

ISSN 2587-8824



# АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

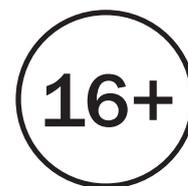
Том 26  
№ 5

Челябинск  
2019





ISSN 2587-8824



# Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 26  
Issue 5

Chelyabinsk  
2019



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

Журнал включен в международную БД AGRIS

Журнал включен в перечень ВАК  
рецензируемых научных изданий  
(распоряжение Министерства науки  
и высшего образования Российской Федерации  
от 12 февраля 2019 г. № 21-р)

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 log is included in the international AGRIS database

The log is included in the list of the Highest certifying  
commission of the reviewed scientific publications  
(order of the Ministry of science and the higher education  
of the Russian Federation  
of February 12, 2019 No. 21-r)

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)

**И. о. главного редактора**

доктор биологических наук, профессор  
Мифтахутдинов Алевтин Викторович

**Acting editor-in-chief**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich

**Редакционная коллегия**

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

Менков Н. Д., д-р техн. наук

Алымбеков К. А., д-р техн. наук

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. РАЕ

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.

Васильев А. А., д-р с.-х. наук

Возмилов А. Г., д-р техн. наук, проф.

Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.

Горшков Ю. Г., д-р техн. наук, проф.

Гриценко А. В., д-р техн. наук

Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук

Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.

Круглов Г. А., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

Линенко А. В., д-р техн. наук, проф.

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

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

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.

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

Тюлебаев С. Д., д-р с.-х. наук, проф.

Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.

Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.

Шепелёв С. Д., д-р техн. наук

Юдин М. Ф., д-р с.-х. наук, проф.

**Editorial board**

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

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

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

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)

Vozmilov A. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

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

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

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

Zezev N. N., Dr. Sci. (Agricultural)

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

Kruglov G. A., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

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

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

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

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

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

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

Tulebaev S. D., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

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

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

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

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

Учредитель:

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<b>Дергилев В. П., Глаз Н. В., Дергилева Т. Т.</b> Экологическая пластичность сортов картофеля в Челябинской области...741	741
<b>Заманова Р. М.</b> Влияние препарата Нано-Гро на биометрические показатели корнеплода кормовой свеклы ( <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Crassa mansf</i> ) на фоне минеральных и органических удобрений в условиях Апшерона.....750	750
<b>Зыбалов В. С.</b> Яровой рапс – культура больших возможностей на Южном Урале.....755	755
<b>Крамаренко В. Я., Анисимов Ю. Б., Агеев А. А., Шумакова О. И.</b> Оценка сортов люпина в условиях повышения теплообеспечения вегетационного периода в северной лесостепи Южного Урала.....763	763
<b>Максимов Р. А., Лихачева Н. В.</b> Исторические аспекты селекции ячменя на Среднем Урале.....769	769
<b>Овчинников П. Ю.</b> Обоснование оптимальных сроков посева кукурузы в Уральском регионе.....775	775

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Аверьянов Ю. И., Попова А. Г., Апаликов В. О.</b> Повышение экологической безопасности перевозки нефтепродуктов для сельскохозяйственного производства...781	781
<b>Афанасьев Д. Е., Ли-Фир-Су Р. П.</b> Моделирование процессов теплообмена при обогреве молодняка животных и птицы.....786	786
<b>Басарыгина Е. М., Шершнева А. В., Горшкова Е. О.</b> Повышение эффективности светокультуры огурца путем использования ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды растений.....792	792
<b>Басарыгина Е. М., Шершнева А. В., Горшкова Е. О.</b> Совершенствование систем инструментального фитомониторинга.....796	796

