. Агеев Е. В., Севостьянов А. Л., Кудрявцев А. Л. Повышение качества диагностики двигателей автомобилей // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 3 (34). С. 24–27.
7. Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. М. : СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.
8. Tranter A. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей. СПб. : ЗАО «Алфамер Паблишинг», 1998.
9. Агеев Е. В., Алтухов А. Ю., Пикалов С. В. Теоретические и нормативные основы технической эксплуатации автомобилей : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Курск : Университетская книга, 2016. 201 с.
10. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей : учеб. пособие. М. : СОЛОН-Р, 2001. 272 с.
11. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. М. : Горячая линия-Телеком, 2002. 224 с.
12. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф. Режим доступа : [http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program\\_usb\\_oscilloscope.pdf](http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf).
13. Диагностирование системы впуска автомобильных двигателей внутреннего сгорания методами тестового диагностирования / А. М. Плаксин [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–5. С. 1053–1057.
14. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Взаимосвязь конструктивного совершенствования мобильных энергетических средств с методами диагностирования их технического состояния // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–15. С. 3373–3377.
15. Буторин В. А. Обеспечение работоспособности электрооборудования сельскохозяйственных предприятий : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2002. 310 с.
16. Буторин В. А. Эксплуатация и надежность электрооборудования : учеб. пособие. Челябинск : ЧГАУ, 2009. 168 с.
17. Гриценко А. В., Ларин О. Н., Глемба К. В. Диагностирование датчиков массового расхода воздуха легковых автомобилей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Машиностроение. 2013. Т. 13. № 2. С. 113–118.
18. Гриценко А. В., Куков С. С. Определение эффективности использования средств технического диагностирования с учетом частоты отказов систем ДВС // АПК России. 2012. Т. 60. С. 45–48.
19. Гриценко А. В. Концепция развития методов и средств диагностирования автомобилей // Материалы ЛП Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск, 2013. С. 42–49.





20. Гриценко А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2014. 40 с.

21. Тестовые методы диагностирования систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей : монография / А. М. Плаксин [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 210 с.

22. Пат. 2476848 РФ. Способ диагностирования датчиков массового расхода воздуха на автомобиле и устройство для его осуществления / С. С. Куков, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов, А. В. Горбунов. № 2011147026 ; заявл. 18.11.2011 ; опубл. 10.02.2013, Бюл. № 4.

23. Пат. 2474792 РФ. Способ диагностирования датчиков массового расхода воздуха автомобилей и устройство для его осуществления / С. С. Куков, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов,

А. В. Горбунов. № 2011128105 ; заявл. 07.07.2011 ; опубл. 10.02.2013, Бюл. № 4.

24. Буторин В. А., Царев И. Б. Оценка отдельных составляющих затрат, связанных с аварийным резервом запасных частей районов электрических сетей // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 70. С. 14–17.

25. Буторин В. А., Царев И. Б., Буторин Д. В. Расчет ущерба предприятий по обслуживанию сельских распределительных сетей, вызванного дефицитом аварийного резерва запасных элементов // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 12. С. 60–62.

26. Буторин В. А. Экономическая эффективность ускоренной оценки послеремонтной долговечности объектов электрооборудования // Челябинскому государственному агроинженерному университету – 70 лет : тез. докл. на XL науч.-техн. конференции. Челябинск, 2001. С. 220–221.

---

**Гриценко Александр Владимирович**, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ), профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

**Лукомский Константин Иванович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Общетехнических дисциплин», филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации.

E-mail: klukomsky@mail.ru.

**Глемба Константин Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)» (ЮУрГУ), доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: glemba77@mail.ru.

\* \* \*

---

---

# ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

## STORING AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

---

---

УДК 633.88: 582.284.51: 664

### ПЕРЕРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

**Е. В. Вялых, А. А. Вековцев**

В работе представлены материалы по переработке и исследованию функциональных свойств гриба чаги, произрастающего в Томской области. Дана химическая характеристика водных и спиртовых экстрактов, полученных на основе гриба. Среди органических кислот идентифицирована и определена щавелевая кислота, из фенольных кислот обнаружены галловая, протокатехиновая, п-гидроксibenзойная, а также синнамическая кислота. Исследована антиоксидантная активность, антимикробные эффекты, ингибирующие и фунгицидные свойства испытуемых экстрактов, определены антиворумчувствительная активность, цитотоксичность и противоопухолевые эффекты. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о наличии в испытуемых экстрактах способности проявлять антиоксидантную, антимикробную и антиворумчувствительную активность. Показан противоопухолевый эффект без наличия токсичности для неопухолевых клеток печени. Полученные данные могут иметь практическое значение при использовании гриба чаги в качестве лекарственных препаратов и биологически активных добавок с направленными функциональными свойствами.

*Ключевые слова:* гриб чага, переработка, водные и спиртовые экстракты, химический состав, функциональные свойства.

Изучение и использование местных сырьевых ресурсов для производства пищевой продукции, в том числе функционального назначения – одно из приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса и современной нутрициологии. Это связано с опытом традиционной медицины и дальнейшим исследованием природных биологически активных соединений и их комплексов в профилактике и лечении распространенных заболеваний [1, 5, 11, 13].

Одним из таких природных объектов является гриб чага (*Inonotus obliquus* Pilat), представляет собой гиперпластический конк, состо-

ящий из дерева и мицелия, который паразитирует на березе после заражения и инвазивного роста гриба.

В настоящее время накоплен достаточно объемный материал о профилактических и лечебных свойства чаги при различных патологиях [2, 3, 6–10, 12]. Вместе с тем, значительный научный и практический интерес имеет стратегия дальнейшего использования препаратов, в том числе биологически активных добавок (БАД) на основе гриба чаги [4, 14–16].

**Цель исследований** – провести исследования химического состава и функциональных свойств водных и спиртовых экстрактов гриба



в отношении антиоксидантных и антимикробных эффектов, атакворумчувствительной активности.

### Материалы и методы

Получение горячей водной экстракции. Плодовое тело гриба измельчали до мелкого порошка с помощью дробилки. Полученный сухой порошок в количестве 25 г на 0,5 л воды нагревали в течение 2 часов при 80 °С. Экстракт центрифугировали 15 минут при 3000 об/мин и пропускали через фильтровальную бумагу. Фильтрат концентрировали на роторном испарителе Buchi R-210, Flawil, Switzerland при 40 °С до заданной влажности. Этанольную экстракцию получали путем экстрагирования остатка горячей экстракции в 70%-м этаноле при температуре 70 °С в течение 6 часов. Экстракт центрифугировали 15 минут при 3000 об/мин и фильтровали через бумагу № 4 с последующим высушиванием на роторном испарителе при 40 °С.

Использованы следующие методы исследования компонентов экстрактов: органические кислоты, фенольные соединения, оценка антиоксидантного потенциала, антибактериальная и противогрибковая активность, антикварная чувствительность (AQ) активности, цитоток-

сичность экстрактов для линий опухолевых и неопухолевых клеток печени. Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения и критерия Стьюдента.

### Результаты исследований

*Химическая характеристика.* Выход этанольного экстракта составил 1 г, в то время как водный экстракт – 2 г. Щелочная кислота была единственной органической кислотой, обнаруженной в экстрактах. Не наблюдалась бетулиновая кислота по причине ограниченной растворимости этого пентациклического тритерпеноида. Найдены фенольные кислоты – галлические, протокатехические и п-гидроксibenзойные, а также родственное соединение коричной кислоты. Обнаружены протокатехиновая и р-гидроксibenзойная кислоты, а также связанное соединение коричной кислоты (табл. 1).

*Антиоксидантные эффекты.* Антиоксидантная активность представлена в таблице 2.

Что касается анализа Фолин-Циокальте, то более высокие значения означают более высокую восстанавливающую способность. Для других исследований результаты представлены в значениях ЕС 50. Это означает, что более

Таблица 1 – Органические и фенольные кислоты в водном и этанольном экстрактах *Inonotus obliquus*

Испытуемые вещества, мг/г	Водный экстракт	Экстракт EtOH
Органические кислоты:		
Щавелевая кислота	97,59 ± 0,39	24,15 ± 0,12
Фенольные кислоты		
Галловая кислота		
Протокатехиновая кислота	0,13 ± 0,01	0,07 ± 0,01
п-гидроксibenзойная кислота	0,43 ± 0,01	2,77 ± 0,01
Всего фенольные кислоты	0,56 ± 0,01	2,84 ± 0,01
Синнамическая кислота	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01

Таблица 2 – Антиоксидантная активность водных и этанольных экстрактов *Inonotus obliquus*

Показатели		Водный экстракт	Экстракт EtOH
Уменьшение мощности	Фолин-Циокальте (мг GAE/г экстракт)	147,44 ± 0,62	95,70 ± 0,61
	Феррицианид/пруссский синий (ЕС50 мг/мл)	0,30 ± 0,00	0,69 ± 0,00
Радикальная очищающая активность	Профилактическая активность DPPH (ЕС50, мг/мл)	0,48 ± 0,00	3,21 ± 0,23
	β-каротин/линолеат (ЕС 50 мг/мл)	0,55 ± 0,04	0,48 ± 0,03
Ингибирование перекисного окисления липидов	TBARS (ЕС 50 мг/мл)	0,10 ± 0,00	0,19 ± 0,00

Выявленные изменения активности достоверны ( $P < 0,05$ ).

высокие значения соответствуют более низкой восстанавливающей способности или антиоксидантному потенциалу (ЕС 50: концентрация экстракта, соответствующая 50%-й антиоксидантной активности или 0,5 абсорбции для анализа феррицианида/прусского голубого). В качестве стандарта использовали Trolox (значения ЕС 50 составляли 0,04 мг/мл для снижения мощности и способности к удалению DPPH и 0,02 мг/мл для анализа β-каротина/линолеата и TBARS). Установлена достоверность полученных результатов.

*Антимикробные эффекты.* Результаты исследований представлены в таблице 3 ( $P < 0,05$ ). Этанольные экстракты проявили ингибирующее действие при 0,30–3,00 мг/мл, бактерицидный эффект достигнут при 1,50–6,00 мг/мл. Водные экстракты показали ингибирующую активность при 0,40–3,00 мг/мл и бактерицидную при 1,50–6,00 мг/мл, антибактериальная активность находилась на достаточно высоком уровне.

Чувствительными бактериями к экстрактам были *Staphylococcus aureus* и *Bacillus cereus*, тогда как наиболее устойчивыми – *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и *Enterobacter cloacae*. Все тестируемые экстракты проявляют более низкую антибактериальную активность, чем контрольные антибиотики.

Результаты противогрибковой активности были схожими (табл. 4). Все испытуемые экстракты показали значительные противогрибковые эффекты для всех тестируемых грибов ( $P < 0,05$ ). Ингибирующее действие этаноль-

ных экстрактов составляло 0,40–1,50 мг/мл. Фунгицидный эффект достигнут при 0,75–3,00 мг/мл. Водные экстракты исследованных образцов показали ингибирование при 0,20–0,75 мг/мл. Фунгицидная активность этих экстрактов наблюдалась при 0,75–3,00 мг/мл. Наиболее восприимчивым грибом отмечен *Trichoderma viride*, наиболее устойчивыми *Aspergillus niger* и *Aspergillus fumigatus*. Противогрибковый эффект испытуемых экстрактов на окрохлор *Penicillium* и триходерма вирид был выше, чем у кетоконазола.

*Антикворумчувствительная активность экстрактов Inonotus obliquus.* Имеется множество механизмов действий для вмешательства в систему восприятия кворума, таких как ингибирование биосинтеза молекул аутоиндуктора, инактивация или деградация аутоиндуктора, интерференция сигнального рецептора и ингибирование системы генетической регуляции.

В дополнение к QS начало образования биопленки *Pseudomonas aeruginosa* зависит от двух связанных с клеткой структур: жгутик и тип IV pili. Жгутики отвечают за подвижность подвижника, показанные в виде протоков границы колонии, pili типа IV ответственны за подергивающую подвижность. Оба типа подвижности важны на начальных стадиях формирования биопленки. В этой связи проведены исследования по влиянию экстрактов *Inonotus obliquus* на одну или обе подвижности. Испытуемый штамм не показывал кипения, но образовывал биопленку. На плавающих

Таблица 3 – Антибактериальная активность этанола и водных экстрактов *Inonotus obliquus*

Бактерии	Водный экстракт	Экстракт EtOH
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,40 ± 0,02	0,30 ± 0,00
	1,50 ± 0,07	1,50 ± 0,07
	1,10 ± 0,07	0,30 ± 0,02
<i>Bacillus cereus</i>	1,50 ± 0,10	1,50 ± 0,07
	1,50 ± 0,10	2,25 ± 0,08
<i>Micrococcus flavus</i>	3,00 ± 0,30	3,00 ± 0,07
	3,00 ± 0,07	3,00 ± 0,00
<i>Listeria monocytogenes</i>	6,00 ± 0,10	6,00 ± 0,10
	1,10 ± 0,06	0,75 ± 0,007
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3,00 ± 0,10	1,50 ± 0,07
	2,25 ± 0,08	0,75 ± 0,02
<i>Salmonella typhimurium</i>	3,00 ± 0,07	1,50 ± 0,07
	1,50 ± 0,07	2,25 ± 0,08
Кишечная палочка	6,00 ± 0,20	3,00 ± 0,10
	3,00 ± 0,10	3,00 ± 0,20
<i>Enterobacter cloacae</i>	6,00 ± 0,20	6,00 ± 0,30



пластинах подвижный штамм PAO1 использовался как 100 %-й стандарт (контроль) для подвижности. Чашки Петри с тем же штаммом с этанольными и водными экстрактами *Inonotus obliquus* сравнивались с контролем. Обычные колонии *Pseudomonas aeruginosa*, в отсутствие экстрактов, были плоскими с грубым видом, отображающим нерегулярные края колоний и туманную зону, окружающую колонию. Клетки росли в очень тонком слое. Через 2 дня инкубации при температуре окружающей среды колониальное расширение происходило быстро из-за подергивающей подвижности. Контроль *Pseudomonas aeruginosa* получен плавающими зонами  $12,6 \pm 1,0$  мм. Статистически все они имели одинаковый размер колонии. Цвет всех обработанных образцов был разным и регистрировался от белого до светло-коричневого. Микроскопически отмечено, что бактерии, выращенные с экстрактами EIOR и AIOR, уменьшали подергивание и плавание. Эти колонии были неспособны создать зону подергивания и имели почти круглые, гладкие, регулярные края колоний, выступы уменьшались как по размеру, так и по количеству. Диаметр колонии также уменьшался по сравнению с контролем (10,7 мм). EIOR вызывал более плоские выступы, чем AIOR, колония имела другой цвет. Экстракт EIOF влиял на состояние цвета колонии (оранжевый) и диаметр (10,3 мм), выступы были более плоскими. Экстракт AIOF показал незначительно низкий эффект плавания, чем EIOF. Цвет колонии светло-коричневый,

диаметр уменьшен (10,5 мм), выступы также частично уменьшены. Экстракт EIOТ индуцировал светло-желтый цвет колонии, ее диаметр уменьшался до 11,3 мм, выступы были более плоскими. Экстракт AIOТ показал более низкий эффект AQ; цвет колонии бело-желтый, диаметр 11,6 мм, выступы частично уменьшены. Стрептомицин изменил цвет колонии на белый, уменьшил ее диаметр до 5,0 мм и полностью сократил выступы. Ампициллин менял цвет на белый и слегка уменьшал диаметр до 12,0 мм и, вместе с тем, не влиял на образование выступов. Диаметр колонии снижался в низком проценте, выступы уменьшены, но оставались широкими и были объединены EIOТ, в то время как AIOТ уменьшал диаметр в еще более низком проценте. Выступы были слегка уменьшены и шире, чем AIOF, и более узкими, чем при необработанном контроле.

Колонии из бактерий, выращенных с помощью этанольного экстракта *Inonotus obliquus* и водного экстракта (В), были округлены, имели гладкую куполообразную форму и не имели туманной зоны, окружающей колонию. *Pseudomonas aeruginosa* производит плоскую, широко распространенную колонию неправильной формы с регулярными выпячиваниями в отсутствие экстрактов, контроль (G); колония *Pseudomonas aeruginosa* в присутствии стрептомицина без выступов (H) и с ампициллином с почти регулярно сформированными выпячиваниями (I); увеличение: (A–E)×100.

Таблица 4 – Минимальные ингибирующие (MIC) и фунгицидные (MFC) концентрации водных и этанольных экстрактов *Inonotus obliquus* (мг/мл)

Грибы	Водный экстракт	Экстракт EtOH
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,75 ± 0,02	0,75 ± 0,00
	1,50 ± 0,07	1,5 ± 0,00
<i>Aspergillus versicolor</i>	0,40 ± 0,02	0,40 ± 0,00
	0,75 ± 0,00	0,75 ± 0,02
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,20 ± 0,02	0,75 ± 0,00
	0,75 ± 0,02	1,50 ± 0,07
<i>Aspergillus niger</i>	0,75 ± 0,02	1,50 ± 0,07
	3,00 ± 0,10	3,00 ± 0,20
<i>Trichoderma viride</i>	0,40 ± 0,00	0,40 ± 0,02
	0,75 ± 0,02	0,75 ± 0,00
<i>Penicillium funiculosum</i>	0,40 ± 0,01	0,40 ± 0,00
	0,75 ± 0,02	0,75 ± 0,00
<i>Penicillium ochrochloron</i>	0,40 ± 0,02	0,75 ± 0,01
	0,75 ± 0,01	1,50 ± 0,10
<i>Penicillium verrucosum</i>	0,40 ± 0,02	0,75 ± 0,00
	0,75 ± 0,00	1,50 ± 0,10



В таблице 5 представлены результаты изучения подвижной активности экстрактов ( $P < 0,05$ ).

Известно, что формирование биопленки является важной чертой для *Pseudomonas aeruginosa*, как в экологических, так и в клинических условиях регулируется подвижностью. Установлено обратное соотношение между подвижностью роялей и образованием биопленки в когорте из 237 клинических изолятов. В наших исследованиях штамм демонстрирует сходную тенденцию, когда хорошие формователи биопленки являются бедными скрежителями, в то время как плохие формователи могут быть хорошими скоплениями. Выявленное напряжение не проявляло активности и представляет собой естественное разнообразие свойств *Pseudomonas aeruginosa*. Экспери-

мент с образованием роинга и биопленки может быть примером параллельной эволюции и предлагает эволюционный компромисс между подвижностью и образованием биопленки.

Активность против образования пиоцианинов в колбе-анализе использовали для количественной оценки ингибирующей активности кворума этанола и водных экстрактов *Inonotus obliquus*. Влияние экстрактов на продуцирующий пиоцианин *Pseudomonas aeruginosa* (РАО1) тестировалось в концентрации субмикронной кислоты. Этанольные и водные экстракты *Inonotus obliquus* демонстрируют ингибирующую концентрацию активности ингибитора пиоцианина. Анализ на пиоцианин показал, что количество экстрактов субмикроблока составляет менее 102–141 % пиоцианина при сравнении с РАО1 (145,00%). Стрептомицин умень-

Таблица 5 – Подвижная активность водных и этанольных экстрактов *Inonotus obliquus* при МИС 0,5 мг/мл

Агенты	Диаметр колонии	Цвет колонии	Край колонии на микроскопе
Водная	10,7 ± 0,76	Белый коричневый	Уменьшенные жгутики
EtOH	10,7 ± 1,51	Светло-коричневый	Уменьшенные жгутики
Ампициллин	12,00 ± 1,00	белый	Регулярные жгутики
Стрептомицин	5,0 ± 0,03	белый	Нет жгутиков
Контроль. Па·10 <sup>9</sup>	12,6 ± 1,00	зеленый	Регулярные жгутики

Таблица 6 – Активность противоопухолевой клеточной линии *Inonotus obliquus* водного и этанольного экстрактов L

Водный экстракт		Elipticine
MCF-7 (карцинома молочной железы) (GI <sub>50</sub> , мкг/мл)	212,10 ± 10,12	1,21 ± 0,02
NCI-H460 (немелкоклеточный рак легких) (GI <sub>50</sub> , мкг/мл)	91,20 ± 5,35	1,03 ± 0,09
HeLa (цервикальная карцинома) (GI <sub>50</sub> , мкг/мл)	> 400	0,91 ± 0,11
HepG2 (гепатоцеллюлярная карцинома) (GI <sub>50</sub> , мкг/мл)	336,48 ± 27,96	1,10 ± 0,09
Гепатотоксичность PLP2 (GI <sub>50</sub> , мкг/мл)	> 400	2,29 ± 0,18

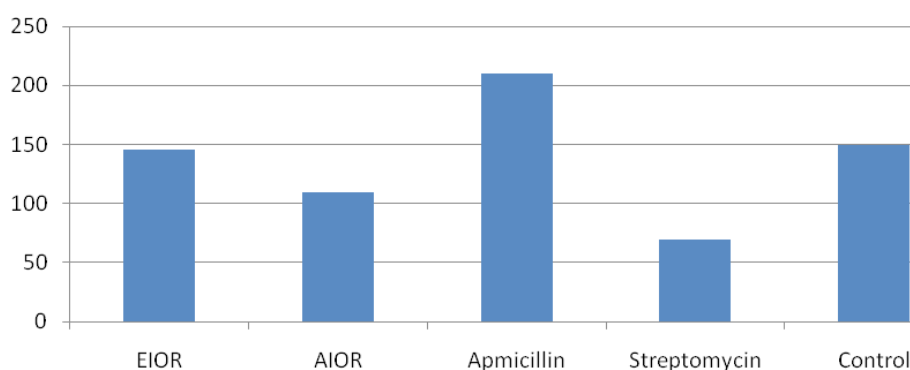


Рис. 1. Влияние этанольных и водных экстрактов на 0,5 МИК *Inonotus obliquus* на продукцию пиоцианина *Pseudomonas aeruginosa* (РАО1). Водный экстракт (AIOR), этанольный экстракт (EIOR)



шает продуцирование пиоцианина до 70%, тогда как ампициллин стимулирует выработку экстрактов в 1,5 раза (215%). Все испытуемые экстракты показали снижение продукции пиоцианина в малом количестве (рис. 1).

Цитотоксичность и противоопухолевые эффекты экстрактов. Результаты, полученные при изучении цитотоксической активности на линиях опухолевых клеток человека, представлены в таблице 6. Самые низкие значения  $GI_{50}$  показаны для обоих экстрактов во всех клеточных линиях, за исключением NCI-H460, которые оказались более чувствительными к экстрактам (80,93–91,20 мкг/мл). Все тестируемые экстракты особенно активны на клетках карциномы молочной железы (MCF-7, 92,65–239,43 мкг/мл), линиях клеток немелкоклеточной клетки немелкоклеточного (NCI-H460, 91,20–267,27 мкг/мл). При указанных концентрациях разные фракции не проявляли токсичности против первичных клеток опухолевой печени (PLP2,  $GI_{50} > 400$  мкг/мл).

Значения  $GI_{50}$  соответствуют концентрации образца, достигающей 50% ингибирования роста в линиях опухолевых клеток человека или в первичной культуре PLP2 печени. Отмеченные различия достоверны ( $P < 0,05$ ).

### Выводы

Результаты исследований показали, что водные и этанольные экстракты *Inonotus obliquus* обладают прозрачной антиоксидантной, антимикробной и антикворумчувствительной активностью, а также противоопухолевыми клеточными линиями без токсичности для неопухолевых клеток печени. Следует отметить, что экстракты получены из *Chaga conks*, гиперпластических структур из березы, которые состоят только из грибкового материала. Необходима дальнейшая очистка экстрактов для того, чтобы сделать определенные выводы о возможной анти-QS-активности чаги. Свойство антикворума для испытуемого материала может играть важную роль в антибактериальной активности и определяет дополнительную стратегию борьбы с бактериальной инфекцией. Ингибирование различных видов бактерий и грибов, обнаружение бактериального кворума и противоопухолевый эффект могут быть новым направлением для использования гриба в качестве лекарственных препаратов, специализированных продуктов, в том числе биологически активных добавок с направленными функциональными свойствами.

### Рекомендации

Полученные материалы могут быть использованы для разработки новых видов специализированных продуктов, в том числе биологически активных добавок с целью профилактики и комплексного лечения распространенных заболеваний.

### Список литературы

1. Австриевских А. Н., Вековцев А. А., Позняковский В. М. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечения качества, эффективность применения. Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. 413 с.
2. Аналитические методики для контроля пищевых продуктов и продовольственного сырья / под ред. А. Б. Белова и С. Н. Быковского. М. : Перо, 2014. 232 с.
3. Виноградова Т. А., Гажев Б. Н. Практическая фитотерапия. М. : ЭКСМО-Пресс ; СПб. : Валери СПД, 2001. 640 с.
4. Вялых Е. В., Челнакова Н. Г. Характеристика гриба чаги и его использование в производстве экстрактов для лечебного и профилактического питания // АПК России. 2017. Т. 24. № 3. С. 699–705.
5. Гурьянов Ю. Г., Позняковский В. М. Инновационные продукты здорового питания на основе местного сырья. Кемерово : Кузбассвузиздат, 2013. 191 с.
6. Кіндякова Т. В. Чага – стародавня рецептура в сучасній косметології // Фітотерапія в Україні. 2001. № 1–2. С. 53–54.
7. Лагерь А. А. Фитотерапия. Красноярск : Изд-во Красноярского университета, 1998. 272 с.
8. Ладынина Е. А., Морозова Р. С. Фитотерапия. Л. : Медицина, 1990. 304 с.
9. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В. А. Тутельяна и К. И. Эллера. М. : Династия, 2010. 160 с.
10. Минаева В. Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск : Наука, 1991. 431 с.
11. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирование нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3 (4). С. 5.
12. Чага и ее лечебное применение при раке IV стадии / под ред. П. К. Булатова, М. П. Березиной, М. А. Якимова. Л. : Медгиз, 1959. 333 с.
13. Черешнев В. А., Позняковский В. М. Проблема продовольственной безопасности: национальные и международные аспекты // Индустрия питания. 2016. № 1 (1). С. 6–14.
14. Kier I. B. Triterpenes of *Poria obliqua* // J. Pharmac. Sci. 1961. № 6. P. 471–474.

15. Kubiak R. The influence of extract of *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. on mitoses in *Allium cepa* // *Acta Biol/ Cracoviens.*, Ser. bot. 1960. № 2. P. 91–104.

16. Varro E., Tyler Lynn R. Bragy, James E. Robbers. *Pharmacognosy*. Philadelphia. 1988. 519 p.

---

**Вялых Елена Викторовна**, магистрант кафедры технологии и организации общественного питания, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: [evyalyh@list.ru](mailto:evyalyh@list.ru).

**Вековцев Андрей Алексеевич**, канд. техн. наук, заместитель генерального директора по производству научно-производственного объединения «АртЛайф».

E-mail: [andrey@artlife.ru](mailto:andrey@artlife.ru).

\* \* \*

## НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОЙ ФОРМУЛЫ И РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА БЫСТРОРАСТВОРИМОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

А. Л. Майтаков, Е. А. Литвина, В. М. Позняковский

Разработана рецептура быстрорастворимого гранулированного напитка на основе местного сырья – черноплодной рябины и молочной сыворотки. В качестве научного обоснования рецептурной формулы представлены материалы исследований химического состава плодов аронии черноплодной до и после ферментации. В созревших плодах содержание сухих веществ составило 19,5%, растворимых, в пересчете на сырое вещество – 16,8%, среди которых наибольший удельный вес занимают сахара – 11,5%. Количество дубильных веществ находится на уровне 0,9%, пектиновых – 1,1%, клетчатки – 1,9%. Показано, что плоды черноплодной рябины содержат минеральных веществ значительно больше, чем в смородине, малине и крыжовнике (в 1,4–2 раза). В плодах, подвергнутых ферментации, уровень клетчатки снизился в 2 раза, пектиновых веществ – в 4, дубильных – в 2,5 раза, при одновременном увеличении сахаров на 8,7%, что является результатом действия пектолитических ферментов. Изучен витаминный и минеральный состав плодов черноплодной рябины до и после ферментативного гидролиза. Основным компонентом исследуемого сырья являются биофлавоноиды, содержание которых составляет 2800–2900 мг/100 г. Проведенные исследования позволили обосновать рецептурный состав быстрорастворимого гранулированного киселя, определены его регламентируемые показатели качества (органолептические и физико-химические, в том числе пищевая ценность). Результаты санитарно-токсикологических испытаний по содержанию токсичных элементов, а также санитарно-гигиенические показатели (микробиологическая обсемененность) позволили установить сроки хранения гранулированных быстрорастворимых киселей – не более 6 месяцев при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности не выше 75%. Образцы разработанной продукции апробированы в условиях производства и изготавливаются на предприятиях НПО «Здоровое питание» (г. Кемерово).

*Ключевые слова:* рецептурная формула, быстрорастворимый напиток, местное сырье, безопасность, пищевая ценность.

Одной из основных задач современной нутрициологии является использование многовекового опыта традиционной медицины в профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваний, в том числе алиментарного происхождения. При этом особое внимание уделяется изучению местного растительного сырья и его синергическому влиянию на коррекцию обменных нарушений [1, 2].

Одним из путей решения рассматриваемой проблемы может быть разработка безалкогольных напитков массового потребления, востребованных среди различных групп населения. Приоритетное направление в производстве этой груп-

пы продуктов связано с развитием технологий быстрорастворимых гранулированных (сухих) напитков, обеспечивающих длительные сроки хранения, транспортировку и стабильность заявленных показателей пищевой ценности [3, 4].

**Цель исследования** – дать научное обоснование рецептурной формулы быстрорастворимых гранулированных киселей на основе растительного сырья и молочной сыворотки с определением регламентируемых показателей качества.

### Материалы и методы

В качестве материалов использовали местное сырье – свежие плоды аронии и продукты

их ферментативного гидролиза, лабораторные и опытные образцы быстрорастворимых сухих напитков. Применяли общеизвестные и специальные методы оценки качества и безопасности разработанной продукции. Достоверность полученных данных определяли с помощью критерия Стьюдента [5, 6].

### Результаты исследований

Приведены результаты исследований физико-химических показателей неферментированных плодов аронии черноплодной и плодов, подвергшихся ферментации.

В зависимости от климатических, почвенных и погодных условий района выращивания в период вегетации состав плодов аронии значительно изменяется. В связи с этим представлялось целесообразным изучить пищевую ценность аронии черноплодной, произрастающей в Кемеровской области.

Исследования химического и витаминного состава свежих плодов аронии и продуктов ее ферментативного гидролиза проводили в сентябре-октябре.

Сравнительный химический состав неферментированных плодов аронии черноплодной

и плодов, подвергшихся ферментации, представлен в таблице 1.

Как показали исследования, в созревших плодах черноплодной рябины содержание сухих веществ составило 19,5%. Плоды рябины в пересчете на сырое вещество содержат 16,75% растворимых веществ. В эту группу входят сахара, азотистые вещества (белок), минеральные вещества, органические кислоты, пектиновые и дубильные вещества. Наибольший удельный вес среди растворимых органических веществ имеют сахара – 11,5%.

Количество дубильных веществ составило 0,9%. Содержание пектиновых веществ в исследуемой партии аронии – 1,1%, клетчатки – 1,9%.

Минеральных или зольных веществ в плодах черноплодной рябины содержится 1,2%, что в 1,4–2 раза больше, чем в распространенных сортах смородины, малины, крыжовника.

Исследования показали, что содержание клетчатки в плодах аронии, подвергшихся ферментации, снизилось в 2 раза, пектиновых веществ – в 4 раза, дубильных – в 2,5 раза. Содержание сахаров увеличилось на 8,7% и составило 12,5%, органических кислот увеличилось в 2 раза.

Таблица 1 – Химический состав плодов аронии черноплодной до и после ферментации

Показатели	Содержание, %	
	до ферментации	после ферментации
Массовая доля сухих веществ	19,5±0,5	19,5±0,5
Массовая доля азотистых веществ	1,6±0,1	1,6±0,1
Массовая доля клетчатки	1,9±0,1	1,0±0,1
Массовая доля пектиновых веществ	1,10±0,05	0,30±0,05
Массовая доля дубильных веществ	0,90±0,03	0,40±0,03
Массовая доля сахаров	11,5±0,5	12,5±0,5
Массовая доля органических кислот (в пересчете на яблочную)	1,3±0,1	2,5±0,1
Массовая доля золы	1,2±0,06	1,2±0,06

Таблица 2 – Минеральный состав плодов рябины черноплодной до ферментативного гидролиза и после

Показатели	Содержание, мг %	
	до ферментации	после ферментации
Кальций	70,50±0,40	70,00±0,40
Фосфор	13,00±0,08	13,00±0,08
Калий	60,00±0,08	58,00±0,08
Натрий	6,10±0,20	5,90±0,20
Магний	0,10±0,05	0,10±0,05
Железо	2,80±0,04	2,50±0,04
Цинк	0,28±0,01	0,20±0,01
Молибден	0,018±0,001	0,018±0,001
Медь	0,20±0,02	0,15±0,02





Это объясняется действием пектолитических ферментов, которые расщепляют пектиновые, дубильные и красящие вещества, а также клетчатку до сахаров и органических кислот.

Содержание азотистых и зольных веществ в ферментированном продукте не изменилось и составило 1,6 и 1,2% соответственно.

Следует отметить, что наиболее ценными компонентами плодово-ягодного сырья являются минеральные вещества и витамины. Результаты исследований минерального и витаминного состава плодов черноплодной рябины до и после ферментативного гидролиза представлены в таблицах 2 и 3.

Как видно из таблицы 3, плоды черноплодной рябины являются, главным образом, источником биофлавоноидов – 2900–2800 мг%, обладающих способностью повышать прочность стенок капилляров, благодаря чему уменьшают их проницаемость. Потребление 200 г плодов аронии ежедневно может удовлетворить суточную потребность организма взрослого человека в витамине Р.

Использование плодов черноплодной рябины в производстве быстрорастворимых гранулированных киселей позволит получить продукт,

богатый витаминами и минеральными веществами, а высокое содержание сахаров, органических кислот, клетчатки, дубильных и пектиновых веществ дополняет их пищевую ценность.

Полученные материалы позволили обогатить рецептурный состав разрабатываемого продукта. Ниже приводится рецептурная формула в виде расхода компонентов в пересчете на сухое вещество, в %: сахарная пудра – 60,0%; крахмал картофельный – 10,5%; шрот аронии – 6,0%; концентрированный сок аронии (57%) – 9,0%; сгущенная сыворотка (60%) – 4,0%; лимонная кислота – 0,5%.

Предложена модель создания гранулированных пористых систем для ее использования в технологии производства продуктов с заданным фазовым составом и строением. Проведена диагностика процессов гранулирования, позволяющая установить, что закон постоянства фазового состава дисперсной системы обеспечивает объективное изображение процесса формирования структуры в тройной системе координат и получения фазового портрета технологии в целом, что согласуется с современными представлениями системного развития техники [7–22].

Таблица 3 – Содержание витаминов в плодах аронии до и после ферментации

Показатели	Содержание, мг %	
	до ферментации	после ферментации
Витамины:		
аскорбиновая к-та (С)	29,8±0,5	20,5±0,5
тиамин (В <sub>1</sub> )	0,04±0,001	0,04±0,001
рибофлавин (В <sub>2</sub> )	0,02±0,001	0,02±0,001
фолацин (В <sub>9</sub> )	0,06±0,001	0,04±0,001
токоферол (Е)	1,40±0,05	1,40±0,05
ниацин (РР)	0,70±0,01	0,70±0,01
филлохинон (К <sub>1</sub> )	0,70±0,02	0,70±0,02
Витаминоподобные соединения:		
β-каротин	1,90±0,01	1,90±0,01
биофлавоноиды	2900±50	2800±50

Таблица 4 – Органолептические показатели быстрорастворимого гранулированного киселя на основе аронии черноплодной с добавлением молочной сыворотки

Наименование показателя	Характеристика	
	гранул	готового киселя
Внешний вид	Компактные, плотные, равномерно окрашенные, округлой формы гранулы размером 1–3 мм	Свойственные киселю, приготовленному по способу, указанному на этикетке
Цвет	Темно-бордовый, от более насыщенного в концентрате до менее насыщенного в готовом киселе	
Вкус и запах	Свойственные черноплодной рябине, посторонние запахи и привкус не допускаются	
Консистенция	Сыпучая однородная масса порошка	Вязкая однородная масса с включениями плодовой мякоти

Разработаны и апробированы регулируемые технологические параметры производства: предварительная обработка плодово-ягодного сырья и ферментирование при 40–45 °С; сушка ягодного шрота – 50–55 °С до остаточной влаги 7–10%; пастеризация и сгущение сока – 50–55 °С до массовой доли сухих веществ 57%; сгущение сыворотки при  $t = 50–55$  °С до массовой доли сухих веществ 60%, пастеризация – 72 °С; сушка гранул при 50–55 °С до остаточной влажности 5%.

Определены регламентируемые показатели качества гранулированного напитка (табл. 4 и 5).

Определены санитарно-токсикологические показатели безопасности разработанного напитка (табл. 6).

Представленные данные свидетельствуют о санитарно-гигиеническом благополучии напитка и позволили установить сроки хранения – не более 6 месяцев при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности не выше 75%.

Опытные образцы киселя апробированы и производятся на предприятиях НПО «Здоровое питание» (г. Кемерово), сертифицированных в рамках требований международных стандартов серии ISO 9000, 22 000, что гарантирует стабильность качественных характеристик и конкурентоспособность.

### Выводы

1. Изучен физико-химический состав и пищевая ценность ферментированных плодов аронии черноплодной и плодов, не подвергавшихся ферментативному гидролизу. Установлена возможность использования их для производства быстрорастворимых гранулированных киселей.

2. Определены регламентируемые показатели качества разработанного напитка, характеризующие его органолептические свойства и пищевую ценность.

3. Показано, что быстрорастворимый гранулированный кисель по микробиологическим

Таблица 5 – Физико-химические показатели быстрорастворимого гранулированного киселя на основе аронии черноплодной с добавлением молочной сыворотки

Наименование показателя	Характеристика
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	97,5
Массовая доля сахарозы, %, не менее	60,0
Массовая доля минеральных веществ, мг/100 г:	
Кальций	70,0±0,40
Фосфор	13,0±0,08
Калий	58,0±0,08
Натрий	5,9±0,20
Железо	2,5±0,04
Массовая доля витамина С, мг/100 г, не менее	20,5±0,5
Массовая доля биофлавоноидов, мг/100 г, не менее	2800±50
Растворимость, с, не более	20

Таблица 6 – Содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в быстрорастворимом гранулированном киселе на основе аронии черноплодной с добавлением молочной сыворотки

Наименование показателя	Результаты исследований	Норма
Свинец, мг/кг, не более	0,25	0,50
Мышьяк, мг/кг, не более	0,35	0,50
Кадмий, мг/кг, не более	не обнаружено	0,10
Ртуть, мг/кг, не более	не обнаружено	0,02
Медь, мг/кг, не более	0,20	10,0
Цинк, мг/кг, не более	0,10	30,0
Пестициды:		
– гексахлорциклогексан	не обнаружено	0,10
– ДДТ и его метаболиты	не обнаружено	0,10



показателям и содержанию токсичных элементов соответствует установленным критериям безопасности.

4. Установлены сроки хранения быстрорастворимого гранулированного киселя на основе аромии черноплодной с добавлением молочной сыворотки: при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха не выше 75% не более 6 месяцев.

### Список литературы

1. Герасименко Н. Ф., Позняковский В. М., Челнакова Н. Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 4 (12). С. 52–57.
2. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3. С. 5–12.
3. Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность / И. Ю. Резниченко, В. М. Позняковский, А. О. Камбаров, А. М. Попов ; под общ. ред. В. М. Позняковского. М. : ИНФРА-М, 2015. 270 с.
4. Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н., Позняковский В. М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / под общ. ред. В. Б. Спиричева. 2-е изд., стер. Новосибирск : Сиб. унив. изд-во 2005. 548 с.
5. Аналитические методики для контроля пищевых продуктов и продовольственного сырья / под ред. А. Б. Белова, С. Н. Быковского. М. : Перо, 2014. 232 с.
6. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В. А. Тутельяна, К. И. Эллера. М. : Династия, 2010. 160 с.
7. Майтаков А. Л. Теоретические основы обеспечения качества функциональных элементов пищевых машин на основе формирования моделей технологических блоков : монография. Кемерово : Кузбассвузиздат, 2010. 139 с.
8. Пат. 2608729 РФ. Способ получения инстант-продуктов на основе концентратов плодово-ягодных соков, содержащих различные функциональные добавки / А. М. Попов [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технолог. институт пищевой промышленности (университет) ; заявл. 16.10.2014 ; опубл. 23.01.2017.
9. Системное развитие техники пищевых технологий / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, О. А. Ураков, С. В. Шахов ; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. М. : Колос С, 2010. 762 с.
10. Теоретические основы пищевых технологий : в 2 книгах / отв. редактор В. А. Панфилов. М. : Колос С, 2009. 1408 с.
11. Jabrikaroui I., Marzouk B. Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (*Citrus aurantium* L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities. *BioMed Research International*. 2013. pp. 1–12. DOI: 10.1155/2013/345415.
12. Jakobek L., Šeruga M., Krivak P. The influence of interactions among phenolic compounds on the antiradical activity of chokeberries (*Aronia melanocarpa*) // *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2011. 62. 345–352.
13. Jurgoński A., Juśkiewicz J., Zduńczyk Z. Ingestion of Black Chokeberry Fruit Extract Leads to Intestinal and Systemic Changes in a Rat Model of Prediabetes and Hyperlipidemia. *Plant. Foods Hum. Nutr.* 2008. 63. 176–182.
14. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM) / S. Keshani [et al.] // *Int. Food Res. J.*, 17:733–742 (2010).
15. Kulling S. E., Rawel H. M. Chokeberry (*Aroniamelanocarpa*) – A Review on the characteristic components and potential health effects. *PlantaMed.* 2008. 74. 1625–1634.
16. Maskan M. Production of pomegranate (*Punicagranatum* L.) juice concentrates by various heating methods: colour degradation and kinetics. *J. FoodEng.*, 72: 218–224 (2006).
17. Physicochemical properties of wpi coated liposomes serving as stable transporters in a real food matrix / M. Frenzel, E. Krolak, A. Steffen-Heins // *Wagner A.E. LWT – Food Science and Technology*. 2015. Т. 63. № 1. С. 527–534.
18. *Food Research International* / T. J. M. Simen [et al.]. 2016. Т. 90. С. 100–110.
19. Spray-dried extract from the Amazonian adaptogenic plant *ampelozizyphus Amazonas's ducke* (*saracura-mirá*): chemical composition and immunomodulatory properties.
20. Vagiri M., Jensen M. Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for colour extraction. *Food Chem.* 2017. 217. 409–417.
21. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aroniamelanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats / S. Valcheva-Kuzmanova [et al.] // *Exp. Toxicol. Pathol.* 2004. Vol. 56. P. 195–201.

22. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption / X. Wu [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. 54(11). 4069–4075.

---

**Майтаков Анатолий Леонидович**, канд. техн. наук, доцент, декан механического факультета, докторант кафедры «Товароведение и управление качеством», Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет).

E-mail: may@kemtipp.ru.

**Литвина Елена Александровна**, аспирант кафедры «Товароведение и управление качеством», Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет).

E-mail: may@kemtipp.ru.

**Позняковский Валерий Михайлович**, Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

E-mail: pvm1947@bk.ru.

\* \* \*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ, ФОРМИРУЮЩИХ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА С ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

**Н. А. Плешкова, А. Н. Австриевских, В. М. Позняковский**

Изучены индикаторные признаки, формирующие характеристику специализированного продукта – биологически активной добавки (БАД) «Хепар формула». Рецептурный состав включает биологически активные ингредиенты: артишок корень, волчец (кудрявый), холина битартрат, инозитол, лецитин, экстракт солянки холмовой, *l*-метионин, куркума, силимарин – расторопши экстракт (флаволигнаны, силибин, изо-силибинин). Дана характеристика указанных компонентов, синергические свойства которых формируют функциональную направленность специализированного продукта с гепатопротекторными свойствами. Исследованы органолептические (внешний вид, цвет оболочки таблетки, цвет таблетки под оболочкой, вкус и запах), физико-химические (средняя масса таблеток), санитарно-гигиенические (КМАФанМ, дрожжи и плесени, Е СоLi, патогенные в т.ч. сальмонеллы, БГКП, колиформы) и санитарно-токсикологические показатели (токсичные элементы – свинец, кадмий, ртуть, мышьяк; пестициды – ГХЦГ, сумма изомеров; ДДТ и его метаболиты, гептахлор, алдрин) в качестве индикаторных признаков в процессе производства и хранения (40 месяцев, при температуре не выше 25 °С). Установлены регламентируемые показатели качества и критерии безопасности. Функциональные свойства продукта определяются уровнем содержания передоскитина, флаволигнанов, силибина и изосилибина. Отмечено санитарно-гигиеническое благополучие продукта на основании изучения микробиологических показателей, токсических элементов и пестицидов. Проведены клинические испытания БАД в качестве доказательства эффективности и функциональной направленности. Сделаны выводы и рекомендации о применении специализированного продукта в базисной терапии хронических видов гепатита. Установлен срок годности – не более 3 лет со дня изготовления при указанных условиях. Рецепттура и технология апробированы в условиях производства на предприятиях компании «АртЛайф», (г. Томск).

*Ключевые слова:* биологически активная добавка, рецепттура, показатели качества, гепатопротекторные свойства, эффективность.

Специализированные продукты в форме БАД находят все более широкое применение в профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваний, обладая «мягким», пролонгированным и, вместе с тем, эффективным действием на коррекцию обменных нарушений, не проявляя, в отличие от фармацевтических препаратов, побочных эффектов [1–5]. Одной из таких патологий являются острые и хронические заболевания печени, которые требуют мер профилактики и комплексного лечения, в том числе с использованием фактора питания [6–10].

**Цель исследования** – разработать специализированный продукт с гепатопротекторными свойствами и исследовать его основополагающие характеристики.

### **Материалы и методы**

В качестве материалов использовано исходное сырье, лабораторные и опытные образцы разрабатываемого продукта. Применяли общедоступные и специальные методы испытаний качества, безопасности и функциональной направленности. Полученные данные обрабатывались статистически при помощи



программного обеспечения и критерия Стюдента.

### Результаты исследования

Разработан рецептурный состав БАД «Хепар формула», представляющий комплекс растительных экстрактов и фосфолипидов, которые поддерживают восстановительные процессы в клетках печени, ускоряя регенерацию и способность к осуществлению возложенных на нее функций. Гепатопротекторная роль БАД обусловлена синергическими свойствами отдельных рецептурных компонентов, представленных в таблице 1.

Ниже приводятся характеристики отдельных компонентов рецептуры, определяющие функциональную направленность специализированного продукта.

**Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин).** Биологически активной коферментной формой пиридоксина являются его фосфорилированные производные – пиридоксальфосфат, который служит ферментом в реакциях белкового обмена. Витамин В<sub>6</sub> является частью ферментативной системы, отвечающей за синтез веществ, составляющих гем, способствует активации иммунитета и продукции антител.

**Экстракт расторопши пятнистой (силимарин 80%).** Силимарин – флавоноид с направленными антиоксидантными свойствами. Обладает выраженным гепатопротекторным действием, защищает клетки печени от повреждающего действия свободных радикалов и стимулирует образование новых клеток за счет ускорения синтеза белка.

**Куркума.** Содержит ароматное эфирное масло, в состав которого входят цингиберен, борнеол, другие терпеноиды. Компоненты, полученные из корня растения, в значительной степени улучшают процессы жизнедеятельности клеток печени, стимулируют выработку желчи, обладают выраженными противовоспалительными свойствами. Кроме этого, куркума – натуральный антибиотик, улучшающий пищеварение, способствующий нормализации кишечной микрофлоры.

**Холин.** Участвует в основных обменных процессах, прежде всего в метаболизме жиров. Способствует образованию в печени фосфолипидов и удалению из нее жиров. Холин обеспечивает функционирование почек и надпочечников.

**Инозитол.** Помогает поддерживать в здоровом состоянии печень, способствует снижению уровня холестерина в крови, предотвращает хрупкость стенок кровеносных сосудов. Обладает седативными свойствами, оказывая нормализующее влияние на состояние нервной системы и нервно-трофическую деятельность.

**Лецитин.** Представляет собой смесь фосфолипидов и полинасыщенных жирных кислот. Оказывает положительный эффект в качестве средства, снижающего уровень холестерина в крови. Его свойства направлены на улучшение функции печени в качестве гепатопротектора, препятствуют образованию желчных камней, улучшают функциональное состояние печени при циррозе, токсических и радиационных поражениях, обеспечивают усвоение жирорастворимых витаминов.

Таблица 1 – Рецептурный состав БАД «Хепар формула» (таблетка массой 500 мг)

№	Наименование компонентов	Содержание		% от АУП в 3 таблетках
		мг/1 таблетку	мг/3 таблетки	
1	<b>Артишок (корень)</b>	<b>54</b>	<b>162</b>	
2	<b>Волчец кудрявый</b>	<b>54</b>	<b>162</b>	
3	<b>Холина битартрат</b> Холин	<b>50</b> 20,5	<b>150</b> 61,5	
4	<b>Инозитол</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	
5	<b>Лецитин</b>	<b>40</b>	<b>120</b>	
6	<b>Экстракт солянки холмовой</b>	<b>27</b>	<b>81</b>	
7	<b>L-метионин</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	
8	<b>Куркума</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	
9	<b>Силимарин (расторопши экстракт)</b> Флаволигнаны, не менее Силибин и изосилибинин, не менее	<b>6,25</b> 5 1,5	<b>18,75</b> 15 4,5	50
12	<b>Витамин В<sub>6</sub></b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>	90

АУП – Адекватный уровень потребления согласно нормам ЕврАзеС.



*Артишок (корень).* Естественный источник полисахарида инсулина – полисахарида на основе фруктозы, который легко гидролизуется в желудке до фруктозы и фруктоолигосахаридов. Последние служат в кишечнике питательной средой для размножения бифидумбактерий, что в значительной степени повышает уровень их приживаемости и функционирования. Инулин, как легко усвояемый источник биологической энергии, благоприятно влияет на углеводный обмен, полезен больным сахарным диабетом и ожирением, способен уменьшать чрезмерный аппетит.

*Волчец кудрявый.* Богат танинами, содержит сесквитерпеновый лактон кнущин, который оказывает бактерицидное, противовирусное, противовоспалительное действия. Целебный эффект обусловлен преимущественно горечами, которые возбуждают секрецию желудочного сока, улучшают аппетит, устраняют нарушения пищеварения, усиливают образование желчи и облегчают ее отток.

*Экстракт солянки холмовой.* В состав входит свыше 14 микро- и макроэлементов – калий, фосфор, кальций, кремний, магний, медь, цинк и др., набор аминокислот – глицин, бетаин и др., флавоноиды и гликозиды, стерины, сапонины, комплекс полиненасыщенных жирных кислот, среди которых важное место занимает гамма-линолевая кислота, которая служит энергетическим субстратом в процессе внутриклеточного дыхания и восстановления поврежденных клеточных мембран, набор полисахаридов – Д-фруктозы (инулин) и Д-монозы (мананы), обладающие инсулиноподобным действием. Экстракт травы солянки холмовой эффективен при острых хронических гепатитах А и В, циррозе печени, лекарственных и алкогольных интоксикациях, абстинентном синдроме, нарушениях холестеринового и липидного обменов, снижении защитных сил организма, атеросклерозе.

*L-метионин.* Незаменимая аминокислота, которая является донором метильных групп в процессах трансметилирования, выполняя функцию кофермента. Поэтому метионин важен в синтезе холина и лецитина, способствует нормализации обмена липидов и фосфатидов, препятствует жировой дегенерации, уменьшая отложение в печени нейтрального жира, профилаксирует другие повреждения печени, проявляет антиатеросклеротическое действие. Обладает способностью обезвреживать некоторые токсичные вещества путем метилирования, оказывая антиоксидантное, детоксицирующее действие.

В качестве индикаторных признаков изучены органолептические, физико-химические, санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические показатели в процессе производства и хранения. Продукт хранили в упакованном таблетированном виде на протяжении 40 месяцев при температуре не выше 25 °С. Результаты проведенных исследований позволили установить регламентируемые показатели качества (табл. 2) и критерии безопасности, согласно требованиям ТР ТС 021/2011 (табл. 3, 4).

Представленные в таблицах данные свидетельствуют о санитарно-гигиеническом благополучии продукта.

Получены доказательства эффективности и функциональной направленности БАД путем его включения в рацион детей с хроническими вирусными гепатитами В и С, в интеграционной фазе инфекционного процесса, при одновременном назначении базисной терапии. Показано, что применение диетотерапии способствует благоприятному клиническому течению хронического гепатита, сокращает сроки редукции активности воспалительного процесса за счет гепатопротекторного и противовоспалительного действия, оказывает положительное влияние

Таблица 2 – Регламентируемые показатели качества БАД «Хепар формула»

Наименование показателя (характеристики)	Содержание характеристики
Внешний вид	Таблетки овальной формы, покрытые оболочкой
Цвет оболочки таблетки	Желтый
Цвет таблетки под оболочкой	Насыщенно-желтый, допустимы вкрапления
Вкус и запах	Специфический
Средняя масса таблеток, г	0,5 (от 0,45 до 0,55)
Содержание витамина В <sub>6</sub> , мг, в одной таблетке	0,6 (от 0,48 до 0,72)
Содержание флаволигнанов, в 1 таблетке, мг, не менее	5,0
Содержание силибина и изосилибина, в 1 таблетке, мг, не менее	1,5

Таблица 3 – Санитарно-гигиенические показатели безопасности БАД «Хепар формула»

Наименование показателя	Значение показателя		
	испытуемый	норма	
КМАФанМ, КОЕ/г, не более	100	5·10 <sup>4</sup>	
Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более	15	100	
Масса продукта (г), в которой не допускаются:	Е CoLi	Не обнаружены	1,0
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены	10,0
	БГКП (колиформы)	Не обнаружены	0,1

Таблица 4 – Санитарно-токсикологические показатели безопасности БАД «Хепар формула»

Наименование показателя	Допустимый уровень его содержания, мг/кг, не более		
	испытуемый	норма	
Токсичные элементы	Свинец	0,49	5,0
	Кадмий	0,08	1,0
	Ртуть	Менее 0,03	1,0
	Мышьяк	Менее 0,09	3,0
Пестициды	ГХЦГ (сумма изомеров)	Менее 0,007	0,1
	ДДТ и его метаболиты	Менее 0,005	0,1
	Гептахлор	Не обнаружены	Не допускается (< 0,002)
	Алдрин	Не обнаружены	Не допускается (< 0,002)

на выраженность гепатомегалии. Побочных эффектов не выявлено.

Установлен срок годности – 3 года со дня изготовления при хранении продукта в упаковке в сухом, защищенном от света месте, при температуре не выше 25 °С.

Продукт апробирован и производится на предприятиях компании «АртЛайф», сертифицированных в рамках требований международных стандартов серии ISO 9001, 22000 и правил GMP, что обеспечивает стабильность качества производимой продукции и ее конкурентоспособность.

### Выводы

1. Разработана рецептура новой таблетированной формы специализированного продукта – БАД «Хепар формула» с направленными гепатопротекторными свойствами.

2. Определены регламентируемые показатели пищевой ценности, определяющие функциональную направленность разработанного продукта.

3. Результаты клинических испытаний БАД показали способность повышать адаптационные способности возможностей детей с хроническими вирусными гепатитами, без проявления побочных эффектов.

### Рекомендации

С учетом полученной доказательной базы эффективности и функциональной направленности специализированный продукт БАД «Хепар формула» может быть рекомендован для использования в базисной терапии хронических гепатитов.

ности специализированный продукт БАД «Хепар формула» может быть рекомендован для использования в базисной терапии хронических гепатитов.

### Список литературы

1. Герасименко Н. Ф., Позняковский В. М., Челнакова Н. Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 4 (12). С. 52–57.
2. Черешнев В. А., Позняковский В. М. Проблема продовольственной безопасности: национальные и международные аспекты // Индустрия питания. 2016. № 1 (1). С. 6–14.
3. Позняковский В. М., Чугунова О. В., Тамова М. Ю. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки. М. : ИНФРА-М, 2017. 143 с.
4. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3. С. 5–12.
5. Рецептурная формула биологически активного комплекса «Олеопрен Геппа» для коррекции обменных нарушений при заболеваниях печени / М. М. Шамова [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1247–1253.
6. Здоровье России : атлас / под ред. Л. А. Бокерия. 8-е изд. М. : НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2012. 408 с.
7. The spifeg locus in streptococcus infantarius subsp. infantarius baa-102 confers protection



against nisin u / I. A. Draper [et al.] // Antimicrobial agents and chemotherapy. 2012. Т. 56. № 1. pp. 573–578.

8. Enantioselective biocatalytic hydrolysis of  $\beta$ -aminonitriles to  $\beta$ -amino-amides using rhodococcus rhodochrous atcc baa-870 / V. Chhiba [et al.] // Journal of molecular catalysis b: enzymatic. 2012. Т. 76. pp. 68–74.

9. Shojaee H., Ebrahim-Habibi A., Sabbaghian M. Acarbose and the thermal aggregation of ba-

cillus amyloliquefaciens alpha-amylase (baa): protective effect of an inhibitor // Journal of chemical technology and biotechnonology. 2016. Т. 91. № 5. pp. 1397–1402.

10. Role of the salt bridge between arg176 and glu126 in the thermal stability of the bacillus amyloliquefaciens  $\alpha$ -amylase (baa) / R. Zonouzi, M. Khajeh, M. Monajjemi, N. Ghaemi // Journal of microbiology and biotechnology. 2013. Т. 23. № 1. pp. 7–14.

---

**Плешкова Наталья Анатольевна**, канд. техн. наук, доцент, докторант кафедры товароведения и управления качеством, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет).

E-mail: pvm1947@bk.ru.

**Австриевских Александр Николаевич**, д-р техн. наук, профессор, генеральный директор НПО «АртЛайф».

E-mail: masha@artlife.ru.

**Позняковский Валерий Михайлович**, Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

E-mail: pvm1947@bk.ru.

\* \* \*

УДК 637.521.2: 636.2

## **ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЛЕНИНЫ, ГОВЯДИНЫ И СОЗДАНИЕ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**В. А. Углов, В. Г. Шелепов, Е. В. Бородай, С. В. Станкевич, В. Б. Мазалевский**

Ограниченность мясных ресурсов в РФ стимулирует изучение и вовлечение в производство источников нетрадиционного мясного сырья. Оленина вносит весомый вклад в данной области. Однако ее качественные характеристики исследованы не в полной мере. Целью работы является изучение функционально-технологических, биохимических, физико-химических и гистологических показателей оленины и говядины. Во введении обоснована актуальность выполненных исследований в производстве полноценных мясопродуктов из оленины, обладающих функциональными свойствами. В работе использовались стандартные и специальные методы исследования, позволившие определить комплекс необходимых показателей. Приведены результаты исследований по влагосвязывающей способности оленины – 54,59%, говядины – 60,01% и влагоудерживающей способности оленины – 68,44%, говядины – 72,30%. Установлено преимущество оленины в сравнении с говядиной по величине аминокислотного индекса (у оленины – 1,50, у говядины – 1,35), по белково-качественному показателю (6,59 – у оленины и 5,11–5,81 – у говядины). По данным, полученным при гистологическом исследовании, показано, что оленина отличается от говядины более тонковолокнистой структурой. В статье приведены результаты анализа патентной информации по функциональным продуктам из оленины.

*Ключевые слова:* влагосвязывающая, влагоудерживающая способность, аминокислотный индекс, функциональные продукты.

Для жителей Крайнего Севера оленина представляет собой практически единственный источник мяса. Уникальность оленины неоспорима. По своим биохимическим показателям она может быть отнесена к диетическим продуктам [1, 2]. Не случайно оленина востребована в странах Западной Европы как полноценный экологически безопасный продукт. Известно преимущество оленины по целому ряду показателей перед свиной или говядиной. Она отличается высоким содержанием полноценного белка в количестве 19–21%, наличием витаминов группы В, А, РР [3]. Особенно привлекательно насыщение оленины витамином С,

дефицит которого особенно остро ощущается на Севере.

Знание функционально-технологических и физико-химических показателей мяса неоспоримо при решении технологических задач по производству готовых мясопродуктов, в частности из оленины. Например, влагосвязывающая и влагоудерживающая способность мяса решающим образом влияет на сочность и нежность готовых мясопродуктов. Величина рН свидетельствует о стадии созревания мяса.

Функционально-технологические свойства – комплекс показателей, характеризующих влагосвязывающую (ВСС), влагоудержи-





вающую (ВУС) способности мясного фарша, а также его структурно-механические свойства (липкость, вязкость, пластичность). Указанные показатели имеют важное значение при определении возможности использования мяса для производства различных пищевых продуктов. Знание и направленное использование влагоудерживающей и влагосвязывающей способности мяса позволяют прогнозировать и регулировать выход, величину потерь влаги при термообработке и органолептические характеристики продукта. Например, ВУС оказывает сильное влияние на степень денатурации белка и в итоге на выход готовой продукции.

**Цель исследований** – изучить влагосвязывающую и влагоудерживающую способности оленины, ее микроструктурные особенности, определить возможность использования мяса оленины для производства продуктов функционального назначения на основе анализа патентной информации.

#### Материалы и методы исследований

Исследования выполнены на образцах фарша, полученного из отобранных заднегрудных отрубов молодняка оленины и говядины. Влажность образцов оценивали по ГОСТ 33319-2015. Аминокислотный состав определяли с помощью Милихром А-02. Микроструктурные показатели оленины и говядины получены с помощью микроскопа для лабораторных исследований «Stereo discovery V8». Снимки выполнены с использованием компьютерной видеосистемы с помощью объективов фирмы «Цейс» с увеличением в 192 раза. Величину рН оценивали на иономере «Нитрон».

ВСС определяли методом прессования на образцах фарша, полученного при измельчении мяса на мясорубке «BRAUN» с диаметром ре-

шетки 2–3 мм. Величину ВСС определяли по формулам [4]:

$$x_1 = (M - 8,4S) \cdot 100 / m_0, \quad (1)$$

где  $x_1$  – массовая доля связанной влаги в мясном фарше, % к массе мяса;

$M$  – общая масса влаги в навеске, мг;

$S$  – площадь влажного пятна, мг;

$m_0$  – масса навески мяса, мг.

ВУС оценивали с помощью молочных жироскопов по величине выделенной влаги (после прогрева навески мяса массой 4–6 г на водяной бане при температуре кипения в течение 15 мин). Расчет ВУС выполняли по формулам [4].

Влагоудерживающая способность мяса (%):

$$\text{ВУС} = B - \text{ВВСС}, \quad (2)$$

влаговыделяющая способность мяса (%):

$$\text{ВВСС} = anm^{-1} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $B$  – общая массовая доля влаги в навеске, %;

$a$  – цена деления жиромера,  $a = 0,01 \text{ см}^3$ ;

$n$  – число делений на шкале жиромера;

$m$  – масса навески, г.

Размер внешнего влажного пятна оценивали с помощью программы оценки площади плоских фигур Arealmag. Опыты выполнены в трехкратной повторности и обработаны математически с помощью программы Microsoft Excel.

#### Результаты исследований

На первом этапе работы были исследованы функционально-технологические характеристики оленины и говядины. Полученные результаты анализов представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Определение влагосвязывающей способности оленины и говядины

Масса навески, мг	Площадь внешнего пятна, см <sup>2</sup>	Влажность в навеске, мг	8,4·S*	ВСС, %
Оленина				
336	5,471	231	45,95	55,07
314	5,594	216	47,0	53,82
325	5,318	223	44,67	54,87
Говядина				
336	5,453	245	45,8	59,3
325	5,289	237	44,43	59,25
323	4,448	236	37,38	61,5

Из результатов таблиц следует, что влаго-связывающая способность оленины (54,59%) ниже на 5,4% говядины (60,01%). Разница при  $P < 0,01$  достоверна. Влажность мяса оленины в зависимости от породы и половозрастных показателей по данным различных авторов составила 66,88–72,44%. По нашим результатам она составила 68,73%, что согласуется с данными др. авторов (В. Г. Шелепов, В. Г. Луницин, М. П. Неустров, А. Д. Мухачев). Данные по влагоудерживающей способности говядины и оленины представлены в таблице 3.

Из полученных результатов следует, что влагоудерживающая способность оленины ниже говядины на 3,85%, что согласуется с более низкими показателями ВСС оленины (табл. 1).

Функционально-технологические характеристики оленины и говядины дополнены их аминокислотным составом (табл. 4).