## CONTENT

### AGRICULTURAL SCIENCES

<b>Dergilev V. P., Glaz N. V., Dergileva T. T.</b> Ecological flexibility of potato varieties in Chelyabinsk region.....741	741
<b>Zamanova R. M.</b> The effect of the Nano-Gro preparation on the biometric indicators of the root of fodder beet ( <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Crassa mansf</i> ) applied together with mineral and organic fertilizers in the climate of Absheron.....750	750
<b>Zybalov V. S.</b> Spring rape as a culture with great opportunities in the Southern Urals.....755	755
<b>Kramarenko V. Ya., Anisimov Yu. B., Ageev A. A., Shumakova O. I.</b> Assessing the lupine varieties under the conditions of increasing heat supply during the growing season in the northern forest-steppe of the Southern Urals.....763	763
<b>Maksimov R. A., Likhacheva N. V.</b> Historical aspects of barley selection in the Middle Urals.....769	769
<b>Ovchinnikov P. Yu.</b> Substantiating the optimal timing for sowing corn in the Urals.....775	775

### TECHNICAL SCIENCES

<b>Averyanov Yu. I., Popova A. G., Apalikov V. O.</b> Improving the environmental safety when transporting petroleum products necessary for agricultural production.....781	781
<b>Afanasyev D. E., Lee-Fir-Su R. P.</b> Modeling the heat transfer processes when warming young animals and birds.....786	786
<b>Basarygina E. M., Shershnev A. V., Gorshkova E. O.</b> Improving the efficiency of cucumber light culture by using ultrasound when preparing the root habitat for plants.....792	792
<b>Basarygina E. M., Shershnev A. V., Gorshkova E. O.</b> Improvements of instrumental phytomonitoring systems.....796	796

<b>Буторин В. А., Саплин Л. А., Царев И. Б., Гусейнов Р. Т.</b> Оценка параметра начальной скорости изнашивания модели долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей.....	801	<b>Butorin V. A., Saplin L. A., Tsarev I. B., Guseynov R. T.</b> Estimating the initial wear rate parameter of the durability model of the supporting bearing assembly for submersible electric motors.....	801
<b>Возмилов А. Г., Андреев Л. Н., Агапов В. Н.</b> Исследование влияния электрического тока на грызунов.....	806	<b>Vozmilov A. G., Andreev L. N., Agapov V. N.</b> Studying the effect of electric current on rodents.....	806
<b>Возмилов А. Г., Астафьев Д. В., Илимбетов Р. Ю.</b> Использование озона для дезинфекции яиц и стимулирования эмбрионального развития цыплят в период инкубации.....	811	<b>Vozmilov A. G., Astafyev D. V., Ilimbetov R. Yu.</b> Using ozone to disinfect eggs and stimulate the embryonic development of chickens during the incubation period.....	811
<b>Возмилов А. Г., Илимбетов Р. Ю., Астафьев Д. В., Евдокимов Н. В.</b> Морфологический анализ и синтез технических решений при разработке электростатического фильтра.....	818	<b>Vozmilov A. G., Ilimbetov R. Yu., Astafiev D. V., Evdokimov N. V.</b> Morphological analysis and synthesis for technical solutions when developing an electrostatic filter.....	818
<b>Возмилов А. Г., Файн В. Б., Звездакова О. В.</b> Экологические проблемы животноводства и птицеводства и пути их решения.....	824	<b>Vozmilov A. G., Fain V. B., Zvezdakova O. V.</b> Ecological problems of animal and poultry industries and the ways to solve them.....	824
<b>Шерязов С. К., Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А.</b> Использование тепловой энергии водоемов в условиях Южного Урала.....	833	<b>Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Guseva O. A.</b> Using the thermal energy of water bodies in the climate of the Southern Urals.....	833

#### ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

<b>Гизатуллина Ф. Г., Рахматуллин Э. К., Рыбьянова Ж. С.</b> Морфобioхимический статус крови коров, инфицированных вирусом лейкоза крупного рогатого скота, в условиях Башкирского Зауралья.....	843
<b>Гизатуллина Ф. Г., Шигабутдинова Э. И.</b> Влияние гиподинамии на иммунный статус организма телят.....	851
<b>Мифтахутдинов А. В., Аминова Э. М.</b> Разработка и испытание антистрессовых фармакологических средств для повышения иммунологической эффективности вакцинопрофилактики кур.....	857

#### ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

<b>Ганенко С. В.</b> Повышение эффективности использования парного мяса при производстве вареных колбас и сосисок.....	864
---	-----