Анализ результатов таблицы свидетельствует о преобладании в оленине незаменимых аминокислот. Оценку качества мяса определяли по величине аминокислотного индекса.

Расчет аминокислотного индекса выполнен по формулам:

$$AK_{\text{инд оленины}} = \frac{\sum \text{незаменАК}}{\sum \text{заменАК}} = \frac{22,89}{14,99} = 1,58; \quad (4)$$

$$AK_{\text{инд говядины}} = \frac{\sum \text{незаменАК}}{\sum \text{заменАК}} = \frac{20,88}{15,43} = 1,35. \quad (5)$$

Полученные результаты показывают, что у оленины величина аминокислотного индекса превышает подобный показатель у говядины на 0,23%, что еще раз подчеркивает ее более высокую биологическую ценность в сравнении с другими видами убойных животных.

Таблица 2 – Итоговая таблица расчета влагосвязывающей способности оленины и говядины (% к массе навески)

Говядина	Оленина
ВСС, %	ВСС, %
59,3	55,07
59,25	53,82
61,5	54,87
$M \pm m$ 60,01±0,99	$M \pm m$ 54,59±0,51
Влажность 73,046%	Влажность 68,734%

Таблица 3 – Влагоудерживающая способность говядины и оленины

Говядина, влажность 73,04%				Оленина, влажность 68,73%			
Масса навески, г	Число делений жиromeра	ВВС, %	ВУС, %	Масса навески, г	Число делений жиromeра	ВВС, %	ВУС, %
5,97	5,20	0,87	72,17	6,01	1,40	0,23	68,50
5,97	3,20	0,54	72,50	5,74	1,90	0,33	68,40
5,75	4,80	0,83	72,21	5,86	1,90	0,32	68,41
$M \pm m$			72,29±0,18	$M \pm m$			68,44±0,06

Таблица 4 – Аминокислотный состав оленины и говядины

Оленина				Говядина			
Незаменимые аминокислоты	Кол-во, мг %	Заменимые аминокислоты	Кол-во, мг %	Незаменимые аминокислоты	Кол-во, %	Заменимые аминокислоты	Кол-во, мг %
Лизин	4,51	Аргинин	2,99	Лизин	4,86	Аргинин	3,74
Тирозин	1,8	Пролин	1,88	Тирозин	1,75	Пролин	1,87
Фенилаланин	2,09	Треонин	2,39	Фенилаланин	1,97	Треонин	2,41
Гистидин	1,51	Серин	1,97	Гистидин	1,82	Серин	1,93
Лейцин +изолейцин	6,23	Аланин	3,12	Лейцин +изолейцин	6,71	Аланин	3,25
Метионин	4,33	Глицин	2,14	Метионин	1,29	Глицин	2,23
Валин	2,42			Валин	2,48		
ИТОГО	22,89		14,99	ИТОГО	20,88		15,43



Белковый качественный показатель (БКП) наряду с аминокислотным составом мяса также характеризует его биологическую ценность. По данным различных авторов, для оленины он составляет 6,59, для говядины зависимость от пола и возраста он колеблется – 5,11–5,81. Приведенные результаты еще раз подчеркивают преимущество оленины по биохимическим показателям в сравнении с мясом, полученным от крупного рогатого скота и свиней.

Физико-химические данные по оленине были дополнены показателями величины pH. В оленине она составила 5,63, в говядине – 6,48, что может быть объяснимо более высокой концентрацией молочной кислоты в мясе оленя, в связи с их более высокой физической подвижностью в сравнении с крупным рогатым скотом.

Характеристика мяса северных оленей была бы неполной без учета данных о жирнокислотном составе жировой ткани этих животных, который по своей значимости не уступает аминокислотному составу.

По результатам исследований, выполненных под руководством В.Г. Шелепова, установлено, что в оленине содержится около 5,0–10,0% жира, при этом в сравнении с говядиной основная доля его (66–70%) приходится на подкожный жир, что естественно связано с экстремальными условиями среды обитания оленей. Жир северных оленей отличается от жира других убойных животных высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой (21,7, 7,95 3,8 г/100 г липидов соответственно). Соотношение омега-6/омега-3 жирных кислот в оленине является оптимальным для питания человека и составляет 3:1 [5].

Для исследований физико-химических и гистологических показателей использованы образцы заднетазовой части говядины и оленины (рис. 1).

Известно, что потребительские свойства мяса во многом определяются гистологическим строением мышечной ткани животных. Микроструктурные исследования позволяют судить как о структуре сырья, так и его изменениях при различных технологических операциях (например, посоле). Они также дают возможность объективно делить мясо по сортам и отрубам, что необходимо при разработке технической документации, например, ГОСТов по разделке туш на отруба по соотношению полноценных и неполноценных частей мяса.

Имеющиеся в литературе данные о микроструктурных особенностях оленины довольно ограничены, в связи с чем нами были определены микроструктурные показатели оленины в сравнении с говядиной. На полученных снимках заметна разница в толщине мышечных волокон образцов мяса. На рисунках 2, 3 представлены продольные срезы мышц заднетазовых отрубов оленины и говядины.

Основная часть мышечных волокон вытянута и имеет линейную форму. Границы между отдельными мышечными волокнами хорошо просматриваются, но эндомизий виден неотчетливо. Диаметр мускульного волокна оленины 31,54 мкм, говядины – 99,74 мкм. Очевидно, тонковолокнистость оленины и обеспечивает ему известную нежность.

В настоящее время научно обосновано, что одним из решающих факторов сохранения здоровья населения является обогащение продуктов питания функциональными ингредиентами. С их помощью можно регулировать поступление в организм человека необходимых макро- и микронутриентов. Расширение рынка функциональных пищевых продуктов является одной из задач Концепции государственной политики РФ в области здорового питания.

Функциональные продукты питания сохраняют и стимулируют естественные механизмы

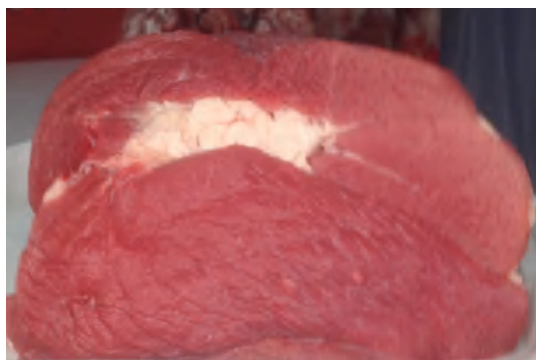


Рис. 1. Разруб заднетазовой части говядины и оленины

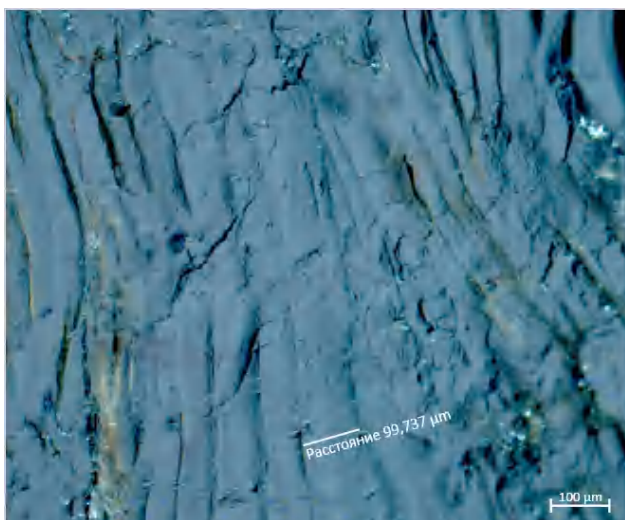


Рис. 2. Продольный разрез мяса говядины

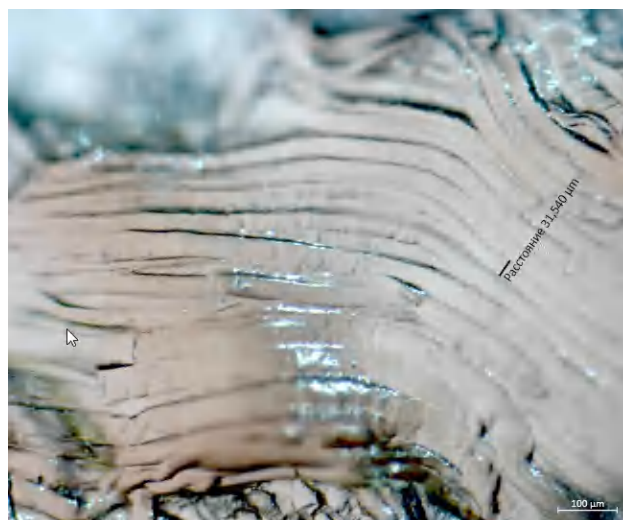


Рис. 3. Продольный разрез мяса оленины

защиты организма человека от воздействия различных неблагоприятных факторов. Важное значение в этой связи приобретает изыскание новых нетрадиционных видов мясного и растительного сырья с целью их использования в качестве функциональных компонентов.

Функциональные продукты – это новая товарная категория, их продвижение на потребительский рынок будет способствовать улучшению качества питания населения РФ, содействовать развитию пищевой и перерабатывающей промышленности страны и возможности выхода на международный рынок функциональных продуктов питания [6].

Уникальные биологические и диетические свойства оленины неоспоримы и подтверждены целым рядом отечественных и зарубежных исследований. Вместе с тем, обогащение оленины биологически активными растительными добавками позволит придать готовым продуктам функциональную направленность.

В этой связи представляется интересным и целесообразным проанализировать патентную активность стран в этой области. Проведенный анализ патентной информации в области производства продуктов из оленины показывает повышение интереса исследователей и производителей к производству продуктов, обладающих функционально-профилактическими свойствами.

Установлено, что страны Юго-Восточной Азии являются несомненными лидерами в этой области. Об этом свидетельствуют некоторые патенты, представленные ниже.

Например, в патенте CN 104223173 (A) Stuffed food with bitter gourd and venison and manufacturing method of stuffed food (Фарширо-

ванные продукты с горькой тыквой, олениной и способ производства фаршированных продуктов питания) представлен биологически полноценный продукт из оленины, обогащенной тыквой. Она обладает противовоспалительным, сосудорасширяющим, ранозаживляющим действием. Тыква богата микро- и макроэлементами. По содержанию пектина и каротина она превосходит морковь. Комбинация оленины с тыквой и обеспечивает готовому продукту функциональные свойства.

В CN 103519235. Venison Food (Продукт из оленины) предлагается продукт с функционально-технологическими свойствами, способный снижать риск заболевания гипергликемией. Указанные свойства продукт приобретает в результате введения в рецептуру растительной добавки из *Pimpinella diversifolia*.

CN 1033855485. Venison sausage added with honey dry powder and preparation method thereof. (Колбаса из оленины с добавлением меда и метод ее приготовления). Уникальные свойства меда общеизвестны. Кроме того, введение в рецептуру меда позволяет снизить в готовом продукте содержание нитрита натрия, обладающего, как известно, общетоксическим действием.

CN 103027243. Venison fungus dessert and preparation method thereof (Десерт из оленины и способ его приготовления). Готовый продукт приобретает функциональные свойства в результате комбинации оленины с различными грибами (*pleurotus eryngii*, *pleurotus nebrodensis*, входящих в род «вешенка»). Они способствуют выведению тяжелых металлов из организма человека, повышают его иммунитет, обладают антиоксидантными свойствами и препятствуют развитию атеросклероза.





CN 1020055178. Ginseng and venison paste (Паста из оленины с добавкой женьшеня). Представлен продукт, обладающий лечебно-профилактическими свойствами в связи с введением в рецептуру экстракта женьшеня.

KR 20100012980. Antioxidant composition comprising enzymatic hydrolysates of venison (Антиоксидантный состав, содержащий ферментативные гидролизаты оленины). Продукт обладает антиоксидантными свойствами и подавляет процессы старения организма человека.

### Выводы

Установлено, что оленина по своим функционально-технологическим показателям сопоставима с говядиной.

По величине аминокислотного индекса превосходит говядину на 0,23 %, что свидетельствует о большем содержании в ней незаменимых аминокислот и подчеркивает ее более высокую биологическую ценность.

Белково-качественный показатель оленины существенно превышает аналогичный показатель говядины.

Комбинация оленины с биологически активными добавками позволяет расширить спектр продуктов с различной функциональной направленностью.

### Список литературы

1. Технология производства продукции северного оленеводства / А. С. Донченко [и др.]. М., 2008. 138 с.
2. Колобов С. В., Шорникова Г. В. Мировая продовольственная проблема: поиск альтернативных источников сырья (переработка нетрадиционных видов мяса). М., 2014. 129 с.
3. Основные проблемы переработки продукции северного оленеводства и пути их решения / В. А. Углов, А. Т. Инербаева, Е. В. Бородай, С. Н. Перфильева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9. С. 31–34.
4. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М. : Колос, 2001. 376 с.
5. Марцева Е. В., Богатырев О. Н., Шелепов В. Г. Характеристика жирнокислотного состава мяса диких северных оленей // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 7. С. 72–74.
6. Кочеткова А. А. Программа развития функциональных пищевых продуктов в России // VII науч.-практ. конф. «Технология и продукты здорового питания» : сб. науч. трудов. 2009. С. 23–25.

**Углов Владимир Александрович**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук.

E-mail: naukoved1939@yandex.ru.

**Шелепов Виктор Григорьевич**, д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАСХН, зав. лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук.

E-mail: Vshelepov@yandex.ru.

**Бородай Елена Валерьевна**, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук.

E-mail: borodajelena@yandex.ru.

**Станкевич Светлана Владимировна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук.

E-mail: sveticstank@yandex.ru.

**Мазалевский Виктор Борисович**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук.

E-mail: mazalevskij@yandex.ru.

\* \* \*



УДК 619: 614.2

**КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ  
В ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОМ ОТНОШЕНИИ  
ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА****Н. А. Журавель, А. В. Мифтахутдинов**

Изучено кадровое обеспечение подразделения птицефабрик, осуществляющих контроль качества и безопасности в ветеринарно-санитарном отношении продукции птицеводства. Динамика кадрового обеспечения осуществлялась на основе анализа соответствия фактической численности ветеринарных работников научно обоснованной потребности в них. В ходе исследований применяли дескриптивный метод, потребность в ветеринарных работниках была установлена на основе теоретического анализа с использованием элементов суммарного нормирования, а также аналитически-расчетного метода нормирования труда. В пищевой лаборатории ежегодно исследуют 2603,4±50,81 смывов с помещений мясоперерабатывающего цеха, цеха переработки яйца и яйцесклада, химическому исследованию подвергают 378±12,98 проб яичного порошка, 488,6±2,97 проб меланжа, бактериологическому исследованию – 157,6±9,24 проб сырой продукции (мясо птицы и фарш), 378±12,98 проб яичного порошка, 488,6±2,97 проб меланжа, 144 пробы яйца. Установлено, что объем работ, осуществляемых пищевой лабораторией птицефабрики с целью контроля за качеством и безопасностью продукции птицеводства, обеспечивает абсолютную безопасность мяса птицы, яиц и яичной продукции по содержанию бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, золотистого стафилококка. Трудоемкость работ, выполняемых заведующим пищевой лабораторией, превышали годовой фонд рабочего времени на 16,4–41,5 часа, лаборантом – на 126,86–172,89 часа. Фактическое штатное расписание удовлетворяло потребность в ветеринарных врачах на 98,04–100 %, в лаборантах – на 91,74–93,46 %.

*Ключевые слова:* птицефабрика, ветеринарно-санитарный контроль, трудоемкость ветеринарных работ, кадровое обеспечение.

Выпуск высококачественных птицеводческих продуктов – это важнейшая задача современных российских птицеводческих организаций [1, 2, 3]. Качество и безопасность в ветеринарно-санитарном отношении продуктов птицеводства обеспечиваются комплексом мер. Важным направлением в обеспечении качества продукции птицеводства является профилактика стрессов [4, 5, 6], что приобретает особую актуальность при получении продукции птицеводства в экологически неблагоприятных условиях Урала, где уровень антропогенного загрязнения оказывает непосредственное влияние на адаптационные способности организ-

ма кур [7, 8]. Кроме качества, в птицеводстве в соответствии с концепцией ХАССП важным направлением деятельности является обеспечение безопасности продукции. Для профилактики бактериальных болезней птиц в промышленном птицеводстве должна быть целостная система контроля, включающая основные мониторинговые исследования [9], в том числе по уровню содержания бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, золотистого стафилококка. По заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения, сальмонеллез как зооантропонозная инфекция не имеет себе равных по сложности эпизоотологии, эпиде-



миологии и трудностям борьбы с ним [10]. Одной из причин этого является многообразие (> 2300) серовариантов сальмонелл [11]. Имеются сведения о том, что наибольшее обсеменение тушек происходит при потрошении (до 41,4%), охлаждении тушек в ванне (до 25%), через руки персонала при сортировке (38,5–33,3%) [9].

Для предупреждения возникновения и распространения инфекционных болезней, обеспечения качества и безопасности птицеводческой продукции в ветеринарно-санитарном отношении необходим постоянный ветеринарный контроль, для осуществления которого на птицефабриках предусмотрены специальные структурные подразделения [12] с определенным штатом ветеринарных специалистов. Оптимальный кадровый состав обеспечивает высокий уровень производительности труда и соответствие затрат на оплату труда работников этому уровню производительности. Л.В. Войнова отмечает избыточную численность работников птицефабрики, необходимость оптимизации штатной численности [13], основанную на научном нормировании труда, так как анализ состава и структуры рабочего времени ветеринарного специалиста позволяет выявить потери рабочего времени и определить мероприятия по повышению производительности труда [14]. В настоящее время имеются отдельные исследования, посвященные вопросам кадрового обеспечения ветеринарной службы подразделений птицефабрик, осуществляющих оценку качества и безопасности продукции на разных этапах ее производства. Например, усовершенствованы нормы времени диагностики инфекционных болезней птиц [15, 16], установлена эффективность использования специалистов ветеринарной лаборатории птицефабрики [17, 18]. Вместе с тем, исследования в области научно обоснованной потребности в штатной численности работников, осуществляющих производственный ветеринарно-санитарный контроль на птицефабриках, отсутствуют.

**Целью исследований** явился анализ кадрового обеспечения пищевой лаборатории птицефабрики, осуществляющего контроль качества и безопасности выпускаемой продукции.

#### **Материал и методы исследования**

Исследования проводили в условиях птицеводческого предприятия яичного направления – ПАО «Птицефабрика Челябинская». На первом этапе исследований дескриптивным методом были установлены виды работ, выполняемых

работниками пищевой лаборатории или отделом качества и сертификации, и их объем в период с 2012-го по 2016 гг. На втором этапе рассчитана потребность в ветеринарных работниках с применением теоретического анализа с элементами суммарного нормирования, а также аналитически-расчетного метода нормирования труда [10, 11]. Для определения потребности в штатной численности применяли формулу (1):

$$H = T/\Phi, \quad (1)$$

где Т – общая годовая трудоемкость мероприятий, выполняемых ветеринарными работниками, часов;

Φ – фонд рабочего времени одного ветеринарного работника в течение года. Годовой фонд рабочего времени работников предприятий агропромышленного комплекса составляет 1761,4 часа.

Динамика кадрового обеспечения осуществлялась на основе анализа соответствия фактической численности ветеринарных работников научно обоснованной потребности в них.

#### **Результаты исследований**

В результате исследований было установлено, что каждый этап, предусмотренный технологией производства продукции в условиях птицефабрики, предусматривает осуществление контроля ее качества и безопасности и качества ветеринарно-санитарных мероприятий. С этой целью отделом качества и сертификации проводятся микробиологические и физико-химические исследования мяса птицы, яичного порошка и меланжа, санитарный контроль процессов производства продукции птицеводства. Штат ветеринарных работников включает заведующего пищевой лабораторией (отделом качества и сертификации), ветеринарного врача и лаборанта.

Специалисты этого отдела осуществляют ветеринарно-санитарные (проведение химических и бактериологических исследований продукции, исследований смывов с целью контроля качества дезинфекции, постоянное наблюдение за наполнением дезинфекционных ковриков дезинфицирующим раствором) и организационно-хозяйственные (ведение делопроизводства, ежедневные обсуждения производственных вопросов как в рабочем порядке, так и на планерках, прием препаратов) мероприятия.

Установлено, что функции заведующего отделом качества и сертификации соответствуют

Таблица 1 – Трудоемкость работ, выполняемых работниками пищевой лаборатории

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Заведующий отделом качества и сертификации					
Трудоемкость работ, ч.	1761,46	1797,51	1777,77	1802,93	1795,42
Требуемая штатная численность, ед.	1,00	1,02	1,01	1,02	1,02
Кадровое обеспечение, %	100	98,04	99,01	98,04	98,04
Лаборант					
Трудоемкость работ, ч.	1888,26	1910,21	1917,91	1933,99	1928,64
Требуемая штатная численность, ед.	1,07	1,08	1,09	1,10	1,09
Кадровое обеспечение, %	93,46	92,59	91,74	90,91	91,74

трудовым действиям и должностным обязанностям согласно современным нормативным правовым актам, а наименование его должности – нет. Л. В. Войнова [13] указывает, что такое несоответствие наименования должностей, в которых присутствует название подразделения либо выполняемой функции, не обеспечивает четкости выполнения функций, нарушает организационный порядок, что сказывается на уровне эффективности производства. Наличие в штате пищевой лаборатории должности лаборанта предусмотрено требованиями действующего законодательства, его функции соответствуют должностным обязанностям.

Качество дезинфекции как вида ветеринарно-санитарного мероприятия устанавливают визуальным, химическим и бактериологическим методом. Визуальный и химический контроль проводят специалисты другого производственного участка птицефабрики, специалисты пищевой лаборатории для оценки качества дезинфекции используют бактериологический метод, проводя регулярные исследования смывов на наличие бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, золотистого стафилококка.

В течение 2012–2016 годов ежегодно было исследовано  $2603,4 \pm 50,81$  смывов с помещений мясоперерабатывающего цеха, цеха переработки яйца и яйцесклада. Результаты были отрицательными, что указывает на соблюдение технологии санитарной обработки оборудования и инвентаря, обуславливающей качество и безопасность в ветеринарно-санитарном отношении выпускаемой продукции.

В среднем ежегодно химическому исследованию подвергается  $378 \pm 12,98$  проб яичного порошка,  $488,6 \pm 2,97$  проб меланжа. В этих продуктах определяют массовую долю сухого вещества, кислотность и растворимость (яичный порошок). По результатам исследований эти показатели соответствуют требованиям, предъ-

являемым к продуктам указанных видов. Сырую продукцию (фарш) подвергают исследованию на определение костного остатка в объеме  $29 \pm 1,58$  проб ежегодно.

Бактериологическому исследованию в среднем за год было подвергнуто  $157,6 \pm 9,24$  проб сырой продукции (мясо птицы и фарш),  $378 \pm 12,98$  проб яичного порошка,  $488,6 \pm 2,97$  проб меланжа, 144 пробы яйца. Бактериологическое исследование включало определение бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, золотистого стафилококка. Результаты были отрицательными, что свидетельствует о качестве и безопасности в ветеринарно-санитарном отношении выпускаемой продукции.

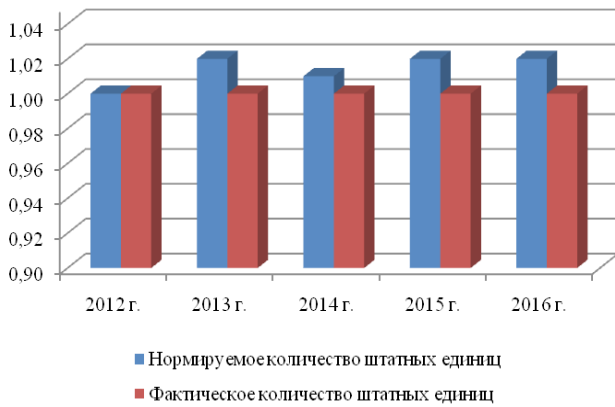
Объем исследований по всем видам за анализируемый период увеличился на  $2,68–8,44\%$ , за исключением исследований меланжа, которые незначительно уменьшились (на  $0,2\%$ ).

Трудоемкость выполняемых работ определяет потребность в штатной численности работников пищевой лаборатории (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что затраты времени на осуществление работ, выполняемых заведующим отделом качества и сертификации, превышали годовой фонд рабочего времени в период с 2013-го по 2016 гг. на  $16,4–41,5$  часа, лаборантом – на  $126,86–172,89$  часа.

Расчет нормируемой потребности в штатной численности ветеринарных работников показал, что она несколько превышает фактическое количество ветеринарных работников (табл. 1, рис. 1).

Из данных таблицы и рисунка следует, что фактическая численность специалистов, основанная на трудоемкости выполняемых работ, по должности «Заведующий отделом качества и сертификации», в период с 2013-го по 2016 гг. соответствовала ей на  $98,04–99,01\%$ , то есть была ниже, в 2012 году соответствовала нормируемой. Кадровое обеспечение лабо-



а



б

Рис. 1. Нормируемое и фактическое количество штатных единиц ветеринарных врачей (а) и лаборантов (б)

рантов за анализируемый период составляло 91,74–93,46%, что также было ниже научно обоснованной потребности.

### Выводы

1. Объем работ, осуществляемых пищевой лабораторией птицефабрики с целью контроля за качеством и безопасностью продукции птицеводства, обеспечивает абсолютную безопасность мяса птицы, яиц и яичной продукции по содержанию бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл, золотистого стафилококка.

2. Затраты времени на осуществление работ, выполняемых заведующим пищевой лабораторией, превышали годовой фонд рабочего времени на 16,4–41,5 часа, лаборантом – на 126,86–172,89 часа.

3. Фактическое штатное расписание пищевой лаборатории (отдела качества и сертификации) удовлетворяло потребность в ветеринарных врачах на 98,04–100%, в лаборантах – на 91,74–93,46%.

4. Для планирования штатной численности ветеринарных работников, осуществляющих производственный надзор за качеством и безопасностью в ветеринарно-санитарном отношении продуктов птицеводства, рекомендуется использовать аналитико-расчетный метод и метод суммарного нормирования.

### Список литературы

1. Суханова С. Ф., Корниенко И. Г. Мясная продуктивность и качество мяса гусей при включении пребиотика Агримос в состав комбикормов // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. № 9. С. 68–71.

2. Стрессоустойчивость, продуктивность и биологическая ценность мяса кур / Н. В. Тихонова [и др.] // *Мясная индустрия*. 2014. № 12. С. 44–46.

3. Фисинин В. И. Генетический ресурс инновационного развития промышленного птицеводства // *Вестник Российской академии наук*. 2015. Т. 85. № 9. С. 785.

4. Аносов Д. Е., Пономаренко В. В., Мифтахутдинов А. В. Стресс-протективные свойства фармакологического комплекса СПАО при переводе, вакцинации и спайкинге кур // *Advances in Agricultural and Biological Sciences*. 2015. Т. 1. № 1. С. 23–28.

5. Эффективность стимулятора метаболизма SM-complex при откорме цыплят-бройлеров / А. В. Мифтахутдинов [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 12. С. 54–56.

6. Мифтахутдинов А. В. Взаимосвязь стрессовой чувствительности кур и развития адаптационных реакций в условиях промышленного содержания // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. № 9 (83). С. 65–68.

7. Антистрессовая активность и эффективность применения фармакологического комплекса СПАО курам родительского стада / В. И. Фисинин, А. В. Мифтахутдинов, В. В. Пономаренко, Д. Е. Аносов // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 12 (142). С. 54–58.

8. Проблемы животноводства в промышленных регионах // *Аграрный вестник Урала* / И. М. Донник [и др.]. 2012. № 3. С. 49–51.

9. Борисенкова А. Н., Рождественская Т. Н. Программа обеспечения эпизоотического благополучия птицеводств в отношении

бактериальных болезней птиц // 20 лет на благо промышленного птицеводства. СПб. : Изд. дом «АВИВАК», 2010. С. 75–85.

10. Рождественская Т. Н., Яковлев С. С., Кононенко Е. В. Профилактика сальмонеллеза птиц // *Farm Animals*. 2012. № 1 (1). С. 54–56.

11. Программа профилактики и оздоровления хозяйств от *Salmonella enteritidis* – инфекции птиц / А. Н. Борисенкова [и др.] // 20 лет на благо промышленного птицеводства. СПб. : Изд. дом «АВИВАК», 2010. С. 85–93.

12. Журавель Н. А., Мифтахутдинов А. В. Оценка эффективности ветеринарно-санитарного контроля при производстве птицепродуктов // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 5. С. 25–29.

13. Войнова Л. В. Методическое обеспечение управления персоналом при производстве и переработке яиц и птицы // *Птица и птицепродукты*. 2013. № 2. С. 66–68.

14. Сахапова Л. Р. Структура затрат рабочего времени ветеринарных специалистов лабораторий птицефабрики // *Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана*. 2012. № 3. С. 447–452.

15. Шастин П. Н., Трофимова Е. Н. Совершенствование норм времени диагностики инфекционных болезней птиц в ветеринарных лабораториях // *Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана*. 2017. № 3. С. 165–168.

16. Разработка норм времени на постановку ПЦР при диагностике гриппа птиц / Е. Н. Трофимова, П. Н. Шастин, С. В. Тюлкин, Р. Р. Вафин // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2–2. С. 848.

17. Сахапова Л. Р., Рашидова А. Р., Акмуллин А. И. Эффективность использования рабочего времени специалистов ветеринарной лаборатории птицефабрики // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2011. Т. 208. С. 167–171.

18. Журавель Н. А., Мифтахутдинов А. В. Нормирование штатной численности ветеринарной лаборатории птицефабрики и эффективность использования рабочего времени // *Аграрный вестник Урала*. 2016. № 4 (146). С. 33–39.

---

**Журавель Нина Александровна**, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры инфекционных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [mamailjushi@mail.ru](mailto:mamailjushi@mail.ru).

**Мифтахутдинов Алевтин Викторович**, д-р биол. наук, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [nirugavm@mail.ru](mailto:nirugavm@mail.ru).

\* \* \*



## КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ ПРИ ОТКОРМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

М. В. Киселева, Д. М. Максимович

В статье рассматривается положительное влияние комплексной подкормки бромидом аммония с янтарной кислотой на белковый обмен сыворотки крови подопытных бычков, повышение активности ферментов аминотрансфераз, усиление роста крупного рогатого скота и их мясной продуктивности, улучшения качества говядины. Увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных и качества получаемой от них продукции возможны за счет повышения качества кормления, то есть добавления в структуру рациона разнообразных кормовых добавок, активизирующих процессы обмена в организме, неспецифическую резистентность и обладающих детоксикационными свойствами. Комплексная подкормка бромидом аммония с янтарной кислотой положительно сказывается на белковом обмене сыворотки крови подопытных бычков, увеличивает активность ферментов аминотрансфераз, тем самым давая рост животных и увеличивая их мясную продуктивность. По органолептическим характеристикам мясо бычков, получающих добавку, заметно отличалось от мяса бычков контрольной группы, что связано с высокой интенсивностью происходящих в нем окислительно-восстановительных процессов. В нем было большое содержание белка при относительно незначительном отложении жира. Было изучено влияние бромида аммония и янтарной кислоты на показатели качественного состава белка. С этой целью проведен анализ аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины бычков, отправленных на убой в 18-месячном возрасте. Результаты полученных исследований показывают, что у животных опытной группы отмечалось повышенное содержание лизина на 2,4 г/л (4,1 %) ( $P \leq 0,05$ ) и гистидина на 1,8 г/л (5,2 %) ( $P \leq 0,01$ ). Представленные в работе данные рекомендованы практикующим ветеринарным специалистам, биологам, аспирантам, научным сотрудникам.

*Ключевые слова:* качество, безопасность мяса, тяжелые металлы.

«Приоритетными направлениями разработанной Министерством сельского хозяйства РФ «Государственной программы развития сельского хозяйства и формирования рынков продукции сельского хозяйства, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» являются: рост сельскохозяйственной промышленности, обеспечение продовольственной независимости России, увеличение конкурентоспособности российской сельхозпродукции, улучшение финансовой устойчивости агропромышленного комплекса» [1].

«Говядина в России всегда была и остается главным видом мяса в силу обычаев и национального состава населения, а также благодаря

высокой питательной ценности» [1]. Установлено, что «говядина превосходит другие виды мяса по содержанию белка и таких важных нутриентов, как железо, витамин  $B_{12}$  и конъюгированная линолевая кислота, но холестерина в ней не больше, чем в курином мясе и осетрине, а соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот более благоприятно для здоровья людей» [2]. В связи с этим оценка качества получаемой говядины является актуальной.

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных и качества получаемой от них продукции «возможны не только за счет создания надлежащих условий содержания, но и за

счет улучшения кормления, то есть включения в состав рациона различных кормовых добавок, повышающих обменные процессы в организме, неспецифическую резистентность и обладающих детоксикационными свойствами» [3–6]. К добавкам такого рода также относятся «органические кислоты, усиливающие переваримость кормов у сельскохозяйственных животных и, как следствие, увеличивающие интенсивность их роста и развития» [6]. М.В. Киселева [4, 5] отмечает, что солям брома (бромидам) свойственна адаптогенность, кроме того, возможно их применение с целью снижения состояния стресса у крупного рогатого скота при производстве говядины. Бромид аммония в комплексе с янтарной кислотой оказывает положительный эффект на обмен белков сыворотки крови бычков. У получающих такую подкормку усиливается деятельность ферментов аминотрансфераз, что приводит к увеличению роста крупного рогатого скота и без сомнения повышает мясную продуктивность бычков и пищевую ценность мяса [5, 6]. В этой связи целью работы являлась оценка качества и безопасности мяса бычков герефордской породы при использовании в рационе комплексной добавки, включающей бромид аммония и янтарную кислоту.

### Материалы и методы

Часть работы, касающаяся экспериментов, проводилась на базе Открытого акционерного общества «Ариант-Увельск-Агро» Увельского района Челябинской области в 2014 году. С целью опыта были отобраны новорожденные бычки герефордской породы, из которых были сформированы 2 группы по 10 голов в каждой по принципу аналогов. Уровень кормления, содержания и другие технологические параметры в группах были одинаковыми. Структура рациона включала 90 % грубых кормов (сено, солома). Животные первой (контрольной) группы поедали основной рацион, бычкам второй (опытной) группы добавляли к основному рациону с 3-месячного возраста ежедневно комплексную подкормку бромид аммония из расчета 0,5 г на 100 кг живой массы и янтарной кислоты – 25 мг на 1 кг живой массы. Убой бычков осуществили в 18 месяцев. В процессе исследований использовали результаты органолептического, физико-химического исследования мяса и показателей безопасности [7].

Качество мяса является комплексным показателем, так как объединяет в себе многие единичные свойства. Одними из основных по-

казателей качества мяса являются органолептическая оценка, химический состав и соотношение белка и жира [8, 9].

### Результаты исследований

В ходе опыта нами выявлено, что все пробы мяса отвечали требованиям национального стандарта на методы отбора образцов и методы определения свежести мяса органолептически [10]. Однако по органолептическим характеристикам мясо бычков опытной группы выгодно отличалось от мяса бычков контрольной группы, что связано с достаточной интенсивностью происходящих в нем окислительно-восстановительных процессов. Оно имело хорошую степень обескровливания, бледно-розовую корочку подсыхания, светло-красную мышечную ткань, упругую консистенцию, твердый жир белого цвета, бульон – прозрачный и ароматный. Мясо бычков контрольной группы отличалось слабо выраженной корочкой подсыхания, темно-красной мышечной тканью, менее упругой консистенцией, жиром белого цвета, прозрачным бульоном, но менее ароматным. Это может быть связано с нарушением процессов созревания мяса бычков контрольной группы, что встречается у животных в условиях техногенных провинций, к которым относится зона Южного Урала [11, 12].

В ходе опыта нами выявлено, что в мясе опытных бычков наблюдалось повышенное содержание белка при снижении количества жира. По количеству белка выявлено превосходство опытной групп над контрольной – на 2,63 %. Превосходство по содержанию жира в мясе животных, получавших подкормку, над контролем составило 3,18 %.

О биологической полноценности мяса судят по соотношению незаменимых и заменимых аминокислот. Соотношение незаменимых кислот и заменимых рассматривается как аминокислотный индекс. Он зависит от пола, возраста, упитанности животных.

В наших исследованиях было изучено влияние бромид аммония и янтарной кислоты на показатели качественного состава белка. С этой целью проведен анализ аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины бычков, убитых в 18-месячном возрасте.

Результаты полученных исследований (табл. 1) показывают, что у животных опытной группы отмечалось повышенное содержание лизина на 2,4 г/л (4,1 %) ( $P \leq 0,05$ ) и гистидина на 1,8 г/л (5,2 %) ( $P \leq 0,01$ ) в длиннейшей мышце спины.



Таблица 1 – Аминокислотный состав длиннейшей мышцы спины подопытных бычков, г/л

Наименование аминокислот	Группа	
	1	2
	Незаменимые аминокислоты	
Лизин	58,4±0,87	60,8±0,73*
Метионин	28,2±0,53	28,3±0,61
Гистидин	34,6±0,46	36,4±0,47**
Треонин	41,3±0,87	42,5±0,71
Аргинин	62,8±0,96	64,9±0,67
Валин	97,8±0,87	98,8±0,79
Триптофан	19,2±0,46	23,6±0,36***
Лейцин+изолейцин	153,7±1,72	155,1±1,03
Фенилаланин	58,6±0,88	60,2±0,94
Всего:	554,6	570,6

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

На сегодняшний день обеспечение жителей Российской Федерации безопасными сельскохозяйственными продуктами – это проблема номер один [13]. Кроме того, наибольшую актуальность она приобрела в районах, на которые в значительной степени оказывались и все еще оказываются антропогенные нагрузки, например, Южный Урал [14]. В этой связи определение безопасности мяса на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза [15] приобретает особое значение, так как является неперенным условием, гарантирующим производство доброкачественной, экологически чистой продукции. Об экологической чистоте мяса бычков герефордской породы при использовании солей брома и янтарной кислоты можно судить по уровню содержания тяжелых металлов. На фоне применения комплексной подкормки мясо бычков, полученное от опытной группы, содержало токсических элементов значительной меньше, чем от контрольных животных. Так, содержание меди было на 32% ниже, чем в контроле ( $P < 0,01$ ). Выявленная достоверная закономерность была также установлена в отношении уровня содержания цинка – ниже на 9%, свинца – на 12,5%, железа – на 2,76%, марганца – на 60%. Следует отметить, что кадмий не был обнаружен в мясе как опытной, так и контрольной групп.

### Выводы

Таким образом, использование комплексной подкормки бромидом аммония с янтарной кислотой позволяет получить экологически чистое мясо, обладающее более высокими пищевыми достоинствами, лучшими товароведными

свойствами. У животных опытной группы отмечалось повышенное содержание лизина на 2,4 г/л (4,1%) ( $P \leq 0,05$ ) и гистидина на 1,8 г/л (5,2%) ( $P \leq 0,01$ ) в длиннейшей мышце спины.

Как показал эксперимент, производство мяса прибыльно в любом случае, но самый высокий уровень рентабельности – 53,51% – был получен в той группе животных, которые получали с основным кормом комплексную подкормку. Такой уровень по отношению к контролю выше на 6,96%.

### Рекомендации

Хозяйствам, основная деятельность которых – это выращивание и откорм молодняка крупного рогатого скота, следует порекомендовать добавлять в основной рацион кормления бромид аммония в комплексе с янтарной кислотой из расчета 0,5 г на 100 кг и 25 мг на 1 кг живой массы соответственно. Это позволит получать высококачественную говядину.

### Список литературы

1. Кубышко А. А. Еще более новые реалии мясного рынка // Мясная индустрия. 2016. № 1. С. 4–5.
2. Киселева М. В. Эффективность производства говядины с использованием кормовых добавок при выращивании и откорме бычков герефордской породы : дис. ... канд. с.-х. наук. Троицк, 2008. 156 с.
3. Коррекция показателей обмена минеральных соединений при остео дистрофии молочных коров в условиях природно-техногенной провинции Южного Урала / А. М. Гертман, Д. М. Максимович, Т. С. Самсонова,

В. И. Ишменев // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК : матер. Всерос. науч.-практ. конф. с Междунар. участием в рамках XIX Междунар. спец. выставки «АгроКомплекс-2009» / отв. за вып. Р. С. Гизатуллин, Г. Х. Ибрагимова (г. Уфа, 03–05 марта 2009 г.). Уфа, 2009. С. 206–209.

4. Киселева М. В. Влияние антистрессовых препаратов и стимуляторов роста на мясную продуктивность бычков герефордской породы // Зоотехния. 2008. С. 21–22.

5. Монастырев А. М., Киселева М. В., Тихонов С. Л. Применение антистрессорных препаратов и стимуляторов роста в скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 4. С. 10–11.

6. Киселева М. В., Саржан Е. В. Влияние бромида аммония и янтарной кислоты на пищевую ценность говядины // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию Курганской ГСХА : в 2 т. / ФГОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева». Курган, 2009. С. 146–149.

7. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / под ред. проф. И. П. Кондрахина. М. : КолосС, 2004. 520 с.

8. Максимович Д. М., Киселева М. В. Оценка качества полуфабрикатов из мяса птицы, вырабатываемых ХАО «Уралбройлер» // Биотехнологии – агропромышленному комплексу России : матер. Междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (г. Троицк, 2017 г.). Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. С. 134–140.

9. Киселева М. В., Максимович Д. М. Биохимические показатели крови бычков при выращивании и откорме с использованием кормовых добавок // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : матер. Междунар. науч.-практ. конф.,

посв. 90-летию со дня рожд. Заслуженного деятеля науки, д-ра с.-х. наук, проф. В. М. Куликова / ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. Троицк, 2015. С. 115–119.

10. ГОСТ 7269-79. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести. М. : Стандартинформ, 2012. 6 с.

11. Гертман А. М., Максимович Д. М. Ветсанэкспертиза продуктов убоя при остеодистрофии коров при техногенных нагрузках // Ветеринария. 2009. № 5. С. 52–54.

12. Гертман А. М., Максимович Д. М., Кирсанова Т. С. Техногенные факторы Урала – опасность для здоровья животных и людей: физико-химические показатели продуктов убоя при незаразной патологии коров // Ветеринарный вестник. 2009. № 8 (100). С. 5.

13. Гертман А. М., Чернышова Л. В., Максимович Д. М. Коррекция содержания тяжелых металлов в молоке коров техногенных зон Южного Урала // Экологические аспекты эпизоотологии и патологии животных : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. члена-корр. ВАСХНИЛ В. Т. Котова. Воронеж, 1999. С. 286–288.

14. Роль экологических факторов в развитии незаразной патологии в условиях технологической провинции Южного Урала / А. М. Гертман [и др.] // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана: современные подходы развития АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 135-летию академии. Казань, 2008. Т. 194. С. 37–41.

15. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» ТР ТС 034/2013 от 9.10.2013 года № 68. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/499050564> (дата обращения: 12.11.2017).

---

**Киселева Мария Валерьевна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения потребительских товаров, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [osinka111@mail.ru](mailto:osinka111@mail.ru).

**Максимович Дина Маратовна**, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения потребительских товаров, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: [maximovichdina@mail.ru](mailto:maximovichdina@mail.ru).

\* \* \*

## **МАССОВЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ**

**Т. С. Самсонова**

В статье рассматриваются вопросы особенностей диагностики незаразных заболеваний крупного рогатого скота, возникающих в условиях техногенного прессинга на территории хозяйств Челябинской области. При проведении диагностического этапа диспансеризации лактирующих коров в условиях экологического неблагополучия обязательным является проведение исследований образцов почвы, воды и кормов, а также крови на содержание в них эссенциальных микроэлементов и тяжелых металлов. Это позволяет установить изменения химического состава объектов внешней среды, крови животных и разработать терапевтически эффективную схему лечения в отношении больных. Для определения уровня эссенциальных и тяжелых металлов, клинического статуса использованы общепринятые в ветеринарной практике методы. Полученные результаты проанализированы, и установлено, что доминирующими заболеваниями у крупного рогатого скота в условиях Челябинской области, где в почвах, кормах, воде уровень никеля, свинца, кадмия, а иногда и железа выше уровня ПДК, МДУ и нормы, являются остеодистрофия, гепатоз, хронический ацидоз рубца и др. На различных территориях выявлен различный процент поражения животных (от 89 до 93 %). У отдельных особей зарегистрированы изменения, характерные сразу для нескольких заболеваний. Применяемые в хозяйствах традиционные методы (симптоматический, заместительный, патогенетический) лечения не оказывают положительного действия. Для нивелирования токсического действия токсикантов дополнительно к применяемой в хозяйстве схеме терапии всем больным животным в рацион включен минеральный энтеросорбент – вермикулит. При лечении больных ацидозом рубца схему дополнили введением дрожжевой культуры – селенсодержащим препаратом. Продолжительность терапии составляла 60–90 суток, по истечении которых было достигнуто улучшение клинико-гематологического статуса. Представленные в работе данные рекомендованы практикующим ветеринарным специалистам, биологам, аспирантам, научным сотрудникам.

*Ключевые слова:* массовые болезни, лактирующие коровы, особенности диагностики и терапии, экологическая ситуация.

Массовые заболевания животных, независимо от этиологии, всегда были причиной огромного экономического ущерба для сельскохозяйственного производителя. Они не только сопровождаются снижением продуктивных качеств животных, ухудшением воспроизводительной функции и качественных показателей продукции, а также ранней выбраковкой и существенными затратами на лечение [1]. «Научно-технический прогресс и усиление антропогенного давления на природную среду неизбежно приводит к ухудшению экологической ситуации. Уже в середине XX века резко обострились проблемы, связанные с загрязнением

ми окружающей среды. Загрязнение биосферы связано с нанесением ущерба атмосферному воздуху, природным водам, почвенному покрову, лесам, животному миру. Загрязняющие вещества поступают в биосферу с выбросами промышленных предприятий, выхлопных газов от транспорта, с бытовыми отходами производственной сферы» [2]. Челябинская область внесена в список территорий, где в объектах окружающей среды (сельскохозяйственные угодья, корма и воды естественных водоемов) содержание экотоксикантов превышает значения предельно допустимой концентрации (ПДК) и максимально допустимого уровня (МДУ).



Такая ситуация может быть как следствием естественного формирования литосферы (природное происхождение), так и активной деятельности человека, связанной с добычей, переработкой и обогащением различных руд, работой автотранспорта, заводов, энергостанций и другими видами (техногенное происхождение). Согласно закону единства А.В. Виноградова [3], все биологические объекты, развивающиеся на территориях, имеют свой уникальный химический состав. А.А. Кабыш [4] в своих исследованиях отмечал, что у животных в биогеохимических провинциях развиваются специфические изменения клинического статуса. У одних из них эти изменения отсутствуют, у части – выявляются отклонения отдельных биохимических показателей крови, молока, мочи. И лишь у 15–30% животных развиваются характерные нарушения, диагностируемые ветеринарными врачами как патологии. Это могут быть болезни органов дыхания (энзоотическая эмфизема), мочевыделительной системы (мочекаменная болезнь, хроническая гематурия крупного рогатого скота), пищеварения (борный энтерит), опорно-двигательного аппарата (эндемическая остеодистрофия, урская болезнь, коллагеноз, беломышечная болезнь), обмена веществ (энзоотическая миоглобинурия, атаксия, гипокупроз, гипокобальтоз и др.). Эти заболевания достаточно хорошо изучены учеными и имеют точные методы диагностики и терапевтически эффективные схемы лечения. Однако А.М. Гертманом, Т.С. Самсоновой и др. [5–10] установлено, что на территории техногенного загрязнения объектов окружающей среды имеющиеся методы диагностики являются неполными, а осуществляемые схемы терапии сопровождаются низким процентом выздоровления пациентов. В связи с вышеуказанным целью работы является дополнение методов диагностики массовых заболеваний крупного рогатого скота в условиях техногенного загрязнения объектов внешней среды и разработка терапевтически эффективных методов их лечения.

### Материалы и методы

Исследования были выполнены в хозяйствах Челябинской области, занимающихся производством молока, – ООО «Хлебinka» Верхнеуральского района, КООПХОЗ «Знаменский» Нагайбакского района и ООО «Заозерный» Варненского района в период с 2010-го по 2016 г. Территории этих хозяйств имеют различную степень техногенной нагрузки, что

связано с близким расположением крупнейших промышленных предприятий (Магнитогорский металлургический комбинат и др.), месторождений, а также контаминацией выбросами Джетагаринского асбестоцементного завода (Казахстан), отходами отработанного ракетного топлива военной техники (гептил) и пр. В качестве основного диагностического мероприятия во всех хозяйствах была проведена комплексная диспансеризация всего поголовья коров по общепринятой методике [11]. В рамках выполнения диагностического этапа диспансеризации с соблюдением всех правил были взяты средние пробы почвы, воды и кормов, а также крови, молока коров для исследования химического состава. Клинический осмотр выполнен с применением общих методов исследований и последующей оценкой общего состояния всех жизненно важных органов и систем. После обработки результатов подсчитано количество животных, имеющих отклонения по биохимическим и клиническим показателям к общему числу всех обследованных. При анализе полученных данных у коров были выявлены доминирующие незаразные заболевания – поражение опорно-двигательного аппарата (остеодистрофия), печени (гепатозы) и желудочно-кишечного тракта (ацидоз рубца).

В каждом из указанных хозяйств из числа больных животных были сформированы по две подопытные группы коров. Одна группа – контрольная, животных которых лечили по принятой в хозяйстве схеме, другая – опытная. Во второй группе животным проводили терапию, разработанную с учетом выявленных этиологических факторов. Необходимо отметить, что научно обоснованных схем лечения коров, больных гепатозом, в ООО «Хлебinka» Верхнеуральского района нет. В особо тяжелых случаях животным назначают симптоматическую терапию, включающую внутривенное введение растворов 10%-й глюкозы и 10%-го кальция хлорида курсом 1 раз в 15 суток. Коровам опытной группы в дополнение к указанной симптоматической терапии рацион пополняли природным минералом вермикулитом Потанинского месторождения из расчета 0,1 г/кг массы тела один раз в сутки в течение 15 дней с интервалом в 15 дней в сочетании с внутримышечным введением селенсодержащего препарата габивит-Se, двукратно с интервалом в 7 дней в дозе 15–20 мл/гол. Продолжительность терапии в подопытных группах – 90 дней.



Лечение больных остеодистрофией коров в КООПХОЗе «Знаменский» Нагайбакского района проводят редко по причине слабо выраженной клинической картины у больных. В необходимых случаях курсом 1 раз в 15 дней в сочетании с симптоматической терапией назначают в рацион мел кормовой в дозе 100–120 г на одну голову. Для симптоматического лечения внутривенно применяют растворы 10%-го кальция хлорида и 10%-го магния сульфата, подкожно – раствор тривитамина, для поддержания деятельности сердца – внутривенно раствор 5%-й глюкозы. Препараты применяли в дозах согласно наставлению по применению.

Лактирующим коровам опытной группы дополнительно к рациону вводили природный минерал вермикулит в указанной выше дозе курсом 15 дней через 15 дней. Продолжительность терапии составила 60 дней.

Лечение коров, больных ацидозом рубца, в ООО «Заозерный» Варненского района не проводится. При выраженных признаках гипотонии преджелудков животным внутривенно вводят раствор 40%-й глюкозы в сочетании с раствором 10%-го кальция хлорида. Курс лечения проводят 1 раз в 15 дней в течение 60 суток. Животным опытной группы в рацион в смеси с концентратами был включен вермикулит, а для восстановления процессов рубцового пищеварения – дрожжевая культура И-сак<sup>1026</sup> (Alltech) в дозе 5–6 г на голову в сутки.

В течение всего эксперимента за всеми подопытными животными вели наблюдение, а также оценивали динамику клинических и гематологических показателей.

Кровь для исследований брали до кормления по общепринятой методике на 1-е (фон) сутки с интервалом 30 дней до завершения эксперимента. Содержание солей тяжелых металлов в объектах внешней среды, крови определяли унифицированными, принятыми в ветеринарной практике методами [12]. Результаты обрабатывали биометрически с определением критерия Стьюдента ( $M$  – средняя арифметическая по группе;  $\pm m$  – ошибка средней арифметической;  $n$  – количество животных в группе). Полученные данные сравнивали с нормативными – И. П. Кондрахин и соавт. [12].

### Результаты исследований

В ходе проведения диагностического этапа диспансеризации выполнены исследования химического состава объектов внешней среды – образцы почвы, воды и кормов. Были

установлены существенные отклонения от нормативных данных (ПДК, МДУ). Во всех образцах почвы ООО «Хлебinka» Верхнеуральского района, в том числе с полей, где выращивали кормовую кукурузу, содержание железа, никеля и кадмия превышало значения ПДК. В почвах, на которых произрастали кормовые однолетние травы, уровень свинца превышал ПДК на 21,9%, а концентрация эссенциальных микроэлементов (кобальт, марганец, цинк, медь) во всех образцах оказалась ниже значений ПДК. В водоисточниках хозяйства был выявлен высокий уровень железа. Так, в пробах воды из поилок животноводческих помещений он превышал ПДК в 3,4, из естественных водоемов – в 3,6 раза. Во всех исследованных образцах воды содержание никеля, свинца и кадмия также превышало ПДК. Во всех образцах корма установили высокое содержание железа, никеля и кадмия. Так, в сене кострцовом количество железа превышало МДУ на 45,4%, в зерновом концентрате – на 20,2%, сенаже – на 8,3%. Содержание никеля в сенаже оказалось выше МДУ в 2,2 раза, в зерносмеси – на 58,7% и сене – на 35,3%. Уровень кадмия в сенаже и сене по сравнению со значением МДУ был выше на 88,0 и 48,0%. Концентрация свинца в кормовом зерне превосходила МДУ на 13,2%, в сене – на 6,0, сенаже – на 5,6%. В то же время содержание эссенциальных микроэлементов во всех образцах кормов было ниже МДУ.

Неоднозначные результаты были получены и при исследовании объектов внешней среды КООПХОЗа «Знаменский» Нагайбакского района. Установлено, что уровень железа, свинца и никеля был значительно выше нормативных данных, а эссенциальных, наоборот, ниже.

В образце поверхностного пахотного слоя почвы (0–25 см) ООО «Заозерный» Варненского района, где выращивали овес, был выявлен высокий уровень железа, превышающий ПДК на 97,0%. В образцах почвы, где произрастала кукуруза на силос, уровень кадмия превышал ПДК на 26,0%, а никеля – на 21,5%. Высокое содержание отмеченных токсикантов было выявлено и в других образцах почвы, где выращивали сенажные культуры. При этом содержание эссенциальных микроэлементов (медь, цинк, кобальт, марганец) было ниже значений ПДК. Водоисточники хозяйства содержали высокий уровень кадмия, свинца и никеля, превышающий значение ПДК.

Дисбаланс минерального состава отмечался и при анализе при исследовании проб кормов

(сено, сенаж, силос, концентраты). В исследуемых образцах было выявлено высокое содержание железа, никеля и кадмия, а в отдельных образцах и свинца. Уровень никеля в сене коострецовом был выше МДУ на 15,0, сенаже – на 8,0, силосе – на 48,7, концентрированных кормах – на 23,0%. Содержание свинца в концентратах превышало МДУ на 5,4%. Кроме этого, в сене, сенаже и зерновых концентратах выявили повышенное содержание железа на 23,6, 9,8 и 32,4% от МДУ, соответственно.

Представленные данные позволяют сделать заключение о том, что территории всех хозяйств являются природно-техногенными территориями, на которых все животные подвергаются постоянной контаминации солями тяжелых металлов на фоне низкой обеспеченности организма эссенциальными микроэлементами. Это проявляется характерными клинико-гематологическими изменениями.

Так, в ООО «Хлебinka» при осмотре 296 дойных коров у 53 (17,9%) наблюдали клинические признаки гепатоза – снижение аппетита, нарушение жвачки и отрыжки, гипотонию преджелудков (2 сокращения рубца за 2 мин), ослабление перистальтики кишечника, увеличение перкуторных границ печени. У отдельных животных выявили болезненность области печеночного притупления, а видимые слизистые оболочки имели иктеричный оттенок. Упитанность больных гепатозом особей превышала средний уровень. У коров также присутствовали признаки поражения костяка, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы. В крови животных установлено высокое содержание никеля, свинца и кадмия на фоне низкой

концентрации эссенциальных микроэлементов (медь, кобальт, марганец, цинк).

В КООПХОЗе «Знаменский» у 30,0% выявлены признаки остеодистрофии, 18,0% – признаки поражения печени (гепатиты, гепатозы), 6,0% – поражения почек и мочевыводящих путей (нефриты, нефрозы, уроцистит), 4,5% – сердечно-сосудистой системы (миокардиодистрофии, травматический перикардит). У животных, больных остеодистрофией, выявляли снижение упитанности, извращение аппетита, хромоту, хруст в суставах при передвижении, остеолитические изменения последних хвостовых позвонков и 13-й пары ребер, шаткость зубов, что характерно для остеодистрофии. Из общих симптомов установлено снижение эластичности кожи, ее складчатость, обширные алопеции, деформация копытцевого рога, задержание линьки. В крови выявлен дисбаланс химического состава относительно средних нормативных данных.

В ООО «Заозерный» при диспансеризации у 37 коров (69,8%) выявлено снижение приема корма, нерегулярные жвачные периоды, слабые сокращения рубца, отрыжка с резко выраженным кислым запахом; при исследовании рубцового содержимого – снижение численности инфузорий на 75–82% относительно нормативных данных, рН – на 8,5–11,2%. У больных ацидозом рубца коров установлены изменения химического состава крови.

Результаты исследования крови подопытных животных, больных незаразными заболеваниями, разных хозяйств представлены в таблице 1.

При исследовании крови высокопродуктивных коров, находящихся в природно-техно-

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в крови коров при различных незаразных заболеваниях, мг/л ( $M \pm m$ ;  $n = 10$ )

Химический элемент	Показатель	Гепатоз	Остеодистрофия	Ацидоз рубца
Никель	Средний норматив, мг/л*	0,120		
	Фактическое содержание, мг/л	0,180±0,003	0,270±0,003	0,200±0,010
	Отклонение, %	+50,0	+125,0	+66,7
Свинец	Средний норматив, мг/л*	0,250		
	Фактическое содержание, мг/л	0,320±0,003	0,330±0,006	0,280±0,004
	Отклонение, %	+28,0	+32,0	+12,0
Кадмий	Средний норматив, мг/л*	0,050		
	Фактическое содержание, мг/л	0,070±0,003	0,060±0,004	0,100±0,004
	Отклонение, %	+40,0	+20,0	+100,0

\*Г. П. Грибовский [13].



генных зонах, выявлено повышенное содержание никеля, свинца, кадмия. Так, у животных с симптомами гепатоза в крови концентрация никеля превышала средние величины на 50,0%, свинца – на 28,0%, кадмия – на 40,0%. У коров, больных остеодистрофией, уровень токсикантов был выше нормативных данных соответственно в 2,25 раза, на 32,0 и 20,0%, а у больных ацидозом рубца – на 66,7%, 12,0% и в 2 раза. Ранее проведенными собственными исследованиями установлены изменения показателей углеводного, жирового, белкового обменов веществ у коров в условиях природно-техногенной провинции.

Таким образом, аномальное содержание тяжелых металлов в объектах внешней среды сопровождается их кумуляцией в организме и крови животных. Это позволяет рекомендовать на диагностическом этапе диспансеризации животных в условиях территорий экологического неблагополучия обязательное проведение исследования объектов внешней среды на содержание в них солей тяжелых металлов и эссенциальных микроэлементов, а в схему терапии – необходимость введения минеральных энтеросорбентов, обладающих уникальными сорбционными и ионообменными свойствами. На фоне коррекции химиотерапевтическими препаратами в сочетании с вермикулитом на протяжении всего экспериментального периода происходило изменение клинико-гематологических показателей у больных незаразными болезнями коров.

Так, в крови коров опытных групп применение вермикулита сопровождалось существенным снижением содержания токсических и повышением эссенциальных элементов.

На 90-е сутки лечения в крови коров, больных гепатозом, уровень железа был ниже на 31,0% ( $P < 0,01$ ), свинца – на 16,8% ( $P < 0,05$ ), кадмия – на 23,9 ( $P < 0,05$ ), никеля – на 33,5% ( $P < 0,01$ ) относительно контроля. При этом в крови коров опытной группы повысился уровень содержания эссенциальных микроэлементов (медь, марганец, кобальт, медь) и кальция. Активизация минерального обмена сопровождалась повышением аппетита, нормализацией моторной функции пищеварительного тракта, исчезновением болезненности в области печеночного притупления.

На фоне проведенного лечения в крови опытной группы больных остеодистрофией коров на 60-е сутки было выявлено снижение уровня железа на 6,7% ( $P < 0,05$ ), никеля – на 15,8% ( $P < 0,05$ ), свинца – на 41,3 ( $P < 0,001$ ),

кадмия – в 2,3 раза ( $P < 0,001$ ) относительно контрольных величин. На 60-е сутки лечения уровень меди был выше контроля в 4,0 раза ( $P < 0,001$ ), цинка – в 2,4 раза ( $P < 0,001$ ), а кобальта, наоборот, ниже на 18,9% ( $P < 0,05$ ). На фоне предложенной схемы лечения в сыворотке крови коров опытной группы наблюдалась нормализация кальций-фосфорного отношения. Содержание кальция было выше контрольных величин на 57,7% ( $P < 0,001$ ), магния – на 27,6% ( $P < 0,001$ ), а фосфора, наоборот, ниже на 19,0% ( $P < 0,001$ ). Отмеченная нормализация способствовала повышению продуктивных качеств животных и нормализации клинического статуса животных: улучшение качественных показателей кожи и шерстного покрова, моторной функции пищеварительного тракта. Необходимо отметить, что состояние костяка не изменилось.

Сочетанное применение в рационе больных ацидозом коров вермикулита и дрожжевой культуры И-сак<sup>1026</sup> оказало положительное влияние на биохимические показатели крови и рубцового пищеварения в течение всего экспериментального периода, наиболее выраженные на 60-е сутки лечения. В этот период в крови животных выявили снижение уровня токсических элементов и повышение эссенциальных относительно фоновых показателей и показателей контрольной группы. Так, концентрация никеля была ниже на 40,9% ( $P < 0,001$ ), свинца – на 32,3% ( $P < 0,01$ ), кадмия – на 19,3% ( $P < 0,001$ ), чем в крови животных контрольной группы. При этом отмечалось повышение в крови коров уровня меди на 23,5% ( $P < 0,001$ ), марганца – на 18,9% ( $P < 0,001$ ), кобальта – на 12,0% ( $P < 0,05$ ), цинка – на 26,6% ( $P < 0,001$ ) относительно контроля. На фоне проводимой детоксикационной терапии на 60-е сутки наблюдалась нормализация минерального и углеводного обменов, а также показателей, характеризующих рубцовое пищеварение: повышение активной реакции среды на 24,9% ( $P < 0,01$ ), увеличение количества инфузорий на 65,5% ( $P < 0,001$ ) против 19,6% в контроле. Изменилось также клиническое состояние животных: нормализовался аппетит, моторная функция преджелудков и кишечника, установилась регулярная жвачка и отрыжка, что проявлялось повышением молочной продуктивности.

Проведенные исследования позволили сделать следующее заключение.

1. На территориях экологического благополучия в объектах внешней среды содержание



тяжелых металлов превышает значения ПДК и МДУ, а уровень эссенциальных микроэлементов не позволяет обеспечить потребность животных в необходимых микронутриентах.

2. В крови коров, находящихся на экологически загрязненных территориях, выявлено аномальное содержание всех химических веществ (тяжелые металлы, эссенциальные микроэлементы).

3. У коров проявляются признаки незаразных заболеваний, среди которых доминируют гепатоз, остеодистрофия, ацидоз рубца и др. У одного животного могут присутствовать признаки нескольких патологий.

4. Сочетанное применение минерального энтеросорбента вермикулита, обладающего высокими детоксикационными и ионообменными свойствами, и других методов симптоматической, заместительной терапии можно рекомендовать как способ лечения массовых заболеваний коров на техногенно загрязненных территориях.

#### Выводы

Проведенные исследования позволяют заключить, что одной из причин развития незаразных заболеваний у животных в условиях техногенеза являются повышенный уровень солей тяжелых металлов в объектах внешней среды на фоне низкого уровня эссенциальных микроэлементов. Эти болезни имеют широкое распространение среди поголовья животных. При проведении диагностического этапа диспансеризации этот момент необходимо обязательно учитывать. Комплексное лечение животных с применением вермикулита позволяет снизить токсическое влияние солей тяжелых металлов на организм и добиться нормализации клинико-гематологических показателей у высокопродуктивных коров.

#### Рекомендации

В условиях экологического неблагополучия обязательно проводить исследование объектов внешней среды на содержание в них солей тяжелых металлов и микроэлементов, а для лечения животных, больных незаразными патологиями, обязательно в схему терапии включать минеральный энтеросорбент вермикулит в дозе 0,1 г/кг живой массы в течение 15 дней на протяжении 15 суток.

#### Список литературы

1. Эколого-биологические особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза

/ И. А. Шкуратова, И. М., Донник, А. Г. Исаева, А. С. Кривоногова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 366–369.

2. Папуниди К. Х. Техногенные загрязнения окружающей среды как фактор заболеваемости животных // Ветеринарный врач. 2000. № 2. С. 56–60.

3. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / АН СССР. 1957. С. 3–7.

4. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных / Н. А. Уразаев, В. Я. Никитин, А. А. Кабыш. М. : Агропромиздат, 1990. 271 с.

5. Гертман А. М., Максимович Д. М., Кирсанова Т. С. Техногенные факторы Урала – опасность для здоровья животных и людей: физико-химические показатели продуктов убоя при незаразной патологии коров // Ветеринарный вестник. 2009. № 8 (100). С. 5.

6. Гертман А. М., Самсонова Т. С. Итоги диспансеризации среди молочных коров в зоне экологического неблагополучия // Биотехнология: токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность : сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности. Казань, 2010. С. 524–526.

7. Гертман А. М., Самсонова Т. С., Ишменев В. И. Лечение коров при остеодистрофии в условиях Южного Урала // Ветеринария. 2012. № 1. С. 43–46.

8. Гертман А. М., Самсонова Т. С., Федин А. Ю. Лечение хронического ацидоза рубца в условиях природно-техногенной провинции Южного Урала // Ветеринария. 2014. № 12. С. 39–41.

9. Роль экологических факторов в развитии незаразной патологии в условиях технологической провинции Южного Урала / А. М. Гертман [и др.] // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана: современные подходы развития АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 135-летию академии. Казань, 2008. Т. 194. С. 37–41.

10. Самсонова Т. С. Распространение и особенности лечения незаразной патологии крупного рогатого скота в условиях экологического неблагополучия // Ветеринарный врач. 2017. № 3. С. 57–60.

11. Шарабрин И. Г. Профилактика нарушений обмена веществ у молочных коров. М. : Колос, 1975. 304 с.





---

12. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / под ред. проф. И. П. Кондрахина. М. : КолосС, 2004. 520 с.

13. Грибовский Г. П. Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале. Челябинск. 1996. 224 с.

---

**Самсонова Татьяна Сергеевна**, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: tkirsanova1@gambler.ru.

\* \* \*

## AGRICULTURAL SCIENCES

### Scientific basis of resource-saving tillage systems in the field crop rotations of the southern Urals

A. A. Ageev, Y. B. Anisimov, E. L. Kalugina

In the present work the comparative analysis of the leached chernozem fertility indicators, of grain crops productivity and of field crop rotations productivity with their various saturation at the dump, combined, minimum and no-till farming systems in the conditions of the Northern forest-steppe agrolandscape of the Southern Ural is resulted. The maximum value of available soil moisture corresponds to no-till farming with the preservation of stubble and mulching layer of straw cutting. The density index of leached chernozem addition was in the optimal range for the growth and development of crops in all systems of tillage and averaged 1.14–1.15 g/cm<sup>3</sup>. The resource-saving no-till farming is inferior to the action of the blade and combined systems under the conditions of nitrogen feeding regime of plants in the field crop rotation. Calculations of plant residue (straw) receipt show that in the field crop rotations of forest-steppe agrolandscapes remains an average of 3.53–4.2 per 1 hectare of arable land, with the highest rate of no-tillage system of grain-grass crop rotation. The tillage intensity decrease is accompanied by increased clogging of crops of grain crops. A limiting and regulating management factor of crop infestation in resource-saving tillage systems is the mandatory use of a tank mixture of herbicides of different action spectrum. No-tillage system by the effect of cleaning crops of grain crops from weeds as close as possible to the action of the combined system. It is revealed that the most productive is the six-pole grain-grass crop rotation, built on the type of fruit exchange. In terms of profitability, the most effective were the minimum and zero tillage systems. The indicator was 184–188 %, respectively, due to lower production costs per 1 hectare of sowing.

*Keywords:* grain crops, tillage system, field crop rotation, soil moisture, density of the composition of the soil, the biological activity of the soil, the contamination of crops, crop residues, crop yield, crop rotation productivity, efficiency, profitability.

#### References

1. Belenkov A. I. Principy` resursosberezheniya v pochvozashhitnom zemledelii Rossii // Pochvozashhitnoe zemledelie v Rossii : sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashh. 45-letiyu Vseros. NII zemledeliya i zashhity` pochv ot e`rozii (g. Kursk, 15–17 sentyabrya 2015 g.) / FGBNU VNIIZiZPE`. Kursk, 2015. S. 77–81.
2. Orlova L. V. Organizacionno-e`konomicheskie osnovy` i e`ffektivnost` sberegayushhego zemledeliya. Samara : OOO «E`lajt», 2009. 204 s.
3. Py`xtin I. G., Gostev A. V. Sistematizaciya obrabotok pochvy` v sovremenny`x agrotexnologiyax // Pochvozashhitnoe zemledelie v Rossii : sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashh. 45-letiyu Vseros. NII zemledeliya i zashhity` pochv ot e`rozii (g. Kursk, 15–17 sentyabrya 2015 g.) / FGBNU VNIIZiZPE`. Kursk, 2015. S. 252–258.
4. Vrazhnov A. V., Ageev A. A., Anisimov Yu. B. Sovershenstvovanie obrabotki pochvy` v adaptivno-landshaftnom zemledelii Chelyabinskoy oblasti // APK Rossii. 2015. T. 72/1. S. 68–71.
5. Vrazhnov A. V. Adaptivnaya intensivnaya sistem zemledeliya na Yuzhnom Urale : monografiya. Chelyabinsk : ChGAU, 2002. 272 s.
6. Sistemy` zemledeliya dlya razlichny`x agrolandshaftov Chelyabinskoy oblasti. Chelyabinsk : GNU Chelyabinskij NIISX, 2011. 145 s.
7. Dospexov B. A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovaniy. Izd. 5-e, dop. i pererab. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
8. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. Metody` issledovaniy fizicheskix svojstv pochv i gruntov. M. : Agropromizdat, 1986. 416 s.
9. Milashhenko N. Z. Bor`ba s sornyakami na polyax Sibiri. Omsk : Zapadno-Sibirskoe kn. izd-vo, 1978. 131 s.
10. Resursosberegayushhie sposoby` obrabotki pochvy` v adaptivno-landshaftnom zemledelii Zaural`ya / pod obshh. red. S. D. Gileva. Kurtamy`sh : GUP «Kurtamy`shskaya tipografiya», 2010. 194 s.



11. Na puti k bespluzhnomu zemledeliyu / pod obshh. red. S. D. Gileva. Kurtamy`sh : GUP «Kurtamy`shskaya tipografiya», 2015. 312 s.
12. Xolmov V. G., Yushkevich L. V. Intensifikaciya i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri : monografiya. Omsk : Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2006. 369 s.
13. Vrazhnov A. V., Ageev A. A., Anisimov Yu. B. Sovershenstvovanie obrabotki pochvy` v adaptivno-landshaftnom zemledelii Chelyabinskoj oblasti // APK Rossii. 2015. T. 72/1. S. 68–71.
14. Kislov A. V. Biologizaciya zemledeliya i resursosberegayushhie texnologii v adaptivno-landshaftny`x sistemax stepnoj zony` Yuzhnogo Urala : monografiya. Orenburg : Izd. centr OGAU, 2012. 268 s.
15. Povy`shenie e`ffektivnosti zemledeliya Zaural`ya v zasushlivy`x usloviyax / V. A. Telegin [i dr.]. Kurtamy`sh : GUP «Kurtamy`shskaya tipografiya», 2013. 231 s.
16. Levin F. I. Kolichestvo rastitel`ny`x ostatkov v posevax polevy`x kul`tur i ego opredelenie po urozhayu osnovnoj produkcii // Agroximiya. 1977. № 8. S. 36–42.
17. Ageev A. A. Obosnovanie sistem sevooborotov i obrabotki pochvy` dlya ustojchivogo i rentabel`nogo proizvodstva vy`sokokachestvennogo zerna yarovoj pshenicy // Problemy` agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ix resheniya : sb. nauch. tr. / pod red. V. A. Lippa. Chelyabinsk : ChGAU. Vy`p. 4. S. 134–141.

**Ageev Anatolij Aleksandrovich**, Cand. agricultural Sciences, head of laboratory agrolandscape agriculture, FEDERAL state scientific institution “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: ageev.aa62@mail.ru.

**Anisimov Yuriy Borisovich**, Cand. of agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agrolandscape agriculture, FEDERAL state scientific institution “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: anisimov.1964@bk.ru.

**Kalugina Elena Leonidovna**, Junior researcher of the laboratory of agrolandscape agriculture, FEDERAL state scientific institution “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### **Monocrop sowing of spring wheat in the transition from the dump tillage system to no-till**

**Y. B. Anisimov, A. A. Ageev, A. V. Vrazhnov**

Presented in this paper results are obtained on the basis of the stationary field experiment of FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”. The article presents a comparative analysis of the yield of monocrop cultivated spring wheat during the transition from the dump tillage system to no-till. For the analysis are taken the yield index of spring wheat at 2007–2013 periods according the dump tillage system (data of L. P. Shatalina) and at 2014–2017 periods according the no-till system. In the transition to the no-till system, there was no decrease in the yield of permanently cultivated spring wheat, which is associated with the improvement of water and temperature conditions of the soil. At the beginning of the second decade of may, against the background of the dump tillage system, the amount of productive moisture in the soil was 48 mm more than by no-till. Before sowing, these indicators were already close in value and amounted to 141 and 144 mm respectively. The average temperature in the tilth-top soil by no-till system was 4.1 °C lower than by the dump. When applying the no-till system, such quality indicators as protein content were reduced by 1.5% against the background without mineral fertilizers, by 1.8% with the use of mineral fertilizers and gluten by 5.3% and 3.8%, respectively.

*Keywords:* monocrop culture of spring wheat, no-till system, yield, mineral fertilizers, grain quality, profitability.

#### **References**

1. Korotkix N. A., Vlasenko N. G., Kastyuchik S. P. Vlogoobespechennost` yarovoj pshenicy pri texnologii No-Till v Lesostepi Priob`ya // Zemledelie. 2013. № 3. S. 21–23.

2. Neobxodimoe posobie po texnologii No-tillSANTFA / pod red. Roe`n V. Re`jnbou i De`nisa V. Sli. 27 s.

3. Stepanova Yu.V. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy` na mikrobiotu i urozhajnost` ozimoj pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh`ya : avtoref. Kinel`, 2012. 23 s.

**Anisimov Yuriy Borisovich**, Cand. of agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agrolandscape agriculture, FEDERAL state scientific institution "Chelyabinsk research Institute of agriculture".

E-mail: anisimov.1964@bk.ru.

**Ageev Anatolij Aleksandrovich**, Cand. agricultural Sciences, head of laboratory agrolandscape agriculture, FEDERAL state scientific institution "Chelyabinsk research Institute of agriculture".

E-mail: ageev.aa62@mail.ru.

**Vrazhnov Aleksander Vasil`evich**, corresponding member of RAS, Deputy Director on innovation and research and innovation activities, FSBI "Chelyabinsk research Institute of agriculture".

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### **Splitting of traits in the offspring of Siberian crab apple, *Malus baccata*, *Malus niedzwetzkiiana***

**N. V. Glaz, L. V. Ufimceva, A. A. Vasil`ev**

In the article, on the basis of morphological differences, the questions of the genetic homogeneity of the Siberian crab apple variety seeds, which has been zoned since 1947 in the West Siberian and East Siberian regions as the main seed stock and individual apple tree species of the species *Malus baccata*, *Malus niedzwetzkiiana*, are considered. The results confirming the splitting of the characteristics of the initial variety in the seed progeny are made on the basis of the difference in the biometric indices obtained as a result of measuring the vegetative growth, the diameter of the stem, the analysis of the morphological structure of the leaves. Evaluation of the seed progeny of the Siberian crab apple according to the alignment of the seedlings, their approach to vaccination, homogeneity of its progeny is given. There is a noticeable lag in the development of the seed progeny of Siberian crab apple within the populations of the seed progeny of the hybrid hamster, and the species of the apple tree, *Malus baccata*, and *Malus niedzwetzkiiana*. When comparing the nature of the growth in the seed and vegetatively propagated progeny of Siberian crab apple conclusion about a more intensive development of the proprietary material was made. It has been suggested that higher rates of development of vegetative progeny are possibly associated with a more pronounced development of the lobe of the root system in vegetative offspring during planting in the field and more rapid adaptation during transplantation. It is suggested that the heterogeneity of the seed progeny of Siberian crab apple can be the reason for the varying degree of compatibility of individual varieties, and is manifested in different degrees of viability of seedlings and trees in each specific case of interaction of genotypes of stock and graft.

*Keywords:* Siberian crab apple, *Malus baccata*, *M. niedzwetzkiiana*, variability in offspring.

#### **References**

1. Mazunin M. A. Podvoi dlya yablonovy`x sadov Yuzhnogo Urala // Ural`skie nivny`. 1972. № 12. S. 24–25.
2. Kalinina I. P. Ranetka purpurovaya // Pomologiya: v 5 t / pod obshh. red. E.N. Sedova ; Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut selekcii plodovy`x kul`tur. Orel, 2005. S. 422–423.
3. Eremin G. V., Sedov E. N. Osnovy` pomologii // Pomologiya: v 5 t / pod obshh. red. E. N. Sedova ; Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut selekcii plodovy`x kul`tur. Orel, 2005. S. 7–21.

**Glaz Nikolaj Vladimirovich**, candidate of agricultural sciences, South-Ural scientific research institute of horticulture and potato.

E-mail: uyniisk@mail.ru.



**Ufimceva Larisa Victorovna**, candidate of biology sciences, assistant professor, South-Ural scientific research institute of horticulture and potato.

E-mail: uyniisk@mail.ru.

**Vasil'ev Aleksander Anatol'evich**, Doctor of Agricultural Sciences South-Ural scientific research institute of horticulture and potato.

E-mail: uyniisk@mail.ru.

## Racespecific resistance of wheat to loose smut

**A. A. Gryaznov**

The study of world wheat collection of VIR promotes the release of effective resistance donors to diseases, including a specialized parasite – loose smut (*Ustilago tritici* (Pers.) Iens.). The purpose of the research was to create a Bank of source material for inclusion in the breeding process of wheat in forest-steppe zone of the country. Immunological analysis of samples subjected to the 125 and 564 solid sample of soft spring wheat. The assessment was carried out on an artificial infectious background using the vacuum method of inoculation of ears dusty smut spores. As inoculum were used fresh chlamydospores of the most common and virulent races 38, 43, isolated from durum wheat sowings and races 21, 37, 44, 45, allocated from the sowings of soft wheat in forest-steppe zone of the southern Urals and adjacent areas of Northern Kazakhstan. Laboratory and field research methods were used. A laboratory method was to study the embryonic resistance accessions of the collection. Sowing infected seeds in the field was determined by field resistance of the studied material. As a result was found 30.3% of the varieties of hard and soft wheat with high embryonic and field resistance to specific races of the pathogen. Among the highlighted material, significant breeding value have the age-resistant samples of hard wheat – κ-44663 from France, κ-33941, κ-44747 from Italy and soft wheat – κ-45200 from Bulgaria, κ-38203 from Sweden with a target plate of the embryo and the absence of the disease in the field. In the preparation of breeding programs special attention is drawn to the samples of soft wheat κ-44842 from Belgium and κ-45295 from the USA with a negative reaction to the introduction of mycelium of the parasite in the seed germ and the absence of lesions in the field.

*Keywords:* breeding wheat, source material, loose smut.

### References

1. Vavilov N. I. Selekcija kak nauka // Teoreticheskie osnovy` selekcii: v 3 t. / pod red. N. I. Vavilova. M.; L.: GIZ s.-x. sovx. i kolx. lit-ry`, 1935. T. 1 : Obshhaya selekcija rastenij. S. 1–14.
2. Van der Plank Ya.E. Ustojchivost` rastenij k boleznjam. M.: Kolos, 1972. 254 s.
3. Gryaznov A.A. Teoreticheskie i prikladny`e aspekty` immuniteta v selekcii zernovy`x kul`tur: monografiya. Chelyabinsk, 2005. 173 s.
4. Panfilov A. E`, Kazakova N. I. E`ffektivnost` ispol`zovaniya atmosfery`x faktorov pri razlichny`x srokax poseva kukuruzy` v lesostepi Zaural`ya // Kukuruzi i sorgo. 2010. № 3. S. 7–10.
5. Vliyanie grafitosoderzhashhix produktov na polevuyu vsxozhest` semyan i urozhajnost` yarovoj pshenicy i kukuruzy` / A. A. Shabunin, O. S. Batraeva, S. M. Krasnozhan, N. A. Telichkina // Sel'skoxozyajstvenny`e nauki – agropromy`shlennomu kompleksu Rossii: mater. Mezhdunar nauch.-prakt. konferencii (Miasskoe, 2017) / pod. red. prof., d-ra s.-x. nauk M. F. Yudina. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2017. S. 147–152.
6. Gubanov M. V., Gubanova V. M., Belkina R. I. Ustojchivost` obrazcov kolekcii yachmenya k zabolevaniyam v Severnom Zaural'e // Materialy` Vseros. nauch.-prakt. konf.«Agroekologicheskie i organizacionno-e`konomicheskie aspekty` sozdaniya i e`ffektivnogo funkcionirovaniya e`kologicheskij stabil`ny`x territorij». Cheboksary`, 2017.S. 36–39.
7. Nacional`ny`j standart Rossijskoj Federacii. GOST R 52325-2005. M., Standartinform, 2005. 19 s.
8. Yarovaya pshenica v Vostochnoj Sibiri (biologiya, e`kologiya, selekcija i semenovodstvo, texnologiya vozdel`vaniya) / pod red. N. G. Vedrova; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 1998. 312 s.



9. Kratkij obzor fitosanitarnoj obstanovki v Chelyabinskoj oblasti v 2016 godu i prognoz rasprostraneniya i razvitiya vredny`x ob`ektov v 2017 godu / Filial FGBU «Rossel`xozcentr» po Chelyabinskoj oblasti. Chelyabinsk, 2017. 145 s.

10. Krivchenko V. I. Metodika opredeleniya zarazhennosti semyan pshenicy i yachmenya py`l`noj golovnej. M., 1971. 9 s.

**Gryaznov Anatolij Aleksandrovich**, doctor of agricultural Sciences, senior researcher, Professor of Department of agrotechnology, breeding and seed production, Institute of Agroecology – branch of the South Ural state agrarian UNIVERSITY.

E-mail: granal@yandex.ru.

## **Morphological structure of chernozem soils of forest-steppe and steppe zones of Chelyabinsk region**

**I. A. Zakharova, H. S. Yumashev**

The purpose of the presented studies carried out under the program of monitoring soils for agricultural purposes is to analyze the morphological structure of Chernozem soils of the Chelyabinsk region on the example of sections laid under this program. The soil in the monitoring area is identical to the main type, subtype and type of soil in the possibly larger surrounding area of this natural area. During the research was made topographic and geodetic reference of stationary reference sites in order to use them in the future to perform similar works, the presence of geographical coordinates for each soil section allows you to quickly and accurately determine their location. The article presents a morphological description of soil sections laid under the monitoring agricultural soils program in different areas of the Chelyabinsk region on virgin lands and arable land. The results of the studies showed differences in the structure of Chernozem soils. This applies to the soil-forming rocks of different soil subtypes. Soil-forming breed of ordinary black soils represented by brown carbonate clay, black soil leached - carbonate medium and light loam, South - yellow-brown calcareous clay. There was noted the difference in morphological structure of arable and virgin soils. In virgin soils the structure in the horizon A and in most cases clumpy and clumpy-granular, and on arable land the structure of the same horizon changes to clumpy-silty.

*Keywords:* soil cutting, monitoring of agricultural land, chernozem soil, comparative analysis, morphological structure, particle-size distribution, parent material, soil texture, virgin soil, arable soil.

### **References**

1. Gurenev M. N. Osnovy` zemledeliya: uchebnik. M.: Agropromizdat, 1988. 478 s.
2. Vershinin P. V. Pochvennaya struktura i usloviya ee formirovaniya. M. ; L.: Izd-vo AN SSR, 1985. 188 s.
3. Pochvy` Chelyabinskoj oblasti i ix agrolesomelioracii / V. M. Kretinin [i dr.]. Chelyabinsk, 2010. 273 s.
4. Kushnirenko Yu. D. Plodorodie pochvy` i puti ego regulirovaniya // Rekomendacii po osvoeniyu adaptivno-landshaftny`x sistem zemledeliya Chelyabinskoj oblasti / RASXN. ChNIISX. Chelyabinsk, 1996. S. 66–73.
5. Kozachenko A. P. Obosnovanie priemov racional`nogo ispol`zovaniya, obrabotki i melioracii zemel`sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya Chelyabinskoj oblasti. Chelyabinsk, 1999. 145 s.
6. Aderixin P. G., Shherbakov A. I. Vliyanie dlitel`nogo sel`skoxozyajstvennogo ispol`zovaniya chernozemov na nekotory`e e`lementy` plodorodiya // Problemy` pochvovedeniya, agroximii i melioracii. Voronezh: VGU, 1973. S. 49–69.
7. Kushnirenko Yu. D. Chelyabinskaya oblast` // Agroximicheskaya xarakteristika pochv SSSR. T. 8. M.: Nauka, 1968. S. 219–273.
8. Kozachenko A. P. Sostoyanie pochv i pochvennogo pokrova Chelyabinskoj oblasti po rezul`tatam monitoringa zemel`sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya. Chelyabinsk, 1997. 112 s.
9. Lecture Notes on the Major Soils of the world / Ed. By Paul Driessen, Jozef Deckers, Freddi Nachtergaele // FAO of the United Nations. Rome, 2001.



10. Sen`kova L. A. Sostoyanie pochv Yuzhnogo Urala i problemy` ix ispol`zovaniya // Agrarny`j vestnik Urala. 2008. № 4. S.61–62.
11. Kosty`chev P. A. Pochvy` chernozemnoj oblasti Rossii, ix proisxozhdenie, sostav i svojstva. M.: Sel`xozgiz, 1949. 230 s.
12. Kushnirenko Yu. D. Chelyabinskaya oblast` //Agroximicheskaya xarakteristika pochv SSSR. T. 8. M.: Nauka, 1968. S. 219–273.
13. Sen`kova L. A. Sostoyanie pochv agrolandshaftov Yuzhnogo Urala v srede antropogenogo vozdejstviya i problema ix ispol`zovaniya // Nauka i texnologii. M.: RAN, 2008. T. 2 : Trudy` 28 Rossijskoj shkoly`. S. 244–250.

**Zakharova Irina Aleksandrovna**, Cand. Biol. Sciences, researcher of laboratory of agricultural chemistry monitoring of soils and mass analyses, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Yumashev Haris Sadrajevich**, Cand. of agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural chemistry, monitoring of lands and mass analyses, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### **Selection of maize hybrids and optimal terms of their harvesting in the middle Ural**

**N. N. Zezin, M. A. Namyatov, V. Pelevin**

The analysis of sowing terms influence of harvesting and hydrothermal conditions on silage productivity and forage value of green mass of different hybrids maize in the conditions of the middle Ural is given. In favorable weather conditions years with the sum of positive temperatures at 2400 °C during the period from may to September corn hybrids Kubanskii 101 SV and Obskii 140 SV have reached a stage of milky-wax ripeness of grain by the end of the second decade of August. In 2010, by August 19, the share of grain in the harvest of dry matter in the hybrid Obskii 140 SV was 29.2% when sowing on may 15, the hybrid Kubanskii 101 SV – 30.9% when sowing on may 25. In less favorable years (2100-2200 °C) the quality of corn mass increased with the postponement of harvesting from late August to the second or third decade of September. In the hybrid Kubanskii 101 SV in 2009-2011, the starch content in the dry matter was 14-16% at the end of August – early September, in the third decade of September - 34-38%, in other hybrids, characterized by FAO numbers 130-170 respectively 4-11% and 19-31%. The greatest effect of late harvesting is noted in variants where maize plants by the end of August reach the phase of milk ripeness of the grain. Thus, in 2011, harvesting on August 23 at the earliest sowing (may, 5) of four hybrids with FAO numbers 120-170 provided the average highest dry matter content – 24,3%, with late sowing (may, 26) – only 18,8%; harvesting on September, 21 contributed to an increase in the dry matter content by 7,7% and 3,0%, that is, up to 32,0 and 21,8%, respectively.

*Keywords:* corn, hybrid, time of harvesting, weather, dry matter, starch, yield.

#### **References**

1. Itogi i perspektivy` vozdely`vaniya kukuruzy` na silos v Sverdlovskoj oblasti / N.N. Zezin [i dr.] // Niva Urala. 2012. № 7–8. S. 2–4.
2. Osobennosti vozdely`vaniya rannespely`x gibridov kukuruzy` na Urale /N.N. Zezin [i dr.]. Ekaterinburg, 2012. 54 s.
3. Kazakova N. I. Differenciaciya apikal`ny`x meristem ul`trannego i rannespelogo gibridov kukuruzy` v lesostepi Yuzhnogo Zaural`ya // Kukuza i sorgo. 2011. № 4. S. 31–33.
4. Eremin D. I., Demin E. A. Agroekologicheskoe obosnovanie vy`rashivaniya kukuruzy` na zerno v usloviyax lesostepnoj zony` Zaural`ya // Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural`ya. 2016. № 1 (32). S. 6–11.

5. Kukuруза на Урале : монография / N. N. Zezin [i dr.]; pod obshh. red. N. N. Zezina, A. E. Panfilova. Ekaterinburg: Ural'skoe izd-vo; FGBNU «Ural'skij NIISX», 2017. 204 s.
6. Kukuруза (vy`rashhivanie, uborka, konservirovanie i ispol`zovanie) / D. Shpaar [i dr.]; pod obshh. red. D. Shpaara. M.: ID OOO «DUN Agrodelo», 2009. 390 s.
7. Kazakova N. I. Organogenez i produkcionny`j process ul`trannego i rannespelogo gibridov v svyazi so srokami poseva v severnoj lesostepi Zaural`ya: avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Perm`, 2012. 8 s.
8. Panfilov A. E., Ivanova E. S. Dinamika vlazhnosti zerna kukuрузы` v svyazi s gidrotermicheskimi usloviyami // Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo centra UrO RAN. 2008. № 1. S. 87.
9. Ivanova E. S., Panfilov A. E. Dinamika vlazhnosti zerna kukuрузы` kak funkciya pogodny`x uslovij // Kukuруза i sorgo. 2013. № 3. S. 7–11.
10. Perspektivy` i problemy` vy`rashhivaniya zernovoj kukuрузы` v zasushlivom Zaural`e / S.D.Gilev [i dr.] // Kukuруза i sorgo. 2014. № 2. S. 3–7.
11. Panfilov A.E. Produktivny`j potencial kukuрузы` i faktory` ego realizacii v lesostepi Yuzhnogo Zaural`ya: dis. ... d-ra s.-x. nauk. Chelyabinsk, 2005. 352 s.
12. Kazakova N.I. Ocenka kachestva silosa v zavisimosti ot skorospelosti gibridov kukuрузы` i sroka poseva // Vestnik ChGAA. 2012. T. 62. S. 92–95.
13. Produktivnost` gibridov kukuрузы` v zavisimosti ot gustoty` i sroka poseva v usloviyax Srednego Urala / S. K. Mingalev [i dr.] // Niva Urala. 2008. № 1. S. 6–7.
14. Reakciya gibridov kukuрузы` na temperaturny`j rezhim v period prorastaniya / A. G. Gorbacheva, I. A. Vetoshkina, A. E. Panfilov, E. S. Ivanova // Kukuруза i sorgo. 2014. № 2. S. 20–24.
15. E`kologicheskaya ocenka gibridov kukuрузы` v period prorastaniya pri rannem i optimal`nom srokax poseva / A. G. Gorbacheva, I. A. Vetoshkina, A. E. Panfilov, E. S. Ivanova // Kukuруза i sorgo. 2015. T. 1. № 2. S. 3–10.

**ZeZin Nikita Nikolaevich**, Dr. agricultural Sciences, Director of FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: nikitazezin@yandex.ru.

**Namyatov Mikhail Aleksandrovich**, Cand. agricultural Sciences, researcher of the Department of agriculture and fodder production, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: info@agroecology.ru.

**Pelevin Vladimir Aleksandrovich**, research associate of the Department of agriculture and feed production, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: pelevin-pva@mail.ru.

### **Productivity of creeping alfalfa seeds depending on the conditions of moisture and solar activity in the Northern forest-steppe**

**V. Y. Kramarenko, A. V. Vrazhnov**

For a long time (1988-2016 yrs) in Chelyabinsk research Institute of agriculture was conducted an ecological test of creeping alfalfa grown on the seeds by the industrial technology with the use of new varieties. Meteorological conditions had a significant impact on seed yield. On average, over the years of study, the yield of seeds was about 78 kg/ha. With the help of regression analysis, it was found that with an increase in the hydrothermal coefficient for the growing season from 0,5 – (dry) to 1,9 – (wetted), the yield of seeds decreases. Significant economic productivity of alfalfa seed from 95 to 350 kg/ha can be obtained with hydrothermic coefficient in a wide range from 0,5 up to 1,5. The relationship between the intensity of solar activity and hydrothermic coefficient during the growing season is established, which allows predicting the onset of arid and humid periods in the 11-year solar cycle in the farms of the Northern forest-steppe.

*Keywords:* Medicago sativa, industrial technology, meteorological conditions, hydrothermal coefficient (HTC), solar activity Wolf numbers, seed yield, vegetative period.



## References

1. Goncharov P.L., Lubencz P.A. Biologicheskie aspekty` vozdeley`vaniya lyucerny`. Novosibirsk: Nauka, 1985. 256 s.
2. Artyukov N.V. Donnik i lyucerna na Yuzhnom Urale. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skoe izd-vo, 1972. 104 s.
3. Gubajdullin X.G., Enikeev R.S. Lyucerna na korm i semena. M.: Rossel'hozizdat, 1982. 110 s.
4. Vanyukov N.F., Makarova G.I. Lyucerna v Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk: Zapadno-Sibirskoe kn. izd-vo, 1968. 138 s.
5. Pesenko Yu.A. Lyucernovaya pchela –listorez Megachile rotundata i ee razvedenie dlya opy`leniya lyucerny`. L.: Nauka, 1982. 136 s.
6. Whitfield G. H., Richards K. W. Temperature-dependent development and survival of immature stages of the alfalfa leafcutter bee, Megachile rotundata (Hymenoptera: Megachilidae) // Apidologie. 1992. V. 23. P. 11–23.
7. Maksimov A.A. Trebuetsya nestandartny`j podxod //Kolos Sibiri. 1980. №11.
8. Berxin Yu., Chagina E. E`kologicheskoe prognozirovanie na sluzhbu sel'skomu xozyajstvu //Kolos Sibiri. 1981. №16.
9. Puti povыsheniya ustojchivosti sel'skoxozyajstvennogo proizvodstva v zasushlivy`x usloviyax Chelyabinskoy oblasti //Materialy` oblastnoj nauch.-prakt. konf.(26.01.99g.). Chelyabinsk, 1999. 38 s.
10. Smirnova I.I. Mnogoletnyaya izmenchivost` klimata i prognozirovanie sistemy` pogoda – urozhaj (na primere Zapadnogo Zabajkal`ya): avtoref. dis. ...kand. s.-x. nauk / Buryatskaya gos. s.-x. akademiya. Ulan-Ude`, 2009. 23 s.
11. Tipovaya industrial'naya texnologiya vy`rashhivaniya lyucerny` na semena v Omskoj oblasti (rekondacii proizvodstvu). Omsk, 1986. 21 s.
12. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Kolos, 1973. 335 s.
13. Zaripova G.K. Rol` mnogoletnix trav v reshenii kormovoj problemy` Bashkortostana // «Rezervy` povыsheniya e`ffektivnosti agropromy` shlennogo proizvodstva: materyu nauch.-prakt. konf. «Agrokompleks-2004» (24–27 fevralya) / BNIISX. Ufa, 2004. S.186–189.
14. Buyanov E.V. 24-j cikel solnechnoj aktivnosti. Rezhim dostupa : [www.mountain.ru](http://www.mountain.ru).

**Kramarenko Vladimir Yakovlevich**, Cand. agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agrolandscape agriculture, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: [chniisx2@mail.ru](mailto:chniisx2@mail.ru).

**Vrazhnov Alexander Vasil'evich**, corresponding member of RAS, Deputy Director on research and innovation activities, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: [chniisx2@mail.ru](mailto:chniisx2@mail.ru).

## Selection of common barley in the Southern Urals

**Yu. P. Pryadun**

The purpose of the present research on spring barley breeding is to create varieties of high-productive common barley for the conditions of the Southern Urals, which have a number of economically valuable features and biological properties with high technological indicators of grain quality. The main method of creating a hybrid material for the common barley selection is intraspecific hybridization of ecological and geographically distant forms of barley. The world collection of spring barley of the Russian research Institute of plant growing named by N. I. Vavilov and local breeding materials are widely used as a source material. For the period of 2006-2017 years in FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture” was created a advanced multirow barley breeding material for fodder and food usage. At all stages of the selection process there is a advanced line of multi-row barley for grain productivity in excess of two-rowed varieties standart on 10-26%. On the basis of crop variety testing competitive and the grain quality evaluation, multi-row selection line Ricotense 225C141 entitled the variety Nurgush was passed for public



testing in 2018. This variety has a high and stable yield, and in unfavorable, cold years with excessive moisture and dry conditions forms a grain yield higher than the standard variety of 0.56-0.77 t / ha. The maximum yield obtained in variety in competitive variety station testing in 2017 of 6.77 t/ha, exceeding the standard variety Chelyabinsk 99 of 0.77 t/ha. In ecological crop variety testing 2016–2017 of FSUE “Troitskoe” (southern forest-steppe), a new variety Nurgush for lying fallow and grain predecessors by the productivity was at the level with the best registered two-row varieties of spring barley Chelyabinsk 99, Omsk 95 and Sasha.

*Keywords:* selection of common spring barley, source material, perspective selection material, crop variety testing, ecological variety testing, new variety of multi-row barley.

### References

1. Gosudarstvennyy`j reestr selekcionny`x dostizhenij, dopushhenny`x k ispol`zovaniyu. Sorta ras-tenij. M., 2017. T. 1. 483 s.
2. Pryadun Yu.P. Rezul`taty` i perspektivy` selekcii yarovogo yachmenya v Chelyabinskoj oblasti // APK Rossii. 2016. T. 23. № 5. S. 953–960.
3. Surin N.A. Itogi izucheniya skorospely`x yachmenej v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraja // Tr. Krasnoyar. NIISX. Krasnoyarsk, 1967. T. 4. S. 92–100.
4. Surin N.A., Andronova T. M., Lyaxova N.E. Napravleniya i rezul`taty` selekcii yachmenya // Selekcija i semenovodstvo. 1979. №6. S.10–11.
5. Surin N. A., Lyaxova N. E. Selekcija yachmenya v Sibiri. Novosibirsk: RASXN SO; Enisej, 1993. 292 s.
6. Zaushincena A. V. Obosnovanie parametrov modeli sortov yachmenya i sposoby` ee realizacii v processe selekcii // Selekcija, semenovodstvo i texnologiya vozdel`vaniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur: sb. nauch. tr. / Kem. NIISX RASXN. Kemerovo, 2001. Vy`p. 2. S. 11–18.
7. Pakul` V. N. Texnologicheskie priemy` intensivkacii vozdel`vaniya ozimoj rzhi i yarovogo yachmenya v lesostepi Kuzneczkoy kotloviny`: avtoref. dis. ... d-ra s.-x. nauk. Barnaul, 2009. 33 c.
8. Kovrigina L. N., Stepanyuk G. Ya. Osobennosti stroeniya steblya i produktivnosti shestiryadny`x i dvuryadny`x sortov yachmenya // Vestnik Kem. GU. 2013. Vy`p. 2(10). S. 23–30.
9. Parfenova V. A. Selekcionnaya ocenka shestiryadny`x i dvuryadny`x form yachmenya // Selekcija sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur na skorospelost`, xolodostojkost`, zimostojkost`: mater. nauch.-metod. konf. Novosibirsk, 2008. 168 s.
10. Zaushincena A. V. Selekcija yarovogo yachmenya v usloviyax Kuzneczkoy kotloviny` Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. Kemerovo, 2001. 47 s.
11. Pryadun Yu. P. Selekcija yarovogo yachmenya v Chelyabinskoj oblasti // Osvoenie adaptivno-landshaftny`x sistem zemledeliya na Yuzhnom Urale :mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. posvyashh. 80-letiyu GNU Chelyabinskij NIISX Rossel`xozakademii (g. Chelyabinsk, 1 avgusta 2014 g.). Chelyabinsk, 2014. S.144–154.

**Pryadun Yuri Petrovich**, head of the laboratory of plant breeding of barley, FSBI «Chelyabinsk research Institute of agriculture».

E-mail: yuriy.pryadun@mail.ru.

### Results of wheat breeding in the Chelyabinsk research Institute of agriculture in the years 2015-2017

**V. A. Tyunin, E. R. Shreyder, N. P. Bondarenko**

The purpose of the research was to create and study the source and breeding material for the production of high-yielding and resistant to abiotic and biotic factors of soft spring wheat samples. The results of competitive variety trials of spring wheat in FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture” in 2015-2017 are indicated. Tab experiments and assessments conducted by the method of state variety testing. Promising for yield were early maturing variety Chelyaba early (3,26 t/ha), the mid Chelyaba 75 (3,73 t/ha) and the new variety Silach ( 4,53 t/ha). Are given the descriptions of new varieties





of Chelyaba early and Ural cuckoo included in the Register of selection achievements allowed for use in the Ural region in 2016 and varieties Silach, located on the state variety testing. In 2017, this genotype was studied under production conditions in the southern forest-steppe zone of the Chelyabinsk region, in LLC “SiLaCH”. The superiority of the varieties of spring soft wheat Silach for yield (3,99 t/ha) compared to the mid standard of Chelyaba 75 0,95 t/ha, and medium Chelyaba Yubileynaya – 1,38 t/ha is noted. Yields above 3,0 t / ha in arid vegetation period can be considered a good result and it serves as a high assessment of drought resistance of these varieties. Two new varieties Chelyaba 80 and the memory of Madame Odintsova are transferred to the state variety testing. Registered breeding varieties of FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture” in 2017 was used in the Russian Federation on the area more than 0,5 million hectares. In the Chelyabinsk region of varieties of soft spring wheat were cultivated at the area of 253458 hectares, which was 48% of the crops of registered varieties.

*Keywords:* breeding, spring soft wheat, variety, yield, brown and stem rust.

### References

1. Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Kurganskoj oblasti. Kurtamy`sh : GUP «Kurtamy`shskaya tipografiya», 2012. 494 s.
2. Metodika gosudarstvennogo sortoispy`taniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur. M.,1985. 270s.
3. Metodika gosudarstvennogo sortoispy`taniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur. M.,1989. 194s.
4. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat: *Puccinia triticina* Erikss. *Phytopathology*. 1926;16:89–120.
5. Peterson R.F., Cambell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. J. Res.* 1948; 26: 496–500.
6. Izuchenie ustojchivosti zernovy`x kul`tur i rasovogo sostava vzbuditelej golovnevny`x boleznij : metod. ukazaniya / pod red. V.I. Krivchenko. L., 1978. 108s.
7. Krivchenko V.I. Metody` izucheniya ustojchivosti zernovy`x kul`tur k vzbuditelyam golovnevny`x zabolevanij. L.: VIR,1972. 59 s.
8. Kojshibaev M.,ShamaninV.P., MorgunovA.I. Skrining pshenicy na ustojchivost` k osnovny`m boleznjam: metod. ukazaniya. Ankara, 2014. 64s.
9. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
10. Geshele E`.E`. Osnovy` fitopatologicheskoy ocenki v selekcii rastenij. M.: Kolos, 1978. 206 s.

**Tyunin Vladimir Aleksandrovich**, Dr. agricultural Sciences, head of laboratory of wheat breeding, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Shreyder Ekaterina Robertovna**, PhD. agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of wheat breeding, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Bondarenko Nadezhda Petrovna**, candidate agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of wheat breeding, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### Prospects for the use aerogydroponic method of growing mini-tubers of potatoes in artificial lighting conditions

**E. P. Shanina, M. A. Stafeeva, A. N. Kovalev**

The article shows the essence aerogydroponic method of growing mini-tubers in conditions of artificial lighting. The aim of the research was to study the growth and development of plant biomass of potatoes and dynamics of tuber varieties with different maturity when grown in aerogydroponic module. As a test of potato varieties were used: early variety of Lux and medium early variety Gornyak.

During the growing season was carried out phenological observations over growth and development of plants. The research identified that the timing of the onset of phenological phases of growth and development of plants of studied varieties varied significantly, that the result was affected by the quantitative yield of tubers. Received mini-tubers had a shape characteristic of the variety. The yield of tuber fractions of more than 15 mm in diameter, obtained from plants of the variety Lux, amounted to 19,2%. For the variety Gornyak this fraction was absent. Tubers with visual signs of fungal or bacterial diseases were found. The first and second run aeroponic install in the experiment we used two solutions of different composition are included in them macro - and micronutrients. As a result the composition of the nutrient solution had a significant effect on the growth and development of plants. In this regard it is necessary to conduct selection of optimum nutrient media depending on the phenological growth phases and plants development, to take into account varietal characteristics of the process of tuber formation.

*Keywords:* potatoes, mini-tubers, aeroponic install, the nutrient solution, the total salt content (EC), the pH level, light mode.

### References

1. Priemy` povыsheniya produktivnosti kartofelya v pitomnikax original'nogo semenovodstva / N. A. Kurejchik, I. M. Zaboronok, S. V. Sokol, L. K. Zhiveto // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshhevodstvu»; redkol.: S. A. Turko (gl. red.) [i dr.]. Minsk, 2013. T. 21. Ch. 2. S. 72–80.
2. Martirosyan Yu. Cz. Ae`roponny`e texnologii: perspektivy` proizvodstva ozdorovlennogo semennogo kartofelya // Kartofel`naya sistema. 2014. № 1. S. 30–32.
3. Perspektivy` ispol'zovaniya ae`roniki v proizvodstve ozdorovlennogo semennogo materiala kartofelya / V. G. Reuczkij [i dr.] // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshhevodstvu»; redkol.: V. G. Ivanyuk (gl. red.) [idr.]. Minsk, 2007. T. 13. S. 107–113.
4. Soffer H., Burger D. W Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots // J. Am. Soc. Horticult. Sci. 1988. Vol. 113. P. 218–221.
5. Martirosyan Yu. Cz. Ae`roponny`e texnologii v pervichnom semenovodstve kartofelya – preimushhestva i perspektivy` // Kartofelevodstvo : sb. nauch. tr. : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Metody` biotexnologii v selektsii i semenovodstve» / GNU VNIIKX Rossel' xozakademii. M., 2014. S. 175–179.
6. Terent`eva E. V., Tkachenko O. V., Grevceva E. S. Dinamika formirovaniya biomassy` rastenij kartofelya v ae`roponnoj ustanovke // Evrazijskij Soyuz Ucheny`x. 2015. № 7–6 (16). S. 120–122.
7. Texnologiya proizvodstva isxodnogo semennogo materiala kartofelya / A. I. Adamova [i dr.] // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / RUP «Belorusskij NII kartofelevodstva»; redkol.: S. A. Banady`sev (gl. red.) i dr. Minsk: Merlit, 2002. Vy`p. 11 S. 187–225.
8. Semenova Z. A., Xady`ko O. N., Podobed N. I. Osobennosti vy`rashhivaniya mini-klubnej kartofelya v usloviyax ae`roniki s primeneniem pitatel`ny`x rastvorov na osnove sredy` Murasige-Skuga // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshhevodstvu»; redkol.: S. A. Turko (gl. red.) [i dr.]. Minsk, 2013. T. 21. Ch. 2. S. 152–159.
9. Martirosyan Yu. Cz. Fotosintez i produktivnost` rastenij kartofelya pri dopolnitel`nom obluchenii nizkoe`nergeticheskim svetom l 625 nm / Yu. Cz. Martirosyan, A. A. Kosobryuxov, V. D. Kreslavskij, O. S. Melik-Sarkisov // Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr. / RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshhevodstvu»; redkol.: V. G. Ivanyuk (gl. red.) [i dr.]. Minsk, 2007. T. 13. S. 65–72.
10. Tkachenko O. V. Ae`ronika – novaya texnologiya v semenovodstve kartofelya // Gubernskie vesti. 2015. № 49. S. 4.
11. Xutinaev O. S., Anisimov B. V., Yurlova S. M. Gidroponnoe vy`rashhivanie mini-i mikroklubnej s primeneniem razlichnogo spektra osveshheniya // Materialy` V nauch.-prakt. konf. «Sostoyanie i perspektivy` innovacionnogo razvitiya sovremennoj industrii kartofelya». Cheboksary`, 2013. S. 92–96.
12. Otazu V. Manual on quality seed potato production using aeroponics // International Potato Center (CIP). Lima, Peru, 2010. 44 p.
13. Mini-klubni metodom ae`rogidroponiki / O. S. Xutinaev, B. V. Anisimov, S. M. Yurlova, A. A. Meleshin // Kartofel`iovoshibi. 2016. № 11. S. 28–30.



14. Simakov E. A. Novy`e texnologii proizvodstva ozdorovlennogo isxodnogo materiala v e`litnom semenovodstve kartofelya. M., 2000. 80 s.

15. Banady`sev S. A. Texnologii proizvodstva mini-klubnej kartofelya: chto predpochest`? // Agrar-noe obozrenie. 2012. № 6 (34). S. 20–21.

**Shanina Elena Petrovna**, Dr. Sci (Agriculture), selection and technology center for potatoes, FGBNU «Ural Research Institute for Agriculture».

E-mail: shanina08@yandex.ru.

**Stafeeva Maria Alexandrovna**, Cand. Sci (Agriculture), selection and technology center for potatoes, FGBNU «Ural Research Institute for Agriculture».

E-mail: stafeeva-marija@mail.ru.

**Kovalev Alexei Nikolaevich**, junior researcher selection and technology center for potatoes, FGBNU «Ural Research Institute for Agriculture».

E-mail: shanina08@yandex.ru.

### **Monitoring of the mobile phosphorus content in the field crop rotation of the Southern Urals forest-steppe**

**L. P. Shatalina, A. V. Vrazhnov**

The purpose of the research was to determine the degree of change in the mobile phosphorus content in the soil layer of 0-20 cm under the condition of long-term application of mineral fertilizers. The research objectives included: to establish the effectiveness of the effect of long-term application of fertilizers in the rotation on the mobile phosphorus content in the soil layer of 0-20 cm in various crop rotations and permanent sowing of spring wheat. Monitoring changes in the content of mobile phosphorus in 35 years in the soil layer of 0-20 cm of leached Chernozem shows that the content of mobile phosphorus is determined by the intensity of use of arable land in crop rotation, fertilizers system and the conditions that support the supply of plants phosphorus at the secondary level in all variants of the studied crop rotations in conditions of forest-steppe agrolandscapes of the Chelyabinsk region. Observations of the content of mobile phosphorus in the soil layer 0-20 cm showed that the assimilation of mobile phosphorus for the entire period of research on average for all variants of crop rotations in the soil layer 0-20 cm on the background of NP is intensive, compared with background P by 16%. The most positive dynamics of the content of mobile phosphorus in the soil layer 0-20cm was observed in the grain bipolar rotation and four-field grain, against the background of applying only phosphate fertilizers (P), reaching in 2013 the level of 119-120 mg/kg. Monitoring changes in the content of mobile phosphorus in the conditions of forest-steppe agrolandscapes of the Chelyabinsk region for 35 years in the soil layer of 0-20 cm of leached Chernozem shows that the greatest differences for the factor year (S) of 57.5 mg/kg, due to the factor a background of fertilizer (C) of 6.53 mg/kg, due to the element rotation (A) of 5.1 mg/kg.

*Keywords:* crop rotation, monitoring, background of fertilizer, the residual effect of fertilizers, leached Chernozem, the dynamics of the content of mobile phosphorus.

#### **References**

1. Fosfatny`j rezhim chernozema tipichnogo v zavisimosti ot intensivnosti ego ispol`zovaniya / V. B. Azarov, P. G. Akulov, V. D. Solovichenko, B. F. Azarov // Agroximiya. 2003. № 8. S. 13–25.
2. Podvizhnost` ostatochny`x fosfatov i fosfatnaya bufernost` chernozema tipichnogo / B. S. Nosko [i dr.] // Agroximiya. 2004. № 6. S. 5–10.
3. Sistema udobreniya, produktivnost` kul`tur i plodorodie chernozema vy`shhelochennogo / A. V. Dedov, N. I. Pridvorev, V. V. Verzilin, L. P. Kuzneczova // Agroximiya. 2004. № 5. S. 36–46.

4. Neby'tov V. G. Vliyanie superfosfata i fosforitnoj muki pri ezhegodnom i zapasnom vnesenii na agroximicheskie svoystva pochv i urozhajnost' kul'tur sevooborota // *Agroximiya*. 2012. № 3. S. 25–31.
5. Akulov P. G. Vosproizvodstvo plodorodiya i produktivnost' chernozemov. M.: Kolos, 1992. 223 s.
6. Plodorodie chernozemov Rossii / pod red. N. Z. Milashhenko. M.: Agrokonsalt, 1998. 688 s.
7. Chekmarev P. A., Lukin S. V. Monitoring plodorodiya paxotny'x pochv central'no-chernozemny'x oblastej Rossii // *Agroximiya*. 2013. № 4. S. 11–22.
8. Gamzikov G. P., Barsukov P. A. Vliyanie predshestvuyushhej udobrennosti pochvy` na balans azota vnov` vnesenny'x udobrenij // *Agroximiya*. 2001. № 7. S. 13–22.
9. Afanas'ev R. A., Merzlaya G. E. Soderzhanie podvizhnogo fosfora v pochvax pri dlitel'nom primenenii udobrenij // *Agroximiya*. 2013. № 2. S. 30–37.
10. Kryuchkov A. G., Eliseev V. I., Abdrashitov R. R. Dinamika sodержaniya podvizhnogo fosfora v chernozeme oby'knovennom pod posevom yarovoj tverdoj pshenicy v dlitel'nom stacionarnom opy'te // *Agroximiya*. 2013. № 3. S. 32–35.
11. Minakova O. A., Aleksandrova L. V., Mel'nikova M. G. Dinamika fosfornogo rezhima chernozema vy'shelochennogo pri dlitel'nom primenenii udobrenij v zernoparopropashnom sevooborote lesostepi Cz.Ch.R. // *Agroximiya*. 2013. № 5. S. 9–18.
12. Texnologii obrabotki pochvy` v agrolandshaftnom zemledelii Yuzhnogo Zaural'ya: rekomendacii / pod red. A. V. Vrazhnova; sost. V. N. Bragin [i dr.] ; RASXN, GNU Chelyabinskij NIISX. Chelyabinsk, 2010. 15 s.
13. Vrazhnov A. V. O sovershenstvovanii sistem zemledeliya na Yuzhnom Urale // Sovershenstvovanie sistemy` zemledeliya Yuzhnogo Urala: mater. koordinacz. sojeta po razrabotke i vnedreniyu adaptivno-landshaftny'x sistem zemledeliya. Chelyabinsk, 2012. S. 3–11.
14. Koncepciya razrabotki adaptivno-landshaftny'x sistem zemledeliya Chelyabinskoj oblasti / pod red. A. V. Vrazhnova ; ChNIISX. Chelyabinsk, 1994. 57 s.
15. Gluxix M. A. Sevooboroty` Yuzhnogo Zaural'ya : monografiya. Chelyabinsk, 2008. 324 s.
16. Bragin V. N., Yumashev X. S. Izmenenie fosfatnogo rezhimavy'shelochennogo chernozema pri dlitel'nom primenenii udobrenij // *Materialy` Vseros. konf. uchrezhd.-uchastn. Geograficheskoy seti opy'tov s udobreniyami (26–27 iyunya 2012 g.) «Sostoyanie i puti povy'sheniya e'ffektivnosti issledovanij v sisteme geograficheskoy seti opy'tov s udobreniyami. M. : VNIIA, 2012. S. 54–57.*
17. Sinyagin I. I. Agrotexnicheskie usloviya vy`sokoj e'ffektivnosti udobrenij. M.: Rossel'hozizdat, 1980. 222 s.
18. Sdobnikova O. V. Fosforny'e udobreniya i urozhaj. M. : Agropromizdat, 1985. 108 s.
19. Ermoxin Yu. I. Diagnostika pitaniya rastenij. Omsk, 1995. 207 s.
20. Xramczov I. F. Sistema primeneniya udobrenij i vosproizvodstvo plodorodiya pochv v polevy'x sevooborotax lesostepi Zapadnoj Sibiri :avtoref. dis. ... d-ra s.-x. nauk. Omsk, 1997. S. 29–30.

**Shatalina Lyubov Petrovna**, Cand. agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agrolandscape agriculture, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: lubashatalina@mail.ru.

**Vrazhnov Alexander Vasiljevich**, corresponding member of RAS, Deputy Director on research and innovation activities, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### **The impact of methods of straw utilization on the microbiological activity of leached chernozem**

**H. S. Yumashev**

In long-term stationary experience of Geographical experiments network with fertilizers of the Russian Federation the estimation of influence of different ways of straw utilization and crop residues to the microbiological activity of leached chernozem is given. Experiments were carried out on permanent sow-





ing of spring wheat on fertilized and unfertilized backgrounds. As a result of researches it is established that the plowdown of non-grain part of the harvest in the initial stages of the experiments inhibits the activity of microbiological processes in the soil. In the future, the inhibition process fades and there is an activation of microbiological processes. The influence of agrometeorological conditions of the vegetation period on the microbiological activity of the soil is established, in particular in arid and waterlogged conditions, it decreases. Nitrogen fertilizers at the beginning of the study have little effect on the activity of biological processes in the soil, in consequence there is an increase in biological activity, especially in the variant with the plowing of straw and stubble.

*Keywords:* microbiological activity, cellulose, protease, Azzi coefficient, organic residues, bacteria, starch-and-ammonia agar, MPA, nitrogen fertilizers.

### References

1. Tuev N. A. Mikrobiologicheskie processy` gumusobrazovaniya. M. : VO Agropromizdat, 1989. 234 s.
2. Vyaznikovskaya Yu. M., Popova Zh. P., Voronova N. T. Vliyanie polevy`x sevooborotov, sistem obrabotki pochvy` i vneseniya solomennoj rezki na biologicheskij rezhim i plodorodie pochvy` Severnogo Zaural`ya // Trudy` VNIi s.-x. mikrobiologii. 1988. T. 58. S. 100–105.
3. Konceptiya optimizacii organicheskogo veshhestva pochv v agrolandshaftax / V. I. Kiryushin [i dr.]. M. : Izd-vo MSXA, 1993. 96 s.
4. Ponomareva V. V., Plotnikova T. A. Gumus i pochvoobrazovanie. L.: Nauka, 1980. 221 s.
5. Yakovchenko V. P., Samojlova E. M. Vliyanie rezhima uvlazhneniya na gumifikaciyu rastitel`ny`x ostatkov v chernozeme // Agropochvovedenie i plodorodie pochv : Vsesoyuznaya nauch. konf. : tez. dokladov «Organicheskoe veshhestvo v pochvoobrazovanii i plodorodii pochv». L., 1988. S. 46.
6. Beresteczkiy O. A., Vyaznikovskaya Yu. M., Popova Zh. P. Izmenenie mikrobnny`x kompleksov dernovo-podzolistoj pochvy` pod vliyaniem dlitel`noj monokul`tury` yarovoj pshenicy // Mikrobiologiya. 1980. № 6. S. 990–994.
7. AczciDzh. Sel`skoxozyajstvennaya e`kologiya. M. ; L. : Sel`xozgiz, 1959. 479 s.
8. Makarov B. N. K metodike opredeleniya intensivnosti vy`deleniya SO<sub>2</sub> iz pochvy` // Pochvovedenie. 1970. № 5. S. 119–122.
9. Zvyaginцев D. M. Metody` pochvennoj mikrobiologii i bioximii. M.: MGU, 1980. 223 s.
10. Kamarceva L. G., Tarasova L. S. Soloma kak faktor, ugnelayushhij mikrobiologicheskuyu aktivnost` pochvy` // Nauchny`e osnovy` povy`sheniya plodorodiya pochv. Perm`, 1982. S. 102–107.
11. Beresteczkiy O. A., Zubez T. P. Vliyanie sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur na chislennost` mikroflory` i biologicheskuyu aktivnost` dernovo-podzolistoj pochvy` // Pochvovedenie. 1981. № 1. S. 94–99.
12. Beresteczkiy O. A., Ermolina A. V. Chislennost` i biomassa mikroorganizmov v dernovo-podzolistoj pochve pod yarovoj pshenicej i goroxom // Pochvovedenie. 1991. № 8. S. 120–127.
13. Klevenskaya I. L., Naplekova N. N. Ispol`zovanie mikrobiologicheskix pokazatelej dlya ocenki svojstv pochv // Problemy` Sibirskogo pochvovedeniya. Novosibirsk: Nauka, 1977. S. 175–186.
14. Chuprova A. I. Aktivnost` karbogidraz v dernovo-podzolisty`x pochvax s razlichny`m sodержaniem gumusa // Sb. dokl. simp. po fermentacii pochv. Minsk: Nauka i texnika, 1968.
15. Mishustin E. N., Nikitin D. I. Vetrov I. S. Pryamoj metod opredeleniya summarnoj proteaznoj aktivnosti pochv. Minsk: Nauka i texnika, 1968. 112 s.
16. Metodologicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovanij v dlitel`ny`x opy`tax s udobreniyami /pod red. V. D. Pannikova. M.: VIUA im. Pryanishnikova, 1983. Ch. 2. S. 143–146.
17. Oberländer H. E. Die Erhaltung des humusgleichgewichtes in intensive genutzten ackerböden // DieFörderungsdienst. 1979. V. 27. H. 1. S. 16–19.

**Yumashev Haris Sadrajevich**, Cand. of agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural chemistry, monitoring of lands and mass analyses, FSBI “Chelyabinsk research Institute of agriculture”.

E-mail: chniisx2@mail.ru.



## TECHNICAL SCIENCES

### Device for controlling of neutral conductor breaks in 0.38 kV networks

A. V. Belov, Yu. P. Ilyin, A. P. Smirnov

Neutral conductor breaks in 0.38 kV networks, usually used for power supply of residential premises, create an excess of permissible voltage in phase conductors and cause failures of refrigerators, washing machines and other household appliances containing electric motors, with both direct threat to life and health of people and danger from fire being posed. Several devices for controlling of neutral conductor breaks being developed, they proved either to be complicated or fail to meet the requirements for operating conditions. In practice, only the voltage-sensitive relay has been distributed, which disconnects the consumer of electric power when the specified voltage level is exceeded. However, the voltage-sensitive relay, protecting the consumer of electric power, does not reveal the cause of the voltage increase. Therefore, a device for controlling of neutral conductor breaks is developed to be sensitive to the difference between the zero load point potential and the ground potential determined with an artificial zero point. The certain value of the potential difference indicates a neutral conductor break. The electrical model of the device is developed. The device and various modes of its operation are tested. The device is established to be highly sensitive and reacts both to neutral conductor breaks and to breaks of any electric line phases. The device can also be effectively used in the training process to demonstrate the operation of a 0.38 kV voltage three-phase network in emergency modes. The device is simple in design and can be manufactured on the basis of commercially available residual current devices (RCDs).

*Keywords:* neutral conductor, grounding system, residual current device, grounded neutral, isolated neutral, zero point potential.

#### References

1. Serezhin K. S. Razrabotka sposoba i adaptivnogo ustroystva kontrolya parametrov nulevogo provoda vozduzhnyh liniy 0,38 kV: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk: YUUrGU, 2010.
2. A. s. № 714562 SSSR. Ustroystvo dlya tokovoy zashchity uchastka trekhfaznoy linii ot obryva odnogo iz faznyh provodov / V. I. Sukmanov [i dr.], Byul. № 5.
3. Sagutdinov R. Sh., Krasnikov V. I., Golovatskiy V. G. Protection of electric networks of 0.38 kV in case of wire break, Power Stations. 1982. № 7. Pp. 56–58.
4. Patyu № 2498322 RF. Schetchik elektricheskoy energii s zashchitnym otklyucheniem / V. I. Vinokurov, V. N. Zykov, A. V. Grigor'eva; opubl. 10.11.2013.
5. The counter of active and reactive energy three phase SE 303 // Operation Manual. Stavropol : CJSC "Electrotechnical Plants "Energomera", 2012. 65 p.
6. Counters electrical energy // Catalogue. Stavropol : CJSC "Electrotechnical Plants "Energomera", 2013. 32 p.
7. Electric power meters Multifunctional 4TM.03M-SET, SET-4TM.02M // Manuals. Nizhny Novgorod: JSC "SSPU named after M.V. Frunze", 2014. 90 p.
8. Selivahin A. I., Kobazev V. P., Zhelihovskiy H. M. Zashchita vozduzhnoy linii elektroperedachi 0,38 kV ot obryva faznogo provoda // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva. 1985. № 7. Pp. 55–57.
9. Dubov A. L. Metodika rascheta rezhimov i kompleksnaya zashchita vozduzhnyh liniy napryazheniem do 1 kV: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Ekaterinburg: UPI, 1992. 21 p.
10. A. s. № 1417097 SSSR. Ustroystvo dlya zashchity linii elektroperedachi / V. A. Andreev, I. O. Karpov, A. L. Dubov, A. L. Buymister, Byul. № 30. 2 p.
11. Pat. № 2230415 RF. Ustroystvo kontrolya nepreryvnosti nulevogo provoda v vozduzhnyh liniyah 0,4 kV / D. A. Aparov, A. I. Sidorov, V. A. Petrov, V. V. Druzhinin; opubl. 10.06.2004. 5 p.
12. Kostruba S. I. CHeloveka zashchitit UZO pri avariayah na vozduzhnyh liniyah elektroperedachi // Novosti elektrotehniki. 2004. № 1 (25).
13. Pat. № 2273936 R F. Ustroystvo zashchitnogo otklyucheniya / E. V. Halin, S. I. Kostruba, D. I. Skrebkov; opubl. 10.04.06. 4 p.



14. Ershov A. M. Metody i sredstva zashchity elektricheskikh setey napryazheniem 380 V ot obryvov faznyh i nulevogo provodov v vozduzhnoy linii // *Elektrobezopasnost'*. 2015. № 4. Pp. 39–53.

15. Elektrotekhnicheskaya kompaniya MEANDR. Katalog produktsii. Rezhim dostupa: <http://meandr.ru/files/files/style/katalog-meandr-2018.pdf>.

16. Katalog produktsii kompanii DigiTOP. Umnyy tok. Rezhim dostupa: [catalog/rele-napryazheniya-din-reyku.html](http://catalog/rele-napryazheniya-din-reyku.html).

**Belov Alexander Vladimirovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Energy Supply and Automation of Technological Processes”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: [belovav00@mail.ru](mailto:belovav00@mail.ru).

**Ilyin Yury Petrovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Energy Supply and Automation of Technological Processes”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: [U-ilyin@mail.ru](mailto:U-ilyin@mail.ru).

**Smirnov Arseny Pavlovich**, student, educational program specialization “Power supply”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: [tammalwork@gmail.com](mailto:tammalwork@gmail.com).

### **Optimization of the electrostatic method for smoking fish**

**V. A. Butorin, V. V. Selunsky, R. V. Banin, K. Zh. Yabykov**

The paper contains information on the existing methods and types for smoking of fish products, with the comparative characteristics of hot and cold smoking products being given, the classification of all smoking methods being shown, the mechanism and methods for the smoke fume production and its composition being described. Formulas for calculating the sedimentation rates of smoky preparation particles on a treated surface for different smoking methods are given. The expedience of using electric smoking technology for fish is substantiated, the theoretical dependence of the smoke fume deposition rate on the electric field strength being presented. The existing factory plants for electrostatic smoking are analysed, their shortcomings being given. The construction of the electrostatic smoking unit UEK-1 is proposed to be modernised by using a remote smoke generator for smoldering. The drawings of the smoke generator and the scheme of its connection with the smoke chamber for different smoking methods are given. The technology for electric smoking of products with the modernized unit, the sequence and procedure of separate operations are shown, the results of testing the manufactured unit when fish (peled) was cold smoked being given.

*Keywords:* smoking, fish products, smoke fume, smoke generator, electric smoking, electric field, electrostatic smoking unit.

### **References**

1. Voskresenskiy N. A., Logunov L. L. *Tekhnologiya rybnih produktov*. M.: Pishchevaya promyshlennost', 1968. 424 p.
2. Mezenova O. Ya., Kim I. N., Bredihin S. A. *Proizvodstvo kopchenyh pishchevyh produktov*. M.: Kolos, 2001. 208 p.
3. Abdrafikov S. N., Selunskiy V. V. *Proizvodstvo ryboproduktov*. Chelyabinsk: CHGAU, 2002. 280 p.
4. *Ryba i rybnye produkty. Ryba kopchenaya, vyalenaya i sushenaya* // Gosudarstvennye standarty. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1997. 154 p.
5. GOST 11482-2003. *Ryba holodnogo kopcheniya. Tekhnicheskie usloviya*.
6. Kavetskiy G. D., Vasil'ev B. V. *Protsessy i apparaty pishchevoy industrii*. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 2000. 551 p. : il.
7. Selunskiy V. V. *Modernizatsiya elektrostatocheskoy koptil'noy ustanovki* // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva*. 2005. № 8. Pp. 22–24.

8. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. Optimizatsiya protsessa elektrostatičeskogo kopčeniya bezdymnym sposobom // Vestnik KrasGAU. 2013. № 1. Pp. 153–159.
9. Leб L. Osnovnye protsessy elektricheskikh razryadov v gazah. M. ; L. : Gostekhizdat, 1950. 672 s.
10. Levitov V. I., Reshidov I. K., Tkachenko V. M. Dymovye elektrofil'try. M. : Energiya, 1980. 448 s.
11. Mik Dzh., Kregs Dzh. Elektricheskiy proboy v gazah. M. : Izd-vo inostr. lit-ry, 1960. 605 s.
12. Taymanov S. M. Issledovanie i razrabotka sistemy elektroochistki vozduha i dezinfeksii yaits v inkubatore : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1995. 20 p.
13. Rayzvih V. G. Razrabotka i obosnovanie osnovnykh polozheniy po proektirovaniyu apparatov EIT sel'skohozyaystvennogo naznacheniya s uchetom obrazovaniya ozona : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2003. 17 p.
14. Selunskiy V. V., Gerdt I. N., Klassen YU. V. Rezul'taty issledovaniya elektrofil'trov v sistemah ochistki i ventilyatsii vozduha // Nauchnye trudy Kustanayskogo sel'skohozyaystvennogo instituta, yubileynnyy vypusk. Kustanay, 1996. Ch. 1. Pp. 42–45.
15. Popkov V. I. K teorii koronnogo razryada v gazah pri postoyannom napryazhenii // Izvestiya AN SSSR, OTH. 1953. № 5. Pp. 15–16.
16. Bogdanova N. B., Pevchev B. G. Napryazhennost' elektricheskogo polya na chastichno koroniruyushchem elektrode // Izvestiya AN SSSR, Energetika i transport. 1978. №5. Pp. 83–88.
17. Bogdanova N. B., Popkov V. I. Voprosy upravleniya formoy koronnogo razryada na elektrode i probivnykh napryazheniem promezhutka // Izvestiya AN SSSR, Energetika i transport. 1978. № 5. Pp. 89–94.
18. Vereshchagin I. P. Koronnyy razryad v apparatah EIT. M. : Energoatomizdat, 1985. 159 p.
19. Kostikov V. G., Nikitin I. E. Istochniki elektropitaniya vysokogo napryazheniya REA. M. : Radio i svyaz', 1986. 200 p.
20. Vysokovol'tnyy istochnik pitaniya dlya elektrotekhnologicheskikh ustanovok / O. A. Zhunin, A. V. Konoshenko, A. G. Savinovskih, V. V. Selunskiy // Aktual'nye problemy sovremennoy nauki: vzglyad molodykh : sb. tr. VI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh / OU VO «Yuzhno-Ural'skiy institut upravleniya i ekonomiki». 2017. Pp. 431–433.
21. Ustroystvo elektrostatičeskogo kopčeniya UEK-1 «IDILLIYA». Rukovodstvo po ekspluatatsii. Severodvinsk, 2013. 64 p.
22. Materialy saytov: <http://okopchenii.ru/svoimi-rukami/elektrostatičeskaya-koptilnya.html>; <http://domkopchenie.ru/kak-sdelat/elektrostatičeskaya-koptilnya.html>; <http://www.activestudy.info/elektrostatičeskoe-kopchenie-v-rybnyx-konservax/>; <http://www.findpatent.ru/patent/212/2125371.html>.
23. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. Elektrostatičeskaya koptil'naya ustanovka // Vestnik CHelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 2008. T. 53. Pp. 116–119.
24. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. Proizvodstvo kopchenoy ryby v polevykh usloviyah s pomoshch'yu elektrostatičeskoy koptil'noy ustanovki // Vestnik CHGAA 2010. T. 57. Pp. 147–150.
25. Selunskiy V. V., Churin V. Yu. Povyshenie effektivnosti ustanovki elektrostatičeskogo kopčeniya // Vestnik KrasGAU. 2012. № 1. Pp. 182–187.

**Butorin Vladimir Andreyevich**, Dr. Sc. (Engineering), Professor of the department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: butorin\_chgau@list.ru.

**Selunsky Vasily Vyacheslavovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: vas-selunskiy@mail.ru.

**Banin Roman Valerievich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: barom@mail.ru.

**Yabykov Kairat Zhumartovich**, post-graduate student, the Department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: yabykov\_k@mail.ru.



## Identification of hidden failures of electric fuel pumps of mobile energy facilities in agriculture with test diagnosis

A. V. Gritsenko, K. V. Glemba, K. I. Lukomsky, D. B. Vlasov

The paper presents a test method for diagnosing electric fuel pumps (EFPs) of tractors and cars. Test diagnosis provides an abnormal mode of EFP operation, which is provided by changing the supply voltage at the EFP terminals. In the practical part of the work two experiments are considered. They are based on test regimes for diagnosing the GAZ 3110 electric roller fuel pump with a ZMZ-4062 engine, with a capacity of at least 130 l/h, maximum pressure and current pressures of 687 kPa and 6.5, respectively. In the experimental part two main malfunctions of the fuel supply system were simulated, affecting the correct ICE functioning of mobile power means (MPM): 1) clogging of the fuel line – the fuel filter and nozzles; 2) fuel leakage through the end and radial clearances between the rollers and the EFP case. The experiment was carried out at static state of the engine, i.e. with the engine being off. The results are presented for the serial and parallel connection of jets into the fuel main, with their cross-sectional diameters being 1.2 mm, 0.5 mm, 0.3 mm and 0.14 mm. During the first test, it was found that the most sensitive indicator of growing fuel line clogging when diagnosing an EFP is the current strength at an unsteady pressure value. The more the fuel line clogging, the higher the value of the consumed current  $I$ , A. The second test established that the most sensitive indicator for increasing fuel leakages through the gaps caused by EFP diagnosing is the current at an unsteady pressure value. The greater the fuel leakage, the lower the value of the consumed current  $I$ , A. This diagnostic method is recommended to organizations servicing motor vehicles.

*Keywords:* roller EFP, test modes, current strength, pressure, voltage, fuel line, clogging, fuel leaks.

### References

1. Sosnin D. A. Avtotronika. Elektrooborudovanie i sistemy bortovoy avtomatiki sovremennykh legkovykh avtomobiley : ucheb. posobie. M. : SOLON-R, 2001. 272 p.
2. Sosnin D. A., Yakovlev V. F. Noveyshie avtomobil'nye elektronnye sistemy. M. : SOLON-Press, 2005. 240 p.
3. Yakovlev V. F. Diagnostika elektronnykh sistem avtomobilya : ucheb. posobie. M. : SOLON-Press, 2003. 272 p.
4. Exhaust emission from combat vehicle engines during start and warm-up / J. Merkisz, I. Pielecha, Ja. Pielecha, M. Szukalski // Transport Problems. 2011. T. 6. № 2. Pp. 121–126.
5. Discussion of 'estimating vehicle fuel consumption and emissions based on instantaneous speed and acceleration levels' closure / V. K. Monocha, G. Saini, H. Rakha, K. Ahn // Journal of Transportation Engineering. 2003. T. 129. № 5. P. 578.
6. Magaril E. R., Magaril R. Z., Bamburov V. G. Specific features of combustion in gasoline-driven internal combustion engines // Combustion, Explosion, and Shock Waves. 2014. T. 50. № 1. Pp. 75–79.
7. Eriksson L., Nielsen L. Ionization current interpretation for ignition control in internal combustion engines // Control Engineering Practice. 1997. T. 5. № 8. Pp. 1107–1113.
8. Modeling and identification of an electromechanical internal combustion engine throttle body / R. Scattolini [et al.] // Control Engineering Practice. 1997. T. 5. № 9. Pp. 1253–1259.
9. Pulse-packet electron injector for the study of rarefied media / B. A. Snedkov [et al.] // Instruments and Experimental Techniques. 1990. T. 33. № 1 pt 1. Pp. 25–28.
10. Belov A. B., Gumelev V. Yu. Elektromagnitnaya forsunka s vysokovol'tnym upravleniem // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii. 2013. № 10 (30). P. 6.
11. Apparatura vpryska legkogo topliva avtomobil'nyh dvigateley / Yu. I. Budyko [i dr.]. L. : Mashinostroenie (Leningr. otd-e), 1975. 192 p.
12. Verthey M. L. Obosnovanie sposoba razgona dvigatelya s prinuditel'nyim vpryskom topliva i elektricheskim upravleniem toplivopodachey pri provedenii testovogo diagnostirovaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 2 (124). Pp. 112–116.
13. Erohov V. I. Sistemy vpryska benzinovykh dvigateley (konstruktsiya, raschet, diagnostika) : uchebnyk dlya vuzov. M. : Goryachaya liniya-Telekom, 2011. 552 p.



14. Erohov V. I., Makarova M. P. Algoritm i rezul'taty rascheta elektromagnitnoy forsunki benzino-vogo dvigatelya // *Izvestiya MGTU "MAMI"*. 2008. № 2. Pp. 14–19.
15. Gritsenko A. V., Plaksin A. M. Diagnostirovanie sistemy pitaniya DVS. M. : Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva, 2014. № 1. Pp. 24–26.
16. Testovye metody diagnostirovaniya sistem dvigateley vnutrennego sgoraniya avtomobiley : monografiya / A. M. Plaksin [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO YUzhno-Ural'skiy GAU, 2016. 210 p.
17. Diagnostirovanie elektricheskikh benzinovykh nasosov po kompleksnym vyhodnym parametram / A. M. Plaksin [i dr.]. // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014. № 11. Ch. 12. Pp. 2610–2614.
18. Gritsenko A. V. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem pitaniya i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya (eksperimental'naya i proizvodstvennaya realizatsiya na primere DVS avtomobiley) : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk. 2014. 40 p.
19. Gritsenko A. V., Tsyganov K. A. Diagnostirovanie elektricheskikh benzonasosov avtomobiley // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva*. 2013. № 4. P. 22.
20. Razrabotka metoda i sredstva diagnostirovaniya elektromotornasosov sistemy toplivopodachi DVS / A. V. Gritsenko [i dr.] // *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie*. 2015. № 1. P. 40–44.
21. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem toplivopodachi i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, K. I. Lukomskiy, V. V. Volynkin // *Agrarnyy vestnik Urala*. 2014. № 7 (125). Pp. 51–58.
22. Solov'ev R. Yu., Gritsenko A. V., Kukov S. S. Metody i sredstva testovogo diagnostirovaniya sistemy pitaniya dvigateley vnutrennego sgoraniya avtomobiley. *Tekhnologicheskie rekomendatsii*. M. : GOSNITI, 2013. 40 p.
23. Gritsenko A. V., Plaksin A. M. Optimizatsiya protsessa diagnostirovaniya avtotraktornoy tekhniki minimizatsiy zatrat // *APK Rossii*. 2013. T. 63. S. 42–46.
24. Gritsenko A. V., Plaksin A. M., Tsyganov K. A. Razrabotka testovykh sistem diagnostirovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv // *APK Rossii*. 2013. T. 65. Pp. 9–19.
25. Vlasov D. B., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie elektricheskikh nasosov avtomobiley // *Sbornik nauch. tr. po mater. Mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf. «Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika»*. Voronezh, 2015. № 4. Ch. 1 (15–1). Pp. 176–180.
26. Gritsenko A. V., Vlasov D. B., Plaksin A. M. Kompleksnoe diagnostirovanie elektricheskogo benzonasosa sistemy toplivopodachi // *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika*. Voronezh, 2016. T. 4. № 5–4 (25–4). Pp. 239–243.
27. Gritsenko A. V. Razrabotka sredstv i metodov diagnostirovaniya s chastichno parallel'nym rezervirovaniem elementov, a takzhe s ustraneniem lishnih diagnosticheskikh operatsiy i diagnosticheskikh parametrov // *Vestnik KrasGAU*. 2012. № 7. Pp. 120–125.
28. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Razrabotka sredstv i metodov testovogo diagnostirovaniya mashin // *Vestnik KrasGAU*. 2013. № 12. Pp. 185–193.
29. Bakaykin D. D., Kukov S. S., Gritsenko A. V. Tekhnicheskoe obsluzhivanie elementov sistemy toplivopodachi benzinovogo dvigatelya s elektronnoy sistemoy upravleniya // *APK Rossii*. 2006. T. 47. Pp. 10–13.
30. Gritsenko A. V. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem pitaniya i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya: eksperimental'naya i proizvodstvennaya realizatsiya na primere DVS avtomobiley : dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2014, 397 p.
31. Butorin V. A., Tsarev I. B., Guseynov R. T. Otsenka resursa upornogo podshipnikovogo uzla pogruzhnogo elektrodvigatelya // *APK Rossii*. 2017. T. 24. № 5. Pp. 1152–1156.
32. Butorin V. A., Tsarev I. B., Guseynov R. T. Teoreticheskoe obosnovanie resursa upornogo podshipnikovogo uzla pogruzhnogo elektrodvigatelya // *APK Rossii*. 2017. T. 24. № 5. Pp. 1157–1160.
33. Butorin V. A., Guseynov R. T. Ustroystvo krepleniya vibrodatchika k pogruzhnomu elektrodvigatelyu dlya otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya podshipnikovyykh uzlov // *Agroprodukovstvennaya politika Rossii*. 2015. № 1 (37). Pp. 68–70.
34. Butorin V. A., Guseynov R. T. Faktory, vliyayushchie na upornye podshipnikovyye uzly pogruzhnykh elektrodvigatelya // *Perspektivy razvitiya APK v rabotah molodykh uchenykh : sb. mater. regional. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh / Ministerstvo sel'skogo hozyaystva RF FGBOU VPO «Gosudarstvennyy agrarnyy universitet Severnogo Zaural'ya»*. 2014. Pp. 191–195.





35. Planirovanie stendovykh resursnykh ispytaniy upornogo podshipnikovogo uzla i metodika obrabotki rezultatov / V. A. Butorin, R. T. Guseynov, R. V. Yulbaev, M. S. Silkov // Innovatsii i issledovaniya v transportnom komplekse : mater. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. 2014. Pp. 81–83.

36. Butorin V. A., Guseynov R. T Razrabotka elektricheskoy skhemy dlya provedeniya resursnykh ispytaniy upornogo podshipnikovogo uzla pogruzhnogo elektrodvigatelya // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2014. № 3. Pp. 46–49.

37. Butorin V. A., Guseynov R. T. Razrabotka ispytatel'nogo stenda dlya provedeniya resursnykh ispytaniy upornogo podshipnika pogruzhnogo elektrodvigatelya marki PEDV // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 2. Pp. 64–68.

**Gritsenko Alexander Vladimirovich**, Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department “Automobile Transport”, South Ural State University, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

**Glemba Konstantin Vyacheslavovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “Automobile Transport”, South Ural State University, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: glemba77@mail.ru.

**Lukomsky Konstantin Ivanovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “General Technical Disciplines”, Air Force Military Educational and Scientific Centre, Air Force Academy n.a. Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh), the Ministry of Defense of the Russian Federation.

E-mail: klukomsky@mail.ru.

**Vlasov Dmitry Borisovich**, assistant of the Department “Technology and Organization of Technical Service”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

### **Efficiency calculation and introduction of technology for diagnosing mass flow sensors in test modes**

**A. V. Gritsenko, K. I. Lukomsky, K. V. Glemba**

Modern automotive electronics is known to have significantly improved over the past 20 years. The analog elements were replaced by digital ones. Multiplex systems replaced multiple and branched wire harnesses. Sensors and actuators in modern cars have also become digital. However, according to domestic and foreign statistics, failures are mostly caused by these elements of vehicle electronics to be interest for scientists when researching their reliability and developing fundamentally new diagnostic tools and complexes. But the practice proves the task of complete and reliable diagnosis not to be solved, though a large number of devices and complexes have been developed and implemented in auto-service enterprises. In the course of production work, we used various diagnostic instruments and complexes to revealed serious shortcomings in obtaining and analyzing diagnostic information with air-mass flow sensors, the main ones being: 1) poor suitability for diagnostics; 2) low reliability of diagnostics; 3) impossibility of diagnostics on a moving vehicle; 4) high laboriousness of the diagnostic process; 5) significant cost of the diagnostic process. Therefore, the development and implementation of means and technologies for diagnosing air-mass flow sensors for vehicles is of primaty importance today. An integrated approach to designing and developing of means for diagnosing air-mass flow sensors made it possible to create a mobile highly effective diagnostic tool for diagnosing air-mass flow sensors. As methods and means of diagnostics being imperfect, there happen malfunctions and even complete failures of mechanisms and systems that require significant resources for their renewal. Comparative analysis of competitive models of the device has shown the necessity of creating a device that meets the higher requirements

of ergonomics and accuracy. Calculations show the high economic efficiency of the developed method for diagnosing air-mass flow sensors, with the use of the device for diagnosing air-mass flow sensors reducing the laboriousness of the process to low accordingly the costs of its operation. Capital investments necessary for introduction of this device are 4090 rubles, their payback period as one of the key investment factors being 0.32 years. Low cost and ergonomics make the use of the device economically reasonable.

*Keywords:* intake system, sensors, air-mass flow sensor, air supply, diagnostics, efficiency.

### References

1. Startsev A. V., Vagin D. V. Primenenie al'ternativnyh i mnogokomponentnyh topliv v dvigatelyah vnutrennego sgoraniya // Vestnik CHGAA. 2014. T. 68. Pp. 84–87.
2. Startsev A. V., Ivanov A. S. Metodika eksperimental'nyh issledovaniy raboty dizelya na vodo-toplivnoy emul'sii // Agrarnyy vestnik Urala. 2009. № 11. Pp. 123–124.
3. Ageev E. V., Shcherbakov A. V. Diagnostika i instrumental'nyy kontrol' avtotransportnyh sredstv. Kursk : Universitetskaya kniga, 2017. 146 p.
4. Ageev E. V., Sevost'yanov A. L., Kudryavtsev A. L. Povyshenie informativnosti pri opredelenii tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley // Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii : sb. st. IV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Kursk, 2012. Pp. 34–37.
5. Gorban' M. V., Pavlenko E. A. Metody otsenki i sposoby povysheniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti datchikov massovogo raskhoda vozduha dvigatelem // Nadezhnost'. 2017. T. 17. № 4. Pp. 44–48.
6. Ageev E. V., Sevost'yanov A. L., Kudryavtsev A. L. Povyshenie kachestva diagnostiki dvigateley avtomobiley // Mir Transporta i tekhnologicheskikh mashin. 2011. № 3 (34). Pp. 24–27.
7. Sosnin D. A., Yakovlev V. F. Noveyshie avtomobil'nye elektronnye sistemy. M. : SOLON-Press, 2005. 240 p.
8. Tranter A. Rukovodstvo po elektricheskomu oborudovaniyu avtomobiley. SPb. : ZAO "Alfamer Publishing", 1998.
9. Ageev E. V., Altuhov A. YU., Pikalov S. V. Teoreticheskie i normativnye osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley : ucheb. posobie. 2-e izd., pererab. i dop. Kursk : Universitetskaya kniga, 2016. 201 p.
10. Sosnin D. A. Avtotronika. Elektrooborudovanie i sistemy bortovoy avtomatiki sovremennykh legkovykh avtomobiley : ucheb. posobie. M. : SOLON-R, 2001. 272 p.
11. Danov B. A. Elektronnye sistemy upravleniya inostrannykh avtomobiley. M. : Goryachaya liniya-Telekom, 2002. 224 p.
12. Rukovodstvo po ekspluatatsii USB Autoscope III, rukovodstvo po rabote s programmoy USB ost-sillograf. Rezhim dostupa : [http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program\\_usb\\_oscilloscope.pdf](http://www.autoscaners.ru/catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf).
13. Diagnostirovanie sistemy vpuska avtomobil'nykh dvigateley vnutrennego sgoraniya metodami testovogo diagnostirovaniya / A. M. Plaksin [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 8–5. Pp. 1053–1057.
14. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Vzaimosvyaz' konstruktivnogo sovershenstvovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv s metodami diagnostirovaniya ih tekhnicheskogo sostoyaniya // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. № 10–15. Pp. 3373–3377.
15. Butorin V. A. Obespechenie rabotosposobnosti elektrooborudovaniya sel'skohozyaystvennykh predpriyatiy : dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2002. 310 p.
16. Butorin V. A. Ekspluatatsiya i nadezhnost' elektrooborudovaniya : ucheb. posobie. Chelyabinsk : CHGAU, 2009. 168 p.
17. Gritsenko A. V., Larin O. N., Glemba K. V. Diagnostirovanie datchikov massovogo raskhoda vozduha legkovykh avtomobiley // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. : Mashinostroenie. 2013. T. 13. № 2. Pp. 113–118.
18. Gritsenko A. V., Kukov S. S. Opredelenie effektivnosti ispol'zovaniya sredstv tekhnicheskogo diagnostirovaniya s uchetom chastoty otkazov sistem DVS // APK Rossii. 2012. T. 60. Pp. 45–48.
19. Gritsenko A. V. Kontseptsiya razvitiya metodov i sredstv diagnostirovaniya avtomobiley // Materialy LII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk, 2013. Pp. 42–49.
20. Gritsenko A. V. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem pitaniya i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya : avtor. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2014, 40 p.



21. Testovye metody diagnostirovaniya sistem dvigateley vnutrennego sgoraniya avtomobiley : monografiya / A. M. Plaksin [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU, 2016. 210 p.
22. Pat. 2476848 RF. Sposob diagnostirovaniya datchikov massovogo raskhoda vozduha na avtomobile i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / S. S. Kukov, A. V. Gritsenko, K. A. TSyganov, A. V. Gorbunov .№ 2011147026 ; zayavl. 18.11.2011 ; opubl. 10.02.2013, Byul. № 4.
23. Pat. 2474792 RF. Sposob diagnostirovaniya datchikov massovogo raskhoda vozduha avtomobiley i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / S. S. Kukov, A. V. Gritsenko, K. A. TSyganov, A. V. Gorbunov. № 2011128105 ; zayavl. 07.07.2011 ; opubl. 10.02.2013, Byul. № 4.
24. Butorin V. A., TSarev I. B. Otsenka otdel'nyh sostavlyayushchih zatrat, svyazannyh s avariynym rezervom zapasnyh chastey rayonov elektricheskikh setey // Vestnik CHGAA. 2014. T. 70. Pp. 14–17.
25. Butorin V. A., TSarev I. B., Butorin D. V. Raschet ushcherba predpriyatiy po obsluzhivaniyu sel'skih raspredelitel'nyh setey, vyzvannogo defitsitom avariynogo rezerva zapasnyh elementov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. № 12. Pp. 60–62.
26. Butorin V. A. Ekonomicheskaya effektivnost' uskorennoy otsenki posleremontnoy dolgovechnosti ob'ektov elektrooborudovaniya // CHelyabinskomu gosudarstvennomu agroinzhenernomu universitetu – 70 let : tez. dokl. na XL nauch.-tekhn. konferentsii. CHelyabinsk, 2001. Pp. 220–221.

**Gritsenko Alexander Vladimirovich**, Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department “Automobile Transport”, South Ural State University, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

**Lukomsky Konstantin Ivanovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “General Technical Disciplines”, Air Force Military Educational and Scientific Centre, Air Force Academy n.a. Prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh), the Ministry of Defense of the Russian Federation.

E-mail: klukomsky@mail.ru.

**Glemba Konstantin Vyacheslavovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department “Automobile Transport”, South Ural State University, Professor of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet”, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: glemba77@mail.ru.

## STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

### Processing and research of functional properties of local raw materials

**E. V. Vyalykh, A. A. Vekovtsev**

The work presents the materials on processing and research of the functional properties of the shelf fungus growing in Tomsk region, with the chemical characteristics of water and alcoholic extracts obtained on the basis of the fungus being given. Among the organic acids the oxalic one has been identified; among the finial acids the gallic, protocatechinic, p-hydroxybenzoic and sinnamic ones have been found. The antioxidant activity, antimicrobial effects, inhibiting and fungicidal properties of tested extracts are studied, the anti-quorum-sensitive activity, cytotoxicity and antitumor effects being also determined. The results of the studies prove the extracts to have the ability to the antioxidant, antimicrobial and anti-quorum-sensitive activities, an antitumor effect without toxicity for non-tumorous liver cells being shown. The obtained data can be of practical importance when using the shelf fungus for medical preparations and biologically active additives with directed functional properties.

*Keywords:* shelf fungus, processing, water, alcoholic extract, chemical composition, functional properties.

## References

1. Avstrieviskih A. N., Vekovtsev A. A., Poznyakovskiy V. M. Produkty zdorovogo pitaniya: novye tekhnologii, obespecheniya kachestva, effektivnost' primeneniya. Novosibirsk : Sib. univ. izd-vo, 2005. 413 p.
2. Analiticheskie metodiki dlya kontrolya pishchevyh produktov i prodovol'stvennogo syr'ya / pod red. A. B. Belova i S. N. Bykovskogo. M. : Pero, 2014. 232 p.
3. Vinogradova T. A., Gazhev B. N. Prakticheskaya fitoterapiya. M. : EKSMO-Press ; SPb. : Valeri SPD, 2001. 640 p.
4. Vyalyh E. V., Chelnakova N. G. Harakteristika griba chagi i ego ispol'zovanie v proizvodstve ekstraktov dlya lechebnogo i profilakticheskogo pitaniya // APK Rossii. 2017. T. 24. № 3. Pp. 699–705.
5. Gur'yanov Yu. G., Poznyakovskiy V. M. Innovatsionnye produkty zdorovogo pitaniya na osnove mestnogo syr'ya. Kemerovo : Kuzbassvuzizdat, 2013. 191 p.
6. Kindyakova T. V. Chaga – starodavnaya retseptura v suchasnyy kosmetologii // Fitoterapiya v Ukraïni. 2001. № 1–2. Pp. 53–54.
7. Lager' A. A. Fitoterapiya. Krasnoyarsk : Izd-vo Krasnoyarskogo universiteta, 1998. 272 s.
8. Ladygina E. A., Morozova R. S. Fitoterapiya. L. : Meditsina, 1990. 304 p.
9. Metody analiza minornyh biologicheskii aktivnyh veshchestv pishchi / pod red. V. A. Tutel'yana i K. I. Ellera. M. : Dinastiya, 2010. 160 p.
10. Minaeva V. G. Lekarstvennye rasteniya Sibiri. Novosibirsk : Nauka, 1991. 431 p.
11. Poznyakovskiy V. M. Evolyutsiya pitaniya i formirovanie nutrioma sovremennogo cheloveka // Industriya pitaniya. 2017. № 3 (4). P. 5.
12. Chaga i ee lechebnoe primenenie pri rake IV stadii / pod red. P. K. Bulatova, M. P. Berezinoi, M. A. Yakimova. L. : Medgiz, 1959. 333 p.
13. Chereshnev V. A., Poznyakovskiy V. M. Problema prodovol'stvennoy bezopasnosti: natsional'nye i mezhdunarodnye aspekty // Industriya pitaniya. 2016. № 1 (1). Pp. 6–14.
14. Kier I. B. Triterpnes of *Poria oblique* // J. Pharmac. Sci. 1961. № 6. Pp. 471–474.
15. Kubiak R. The influence of extract of *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. on mitoses in *Allium cepa* // Acta Biol/ Cracoviens., Ser. bot. 1960. № 2. Pp. 91–104.
16. Varro E., Tyler Lynn R. Bragy, James E. Robbers. Pharmacognosy. Philadelphia. 1988. 519 p.

**Vyalykh Elena Viktorovna**, undergraduate of the Department of Technology and Catering, South Ural State University (NRU).  
E-mail: [evyalyh@list.ru](mailto:evyalyh@list.ru).

**Vekovtsev Andrey Alekseyevich**, Cand. Sc. (Engineering), Deputy Director General for the Production of the Scientific and Production Association “ArtLife”.  
E-mail: [andrey@artlife.ru](mailto:andrey@artlife.ru).

### **Formulation formula scientific substantiation and the regulated quality indicators of an instant beverage based on local raw materials**

**A. L. Maitakov, E. A. Litvina, V. M. Poznyakovskiy**

The formulation of an instant granulated beverage based on local raw materials of black chokeberry and whey is developed, with the results of the chemical composition investigation of black chokeberry fruit before and after fermentation being presented as a scientific substantiation for its formulation formula. In ripened fruit the content of dry substances is 19.5%, the content of soluble substances in terms of raw material is 16.8%, with sugars being the largest share (11.5%) and tannin, pectin and cellulose amounting to 0.9%, 1.1% and 1.9% respectively. Black chokeberry is shown to contain more mineral substances than currants, raspberries and gooseberries (by 1.4-2 times). In the fruit subjected to fermentation, the level of cellulose, pectin substances and tannin decreased by 2, 4 and 2.5 times respectively, while sugars increasing by 8.7% due to acting pectolytic enzymes. The vitamin and mineral composition of the fruit of black chokeberry is studied before and after enzymatic hydrolysis. The main component of the raw material that was studied is bioflavonoids as their content is 2800-2900 mg/100 g. The conduct-





ed researches made it possible to substantiate the formulation composition of instant granulated jelly, with its quality indicators (organoleptic and physicochemical, including nutritional value) being determined to be regulated. The results of sanitary and toxicological tests on the content of toxic elements, as well as sanitary and hygienic indicators (microbiological contamination) made it possible to find the storage time for instant granulated jelly: no more than 6 months at a temperature of  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  and relative humidity of not more than 75%. The samples of developed products are tested in production conditions to be manufactured by the research and production association "Healthy Nutrition" (Kemerovo).

*Keywords:* formulation formula, instant drink, local raw materials, safety, nutritional value.

### References

1. Gerasimenko N. F., Poznyakovskiy V. M., CHelnakova N. G. Zdorovoe pitanie i ego rol' v obezpechenii kachestva zhizni // *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2016. № 4 (12). Pp. 52–57.
2. Poznyakovskiy V. M. Evolyutsiya pitaniya i formirovaniya nutrioma sovremennogo cheloveka // *Industriya pitaniya*. 2017. № 3. Pp. 5–12.
3. Ekspertiza pishchevykh kontsentratorov. Kachestvo i bezopasnost' / I. YU. Reznichenko, V. M. Poznyakovskiy, A. O. Kambarov, A. M. Popov ; pod obshch. red. V. M. Poznyakovskogo. M. : INFRA-M, 2015. 270 p.
4. Spirichev V. B., SHatnyuk L. N., Poznyakovskiy V. M. Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. *Nauka i tekhnologiya / pod obshch. red. V. B. Spiricheva*. 2-e izd., ster. Novosibirsk : Sib. univ. izd-vo 2005. 548 p.
5. Analiticheskie metodiki dlya kontrolya pishchevykh produktov i prodovol'stvennogo syr'ya / pod red. A. B. Belova, S. N. Bykovskogo. M. : Pero, 2014. 232 p.
6. Metody analiza minornykh biologicheskikh aktivnykh veshchestv pishchi / pod red. V. A. Tutel'yana, K. I. Ellera. M. : Dinastiya, 2010. 160 p.
7. Maytakov A. L. Teoreticheskie osnovy obespecheniya kachestva funktsional'nykh elementov pishchevykh mashin na osnove formirovaniya modeley tekhnologicheskikh blokov : monografiya. Kemerovo : Kuzbassvuzizdat, 2010. 139 p.
8. Pat. 2608729 RF. Sposob polucheniya instant-produktov na osnove kontsentratorov plodovoyagodnykh sokov, sodержashchih razlichnye funktsional'nye dobavki / A. M. Popov [i dr.] ; zayavitel' i patentoobladatel' Kemerovskiy tekhnolog. institut pishchevoy promyshlennosti (universitet) ; zayavl. 16.10.2014 ; opubl. 23.01.2017.
9. Sistemnoe razvitie tekhniki pishchevykh tekhnologiy / S. T. Antipov, V. A. Panfilov, O. A. Urakov, S. V. SHahov ; pod red. akad. RASKHN V. A. Panfilova. M. : Kolos S, 2010. 762 s.
10. Teoreticheskie osnovy pishchevykh tekhnologiy : v 2-h knigah / otv. redaktor V. A. Panfilov. M. : Kolos S, 2009. 1408 p.
11. Jabrikaroui I., Marzouk B. Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (*Citrus aurantium L.*) peel and juice and determination of their antioxidant activities. *BioMed Research International*. 2013. pp. 1–12. DOI: 10.1155/2013/345415.
12. Jakobek L., Šeruga M., Krivak P. The influence of interactions among phenolic compounds on the antiradical activity of chokeberries (*Aroniamelanocarpa*) // *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2011. 62. 345–352.
13. Jurgo 'nski A., Ju 'skiewicz J., Zdu 'nczyk Z. Ingestion of Black Chokeberry Fruit Extract Leads to Intestinal and Systemic Changes in a Rat Model of Prediabetes and Hyperlipidemia. *Plant. Foods Hum. Nutr.* 2008. 63. 176–182.
14. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM) / S. Keshani [et al.] // *Int. Food Res. J.*, 17:733–742 (2010).
15. Kulling S. E., Rawel H. M. Chokeberry (*Aroniamelanocarpa*) – A Review on the characteristic components and potential health effects. *PlantaMed.* 2008. 74. 1625–1634.
16. Maskan M. Production of pomegranate (*Punicagranatum L.*) juice concentrates by various heating methods: colour degradation and kinetics. *J. FoodEng.*, 72: 218–224 (2006).
17. Physicochemical properties of wpi coated liposomes serving as stable transporters in a real food matrix / M. Frenzel, E. Krolak, A. Steffen-Heins // *Wagner A.E. LWT – Food Science and Technology*. 2015. T. 63. № 1. C. 527–534.



18. Food Research International / T. J. M. Simen [et al.]. 2016. T. 90. Pp. 100–110.

19. Spray-dried extract from the Amazonian adaptogenic plant ampelozizyphus Amazonas's ducke (saracura-mirá): chemical composition and immunomodulatory properties.

20. Vagiri M., Jensen M. Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for colour extraction. Food Chem. 2017. 217. 409–417.

21. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from Aroniamelanocarpa on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats / S. Valcheva-Kuzmanova [et al.] // Exp. Toxicol. Pathol. 2004. Vol. 56. Pp. 195–201.

22. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption / X. Wu [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. 54(11). 4069–4075.

**Maytakov Anatoly Leonidovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering, Doctoral candidate of the Department “Commodity and Quality Management”, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University).

E-mail: may@kemtipp.ru.

**Litvina Elena Aleksandrovna**, postgraduate student of the Department “Commodity and Quality Management”, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University).

E-mail: may@kemtipp.ru.

**Poznyakovsky Valery Mikhailovich**, Honored Scientist of the Russian Federation, Dr. Sc. (Economics), Professor of the Department of Food Technology, Ural State University for Economics.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

### **Research of indicator characteristics forming the basic characteristics of a specialized product with hepatoprotective properties**

**N. A. Pleshkova, A. N. Austrievskikh, V. M. Poznyakovsky**

Indicator signs that form the characteristics of a specialized product – a biologically active additive (a dietary supplement) “Hepar formula” are studied. Its formulation includes biologically active ingredients: artichoke root, Blessed Thistle, choline hydrogen tartrate, inositol, lecithin, hill-growing saltwort extract, l-methionine, turmeric, silymarin – holy thistle extract (flavolignans, silybin, isosilybin). The characteristics of these components are given, their synergistic properties of forming the functional orientation of a specialized product with hepatoprotective properties. The organoleptic (external appearance, tablet coating colour, tablet colour under the membrane, taste and smell), physico-chemical (tablet average weight), sanitary-hygienic (KMAFanM, yeast and mould, E CoLi, pathogenic including salmonella, coliform bacteria) and sanitary-toxicological indicators (toxic elements: lead, cadmium, mercury, arsenic; pesticides: hexachlorocyclohexanes, the sum of isomers, DDT and its metabolites, heptachlor, aldrin) as indicators for production and storage (40 months, at a temperature of no higher than 25 °C). The regulated quality indicators and safety criteria are established. The functional properties of the product are determined by the level of peredostin, flavolignans, silybin and isosilybine. The sanitary and hygienic value of the product is due to its microbiological indicators, toxic elements and pesticides, the dietary supplement being clinically tested to prove its efficiency and functional orientation. Thus this specialized product can be recommended for curing of chronic hepatitis, the expiry date being established: no more than 3 years from the date of production, under the specified conditions. The formulation and technology are tested in production conditions at the enterprises of the company “ArtLife” (Tomsk).

*Keywords:* dietary supplement, formulation, quality indicators, hepatoprotective properties, efficacy.

### **References**

1. Gerasimenko N. F., Poznyakovskiy V. M., CHelnakova N. G. Zdorovoe pitanie i ego rol' v obe-spechenii kachestva zhizni // Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2016. № 4 (12). Pp. 52–57.



2. Chereshev V. A., Poznyakovskiy V. M. Problema prodovol'stvennoy bezopasnosti: natsional'nye i mezhdunarodnye aspekty // *Industriya pitaniya*. 2016. № 1 (1). Pp. 6–14.
3. Poznyakovskiy V. M., Chugunova O. V., Tamova M. Yu. Pishchevye ingrediety i biologicheski aktivnye dobavki. M. : INFRA-M, 2017. 143 p.
4. Poznyakovskiy V. M. Evolyutsiya pitaniya i formirovaniya nutrioma sovremennogo cheloveka // *Industriya pitaniya*. 2017. № 3. Pp. 5–12.
5. Retsepturnaya formula biologicheski aktivnogo kompleksa “Oleopren Geppa” dlya korrektsii obmennykh narusheniy pri zabolevaniyah pecheni” / M. M. Shamova [i dr.] // *APK Rossii*. 2017.T. 24. № 5. Pp. 1247–1253.
6. Zdorov'e Rossii : atlas / pod red. L. A. Bokeriya. 8-e izd. M. : NTSSSKH im. A. N. Bakuleva RAMN, 2012. 408 p.
7. The spifeg locus in streptococcus infantarius subsp. infantarius baa-102 confers protection against nisin u / I. A. Draper [et al.] // *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 2012. T. 56. № 1. Pp. 573–578.
8. Enantioselective biocatalytic hydrolysis of  $\beta$ -aminonitriles to  $\beta$ -amino-amides using rhodococcus rhodochrous atcc baa-870 / V. Chhiba [et al.] // *Journal of molecular catalysis b: enzymatic*. 2012. T. 76. Pp. 68–74.
9. Shojaee H., Ebrahim-Habibi A., Sabbaghian M. Acarbose and the thermal aggregation of bacillus amyloliquefaciens alpha-amylase (baa): protective effect of an inhibitor // *Journal of chemical technology and biotechnonology*. 2016. T. 91. № 5. Pp. 1397–1402.
10. Role of the salt bridge between arg176 and glu126 in the thermal stability of the bacillus amyloliquefaciens  $\alpha$ -amylase (baa) / R. Zonouzi, M. Khajeh, M. Monajjemi, N. Ghaemi // *Journal of microbiology and biotechnology*. 2013. T. 23. № 1. Pp. 7–14.

**Pleshkova Natalia Anatolyevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Doctoral candidate of the Department of Commodity Science and Quality Management, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University).

E-mail: pvm1947@bk.ru.

**Austrievskikh Alexander Nikolayevich**, Dr. Sc. (Engineering), Professor, Director General for the Production of the Scientific and Production Association “ArtLife”.

E-mail: masha@artlife.ru.

**Poznyakovsky Valery Mikhailovich**, Honored Scientist of the Russian Federation, Dr. Sc. (Economics), Professor of the Department of Food Technology, Ural State University for Economics.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

### **Evaluating the technological, physico-chemical indicators of venison and beef to create functional food products**

**V. A. Uglov, V. G. Shelepov, E. V. Boroday, S. V. Stankevich, V. B. Mazalevsky**

Limits of meat resources in the Russian Federation cause the studying of non-traditional meat raw materials to involve them in food production. Venison is of primary importance in this connection. However, its qualitative characteristics have not been fully investigated. Thus, the aim of the work is to study the functional-technological, biochemical, physico-chemical and histological indicators of venison and beef. In the introduction the studies conducted are proved to be urgent as the production of high-value venison products with functional properties is of primary importance. Standard and special research methods used in the work made it possible to determine necessary indicators. Thus, the moisture-binding capacities of venison and beef are 54.59% and 60.01% respectively, with the water-retenting capacity of venison and beef being 68.44% and 72.30% respectively. Venison is established to be more preferable in comparison with beef due to its amino-acid index (1.50 for venison, 1.35 for beef) and to its protein-quality index (6.59 for venison, 5.11-5.81 for beef). According to the obtained histological data, venison is proved to be preferable due to its fine-fiber structure. The article presents the results of analysing the patent information on venison functional products.

*Keywords:* moisture-binding, water-retaining capacity, amino-acid index, functional food products.

### References

1. Tekhnologiya proizvodstva produktii severnogo olenevodstva / A. S. Donchenko [i dr.]. M., 2008. 138 p.
2. Kolobov S. V., Shornikova G. V. Mirovaya prodovol'stvennaya problema: poisk al'ternativnyh istochnikov syr'ya (pererabotka netraditsionnyh vidov myasa). M., 2014. 129 p.
3. Osnovnye problemy pererabotki produktii severnogo olenevodstva i puti ih resheniya / V. A. Uglov, A. T. Inerbaeva, E. V. Boroday, S. N. Perfil'eva // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy. 2015. № 9. Pp. 31–34.
4. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov. M. : Kolos, 2001. 376 p.
5. Martsekha E. V., Bogatyrev O. N., Shelepov V. G. Harakteristika zhirnokislotojnogo sostava myasa dikih severnyh oleney // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 7. Pp. 72–74.
6. Kochetkova A. A. Programma razvitiya funktsional'nyh pishchevyh produktov v Rossii // VII nauch.-prakt. konf. "Tekhnologiya i produkty zdorovogo pitaniya" : sb. nauch. trudov. 2009. Pp. 23–25.

**Uglov Vladimir Alexandrovich**, Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Academy of Sciences.

E-mail: naukoved1939@yandex.ru.

**Shelepov Viktor Grigoryevich**, Dr. Sc. (Agriculture), Corresponding Member of Russian Academy of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Academy of Sciences.

E-mail: Vshelepov@yandex.ru.

**Boroday Elena Valeryevna**, leading researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Academy of Sciences.

E-mail: borodajelena@yandex.ru.

**Stankevich Svetlana Vladimirovna**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Academy of Sciences.

E-mail: sveticstank@yandex.ru.

**Mazalevsky Victor Borisovich**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, Russian Academy of Sciences.

E-mail: mazalevskij@yandex.ru.

## VETERINARY SCIENCES

### Staffing for controlling the quality and safety of poultry products concerning veterinary and sanitary aspects

**N. A. Zhuravel, A. V. Miftakhutdinov**

The paper deals with the problem of staffing for a poultry farm subdivision carrying out quality and safety control of products concerning veterinary and sanitary aspects. The staffing dynamics was carried out on the basis of analysing the actual number of veterinary workers and their correspondence to the scientifically substantiated need. A descriptive method was used in researching, the need for veterinary workers was established on the basis of theoretical analysis, with elements of total rationing being used, as well as the analytical-calculation method for labour rationing. The food laboratory annually examines  $2603.4 \pm 50.81$  washings from the premises of the meat-processing, egg-processing and shell egg-handling departments, with  $378 \pm 12.98$  egg powder samples and  $488.6 \pm 2.97$  mélange samples being chemically examined and  $157.6 \pm 9.24$  samples of raw products (poultry and minced meat),  $378 \pm 12.98$  egg powder samples,  $488.6 \pm 2.97$  melange samples and 144 egg samples being bacteriologically examined. The



amount of work carried out by the food laboratory of the poultry farm for controlling the quality and safety of poultry products is established to ensure absolute safety of poultry meat, eggs and egg products concerning the content of coliform bacteria, salmonella, Staphylococcus aureus. The laboriousness of the work performed by the head of the food laboratory and the laboratory assistant exceeded the annual fund of working time by 16.4-41.5 and 126.86-172.89 hours respectively. The actual staffing table satisfied the need for veterinary doctors by 98.04-100% and for laboratory assistants by 91.74-93.46%.

*Keywords:* poultry farm, veterinary and sanitary control, labor intensity of veterinary work, staffing.

### References

1. Suhanova S. F., Kornienko I. G. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa gusey pri vklyuchenii prebiotika Agrimos v sostav kombikormov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. № 9. Pp. 68–71.
2. Stressoustoychivost', produktivnost' i biologicheskaya tsennost' myasa kur / N. V. Tihonova [i dr.] // Myasnaya industriya. 2014. № 12. Pp. 44–46.
3. Fisinin V. I. Geneticheskiy resurs innovatsionnogo razvitiya promyshlennogo ptitsevodstva // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2015. T. 85. № 9. P. 785.
4. Anosov D. E., Ponomarenko V. V., Miftahutdinov A. V. Stress-protektivnye svoystva farmakologicheskogo kompleksa SPAO pri perevode, vaksinatсии i spaykinge kur // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2015. T. 1. № 1. S. 23–28.
5. Effektivnost' stimulyatora metabolizma SM-complex pri otkorme tsyplyat-broylerov / A. V. Miftahutdinov [i dr.] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2014. № 12. Pp. 54–56.
6. Miftahutdinov A. V. Vzaimosvyaz' stressovoy chuvstvitel'nosti kur i razvitiya adaptatsionnykh reaktsiy v usloviyah promyshlennogo soderzhaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 9 (83). Pp. 65–68.
7. Antistressovaya aktivnost' i effektivnost' primeneniya farmakologicheskogo kompleksa SPAO kuram roditel'skogo stada / V. I. Fisinin, A. V. Miftahutdinov, V. V. Ponomarenko, D. E. Anosov // Agrarnyy vestnik Urala. 2015. № 12 (142). Pp. 54–58.
8. Problemy zhivotnovodstva v promyshlennykh regionah // Agrarnyy vestnik Urala / I. M. Donnik [i dr.]. 2012. № 3. Pp. 49–51.
9. Borisenkova A. N., Rozhdestvenskaya T. N. Programma obespecheniya epizooticheskogo blagopoluchiya ptitsekhozyaystv v otnoshenii bakterial'nykh bolezney ptits // 20 let na blago promyshlennogo ptitsevodstva. SPb. : Izd. dom "AVIVAK", 2010. Pp. 75–85.
10. Rozhdestvenskaya T. N., YAKovlev S. S., Kononenko E. V. Profilaktika sal'monelleza ptits // Farm Animals. 2012. № 1 (1). Pp. 54–56.
11. Programma profilaktiki i ozdorovleniya hozyaystv ot Salmonella enteritidis – infektsii ptits / A. N. Borisenkova [i dr.] // 20 let na blago promyshlennogo ptitsevodstva. SPb. : Izd. dom «AVIVAK», 2010. Pp. 85–93.
12. Zhuravel' N. A., Miftahutdinov A. V. Otsenka effektivnosti veterinarno-sanitarnogo kontrolya pri proizvodstve ptitseproduktov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30. № 5. Pp. 25–29.
13. Voynova L. V. Metodicheskoe obespechenie upravleniya personalom pri proizvodstve i pererabotke yaits i ptitsy // Ptitsa i ptitseprodukty. 2013. № 2. Pp. 66–68.
14. Sahapova L. R. Struktura zatrat rabocheho vremeni veterinarnykh spetsialistov laboratoriy ptitsefabriki // Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana. 2012. № 3. Pp. 447–452.
15. Shastin P. N., Trofimova E. N. Sovershenstvovanie norm vremeni diagnostiki infektsionnykh bolezney ptits v veterinarnykh laboratoriyah // Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana. 2017. № 3. Pp. 165–168.
16. Razrabotka norm vremeni na postanovku PTSR pri diagnostike gripa ptits / E. N. Trofimova, P. N. Shastin, S. V. Tyulkin, R. R. Vafin // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 2–2. Pp. 848.
17. Sahapova L. R., Rashidova A. R., Aknullin A. I. Effektivnost' ispol'zovaniya rabocheho vremeni spetsialistov veterinarnoy laboratorii ptitsefabriki // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana. 2011. T. 208. Pp. 167–171.
18. Zhuravel' N. A., Miftahutdinov A. V. Normirovanie shtatnoy chislennosti veterinarnoy laboratorii ptitsefabriki i effektivnost' ispol'zovaniya rabocheho vremeni // Agrarnyy vestnik Urala. 2016. № 4 (146). Pp. 33–39.



**Zhuravel Nina Alexandrovna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: mamailjushi@mail.ru.

**Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich**, Dr. Sc. (Biology), Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

### **Quality of meat of bull-calves when fattening with the use of fodder additives**

**M. V. Kiseleva, D. M. Maksimovich**

The article examines the positive effect of complex ammonium bromide feeding with succinic acid on the protein metabolism of blood serum of experimental bull-calves, increased activity of aminotransferase enzymes, increased growth of cattle and their meat production, and improved quality of beef. The increase in the productivity of agricultural animals and the quality of the products obtained from them is possible due to the improvement in the quality of feeding, that is, various feed supplements added in the diet structure to activate the metabolic processes in the body, nonspecific resistance and detoxification. Complex ammonium bromide feeding with succinic acid positively affects the protein metabolism of blood serum of experimental bull-calves, increases the activity of aminotransferase enzymes, thereby causing the growth of animals and increasing their meat production. According to organoleptic characteristics, the meat of the bull-calves receiving the additive significantly differs from the meat of the bull-calves of the control group due to highly intensive oxidation-reduction processes occurring in it. It had a high protein content with relatively little fat deposition. The influence of ammonium bromide and succinic acid on the qualitative composition of the protein was studied. According to this purpose the amino acid composition of the longest back muscle of the bull-calves to be slaughtered at the age of 18 months was analysed. The results of the studies show the animals of the experimental group to have an increased content of lysine by 2.4 g/l (4.1%) ( $P \leq 0.05$ ) and histidine by 1.8 g/l (5.2%) ( $P \leq 0.01$ ). The data presented in the work can be of great interest to practicing veterinarians, biologists, graduate students and researchers.

*Keywords:* quality, meat safety, heavy metals.

#### **References**

1. Kubyshko A. A. Eshche bolee novye realii myasnogo rynka // *Myasnaya industriya*. 2016. № 1. Pp. 4–5.
2. Kiseleva M. V. Effektivnost' proizvodstva govyadiny s ispol'zovaniem kormovyh dobavok pri vyrashchivanii i otkorme bychkov gerefordskoy porody : dis. ... kand. s.-h. nauk. Troitsk, 2008. 156 p.
3. Korrektsiya pokazateley obmena mineral'nyh soedineniy pri osteodistrofii molochnyh korov v usloviyah prirodno-tekhnogennoy provintsii Yuzhnogo Urala / A. M. Gertman, D. M. Maksimovich, T. S. Samsonova, V. I. Ishmenev // *Nauchnoe obespechenie ustoychivogo funktsionirovaniya i razvitiya APK : mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. s Mezhdunar. uchastiem v ramkah XIX Mezhdunar. spets. vystavki "AgroKompleks-2009"* / otv. za vyp. R. S. Gizatullin, G. H. Ibragimova (g. Ufa, 03–05 marta 2009 g.). Ufa, 2009. Pp. 206–209.
4. Kiseleva M. V. Vliyanie antistressovykh preparatov i stimulyatorov rosta na myasnuyu produktivnost' bychkov gerefordskoy porody // *Zootekhnika*. 2008. Pp. 21–22.
5. Monastyrev A. M., Kiseleva M. V., Tihonov S. L. Primenenie antistressornykh preparatov i stimulyatorov rosta v skotovodstve // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2007. № 4. Pp. 10–11.
6. Kiseleva M. V., Sarzhan E. V. Vliyanie bromida ammoniya i yantarnoy kisloty na pishchevuyu tsennost' govyadiny // *Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 65-letiyu Kurganskoy GSKHA : v 2 t / FGOU VPO "Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skohozyaystvennaya akademiya im. T. S. Mal'tseva"*. Kurgan, 2009. Pp. 146–149.
7. *Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki : spravochnik / pod red. prof. I. P. Kondrahina. M. : KolosS, 2004. 520 p.*





8. Maksimovich D. M., Kiseleva M. V. Otsenka kachestva polufabrikatov iz myasa ptitsy, vyrabatyvaemykh HAO "Uralbroyler" // Biotekhnologi – agropromyshlennomu kompleksu Rossii : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU (g. Troitsk, 2017 g.). Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU. Pp. 134–140.

9. Kiseleva M. V., Maksimovich D. M. Biohimicheskie pokazateli krovi bychkov pri vyrashchivanii i otkorme s ispol'zovaniem kormovykh dobavok // Agrarnaya nauka: poisk, problemy, resheniya : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 90-letiyu so dnya rozhd. Zasluzhennogo deyatelya nauki, d-ra s.-h. nauk, prof. V. M. Kulikova / FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU. Troitsk, 2015. Pp. 115–119.

10. GOST 7269-79. Myaso. Metody otbora obraztsov i organolepticheskie metody opredeleniya svezhesti. M. : Standartinform, 2012. 6 p.

11. Gertman A. M., Maksimovich D. M. Vetsanekspertiza produktov uboya pri osteodistrofii korov pri tekhnogennykh nagruzkah // Veterinariya. 2009. № 5. Pp. 52–54.

12. Gertman A. M., Maksimovich D. M., Kirsanova T. S. Tekhnogennye faktory Urala – opasnost' dlya zdorov'ya zhivotnykh i lyudey: fiziko-himicheskie pokazateli produktov uboya pri nezaraznoy patologii korov // Veterinarnyy vestnik. 2009. № 8 (100). P. 5.

13. Gertman A. M., Chernyshova L. V., Maksimovich D. M. Korrektsiya sodержaniya tyazhelykh metallov v moloke korov tekhnogennykh zony Yuzhnogo Urala // Ekologicheskie aspekty epizootologii i patologii zhivotnykh : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. chlena-korr. VASKHNIL V. T. Kotova. Voronezh, 1999. Pp. 286–288.

14. Rol' ekologicheskikh faktorov v razvitiy nezaraznoy patologii v usloviyakh tekhnologicheskoy provintsii Yuzhnogo Urala / A. M. Gertman [i dr.] // Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana: sovremennye podhody razvitiya APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 135-letiyu akademii. Kazan', 2008. T. 194. Pp. 37–41.

15. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti myasa i myasnoy produktsii» TR TS 034/2013 ot 9.10.2013 goda № 68. Rezhim dostupa : <http://docs.cntd.ru/document/499050564> (data obrashcheniya: 12.11.2017).

**Kiseleva Maria Valerievna**, Cand. Sc. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Commodity Research of Consumer Goods, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: [osinka111@mail.ru](mailto:osinka111@mail.ru).

**Maksimovich Dina Maratovna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Commodity Research of Consumer Goods, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: [maximovichdina@mail.ru](mailto:maximovichdina@mail.ru).

### **Cattle mass diseases in the conditions of a stressful ecological environment: features of diagnostics and therapy**

**T. S. Samsonova**

The article deals with the diagnostics features of non-contagious diseases of cattle that arise in the conditions of technogenic pressure on the territory of Chelyabinsk region. When carrying out the diagnostic stage of the prophylactic examination of lactating cows in environmentally ill-being conditions, it is obligatory to conduct soil, water and fodder sample studies, as well as blood tests for the maintenance of essential trace elements and heavy metals in them. This makes it possible to establish changes in the chemical composition of environmental objects, animal blood and develop a therapeutically effective treatment pattern for patients. To determine the level of essential and heavy metals, clinical status, the methods common for veterinary practice were used. The results are analyzed and the prevalent diseases for cattle in Chelyabinsk region, where the levels of nickel, lead, cadmium, and sometimes iron in the soils, feed and water are higher than the maximum permitted concentration level and norms, are found to be osteodystrophy, hepatitis, chronic rumen acidosis, etc. In different territories there are different

percentages of animals' lesions (from 89 to 93 %). Some animals are found to have changes characteristic of several diseases. The traditional methods of curing used in the farms (symptomatic, substitute, pathogenetic) do not have positive effects. To level the toxic effect in addition to the therapy pattern applied to all sick animals, the mineral enterosorbent vermiculite was included in their diet. When curing animals suffering from rumen acidosis, yeast culture with hepatosis (selenium-containing preparation) was added into the therapy pattern. The duration of therapy was 60-90 days, after which the improvement of the clinical and hematological status was achieved. The data presented in the work can be of great interest to practicing veterinarians, biologists, graduate students and researchers.

*Keywords:* mass diseases, lactating cows, diagnostics features, therapy, ecological environment.

### References

1. Ekologo-biologicheskie osobennosti krupnogo rogatogo skota v usloviyah tekhnogeneza / I. A. Shkuratova, I. M., Donnik, A. G. Isaeva, A. S. Krivonogova // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2015. № 2. Pp. 366–369.
2. Papunidi K. H. Tekhnogennye zagryazneniya okruzhayushchey sredy kak faktor zabolevaemosti zhivotnyh // *Veterinarnyy vrach*. 2000. № 2. Pp. 56–60.
3. Vinogradov A. P. Geohimiya redkih i rasseyannykh himicheskikh elementov v pochvah / AN SSSR. 1957. Pp. 3–7.
4. Endemicheskie bolezni sel'skokozyaystvennykh zhivotnyh / N. A. Urazaev, V. YA. Nikitin, A. A. Kabysh. M. : Agropromizdat, 1990. 271 p.
5. Gertman A. M., Maksimovich D. M., Kirsanova T. S. Tekhnogennye faktory Urala – opasnost' dlya zdorov'ya zhivotnyh i lyudey: fiziko-himicheskie pokazateli produktov uboia pri nezaraznoy patologii korov // *Veterinarnyy vestnik*. 2009. № 8 (100). P. 5.
6. Gertman A. M., Samsonova T. S. Itogi dispanserizatsii sredi molochnykh korov v zone ekologicheskogo neblagopoluchiya // *Biotekhnologiya: toksikologicheskaya, radiatsionnaya i biologicheskaya bezopasnost' : sb. mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 50-letiyu Federal'nogo tsentra toksikologicheskoy, radiatsionnoy i biologicheskoy bezopasnosti. Kazan'*, 2010. Pp. 524–526.
7. Gertman A. M., Samsonova T. S., Ishmenev V. I. Lechenie korov pri osteodistrofii v usloviyah Yuzhnogo Urala // *Veterinariya*. 2012. № 1. Pp. 43–46.
8. Gertman A. M., Samsonova T. S., Fedin A. YU. Lechenie hronicheskogo atsidoza rubtsa v usloviyah prirodno-tekhnogennoy provintsii YUzhnogo Urala // *Veterinariya*. 2014. № 12. Pp. 39–41.
9. Rol' ekologicheskikh faktorov v razvitii nezaraznoy patologii v usloviyah tekhnologicheskoy provintsii Yuzhnogo Urala / A. M. Gertman [i dr.] // *Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana: sovremennye podhody razvitiya APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 135-letiyu akademii. Kazan'*, 2008. T. 194. Pp. 37–41.
10. Samsonova T. S. Rasprostranenie i osobennosti lecheniya nezaraznoy patologii krupnogo rogatogo skota v usloviyah ekologicheskogo neblagopoluchiya // *Veterinarnyy vrach*. 2017. № 3. Pp. 57–60.
11. Sharabrin I. G. Profilaktika narusheniya obmena veshchestv u molochnykh korov. M. : Kolos, 1975. 304 p.
12. Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki : spravochnik / pod red. prof. I. P. Kondrahina. M. : KolosS, 2004. 520 p.
13. Gribovskiy G. P. Veterinarno-sanitarnaya otsenka osnovnykh zagryazniteley okruzhayushchey sredy na Yuzhnom Urale. CHelyabinsk. 1996. 224 p.

**Samsonova Tatyana Sergeyevna**, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Non-contagious Diseases, Institute of Veterinary Medicine, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: tkirsanova1@rambler.ru.



## Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать **научному профилю** журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 5 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, 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 – не более 5–7 строк. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), кратко и четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т. п.).

Структура статьи должна содержать следующие **основные** разделы:

1. Введение.
2. Методы исследования.
3. Результаты исследований.
4. Обсуждения.
5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

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.

Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию статьи.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам **рецензирования** и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: [gusapk@bk.ru](mailto:gusapk@bk.ru).

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.

### **Правила оформления статьи**

Указать тематическую рубрику (код УДК) в верхнем левом углу статьи.

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  $\lim$ ,  $\lg$ ,  $\text{const}$ ,  $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\max$ ,  $\min$  и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

Название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах дублируются на английском языке.

*С уважением,  
редакция журнала*



## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

**Название статьи**

**И. О. Фамилия**

Аннотация: .....

*Ключевые слова:* (от 5 до 7 слов)

Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст.  
Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. Текст. (от 8 до 15 страниц)

### **Список литературы**

1. Федоренко И. Я., Садов В. В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 304 с.

2. Николаев В. Н., Яворский В. И. Анализ процесса экструзии кормов и совершенствование экструдера // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 61–66.

**Фамилия Имя Отчество**, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00, E-mail.

**Название статьи (на английском языке)**

**И. О. Фамилия (на английском языке)**

Аннотация **(на английском языке)**: .....

*Ключевые слова (на английском языке)*: (от 5 до 7 слов)

**Фамилия Имя Отчество**, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00. **(на английском языке)**, E-mail.



**Анкета автора\***  
**представленной в редакцию рукописи статьи:**

*(название статьи)*

ФИО <i>(полностью)</i>	
Ученая степень	
Ученое звание <i>(при наличии)</i>	
Должность	
Место работы, учебы <i>(полное наименование организации)</i>	
Адрес места работы, учебы <i>(с указанием индекса)</i>	
Контактный телефон <i>(с указанием кода города)</i>	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала <i>(с указанием индекса)</i>	
Иные сведения	

\* – 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](http://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>

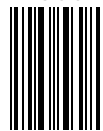
The full-text version of the journal  
«Agro-Industrial Complex of Russia» is available  
online on the e-Science Library website:  
<http://www.elibrary.ru>,  
on the journal website: <http://www.rusapk.ru>,  
on the University Library website: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

---

ISSN 2587-8824



25001



9 772587 882003

Заместитель главного научного редактора –  
доктор биологических наук  
*А. В. Мифтахутдинов*  
E-mail: [rusapk@bk.ru](mailto:rusapk@bk.ru)

The deputy of the editor-in-chief  
is Doctor of Biological Sciences  
*A. V. Miftakhutdinov*  
E-mail: [rusapk@bk.ru](mailto:rusapk@bk.ru)

Верстка  
*М. В. Шингареева*

Корректор  
*М. В. Вербина*

Design  
*M. V. Shingaryova*

Proof reader  
*M. V. Verbina*

Перевод на англ. язык  
Сельскохозяйственные науки – *Д. Л. Зайкова*  
Технические науки, Хранение и переработка  
сельскохозяйственной продукции,  
Ветеринарные науки – *И. Ю. Новикова*

English rendering  
Agricultural sciences – *D. L. Zaikova*  
Technical sciences, Storing and Processing  
of Agricultural Produce,  
Veterinary sciences – *I. Y. Novikova*

Подписано в печать 15.02.2018.  
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.  
Усл. печ. л. 22,0. Тираж 300 экз.  
Заказ № 29

Signed to print 15.02.2018.  
Format 60×84/8. Times script.  
Conventional printed sheet 22,0.  
Circulation 300 copies.  
Order № 29

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,  
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Editors office: 454080, Chelyabinsk,  
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

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](mailto: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](mailto: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