#### VETERINARY SCIENCES

<b>Gizatullina F. G., Rakhmatullin E. K., Rybyanova J. S.</b> Morphobiochemical blood status of cows infected with cattle leukemia virus in the climate of the Bashkir Trans-Urals.....	843
<b>Gizatullina F. G., Shigabutdinova E. I.</b> The effect of physical inactivity on calves' immune status.....	851
<b>Miftakhutdinov A. V., Amineva E. M.</b> Development and examining of anti-stress pharmacological agents to increase the immunological effectiveness of chickens' vaccination.....	857

#### STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

<b>Ganenko S. V.</b> Improving the efficiency of using fresh meat in the production of cooked sausages and frankfurters.....	864
---	-----

<b>Панахов Т. М., Солтанов Х. А., Гусейнов М. А.</b> Воздействие особенностей приготовления виноградного пищевого волокна на технологический процесс производства вина.....	<b>Panakhov T. M., Soltanov H. A., Guseynov M. A.</b> The effect of preparing the grape dietary fiber on the technological process of wine production.....	869
<b>Подзорова Г. А., Австриевских А. Н., Позняковский В. М.</b> Нутриентно-метаболическая поддержка организма в условиях стресса с использованием комбинированного биокомплекса на растительной основе.....	<b>Podzorova G. A., Austrievskikh A. N., Poznyakovsky V. M.</b> Nutrient-metabolic support of the body under stress using a plant-based combined biocomplex.....	877
<b>Шамова М. М., Австриевских А. Н., Позняковский В. М.</b> Инновационная формула БАД на основе природных биорегуляторов для системной коррекции метаболических нарушений.....	<b>Shamova M. M., Austrievskikh A. N., Poznyakovsky V. M.</b> Innovative biologically active dietary supplement formula based on natural bioregulators for systemic correction of metabolic disorders.....	884



УДК 631.524.85:635.21(470.55)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. П. Дергилев, Н. В. Глаз, Т. Т. Дергилева**

Анализ экологической пластичности и стабильности сортов картофеля в условиях Челябинской области позволил выделить адаптивные генотипы, формирующие наибольшую урожайность клубней (от 28,7 до 35,2 т/га). Среди них среднеспелые сорта селекции Костанайского НИИСХ: Алая заря, Ягодный 19, Артем, Акжар, Удовицкий, Тэрра-1, среднеранние сорта Ирбитский (селекции Уральского НИИСХ) и Ицил (ЮУНИИСК), а также среднеспелые сорта челябинской селекции: Спиридон, Ручей, Тарасов и Кавалер. Выделена группа экологически пластичных сортов картофеля: Маяк ( $b_i = 1,03$ ;  $S_i^2 = 0,3$ ), Браслет (0,94; 5,6), Костанайские новости (0,70; 18,8), Садовый (1,37; 1,2), Невский (1,42; 6,9), Тэрра-1 (1,46; 11,7), Кавалер (1,34; 28,2) и Агат (1,26; 34,0). К сортам картофеля интенсивного типа относятся Ручей ( $b_i = 2,43$ ;  $S_i^2 = 7,6$ ), Тустеп (1,82; 18,4), Спиридон (1,63; 30,3), Тэрра-1 (1,46; 11,7), Челябинец (1,82; 13,9), а также неустойчивые сорта: Ицил (1,95; 37,4), Тарасов (1,97; 82,2) и Памяти Коваленко (1,79; 118,2). В группу сортов нейтрального типа попали сорта картофеля: Алая заря ( $b_i = -0,77$ ;  $S_i^2 = 5,5$ ), Артем (-0,04; 22,8), Балабай (0,27; 7,0), Ирбитский (0,29; 26,7), Радуга (0,34; 30,5) Удовицкий (0,44; 62,2), Ягодный 19 (0,45; 21,6), Акжар (0,45; 60,0) и Кузовок (0,41; 16,4).

*Ключевые слова:* картофель, сорт, урожайность, экологическая пластичность, стабильность.

Научные исследования по созданию местных сортов картофеля ведутся в Челябинской области с 1946 года. Первые успехи в селекции этой культуры связаны с именем Алексея Федоровича Коваленко – автора трех районированных сортов картофеля: 1979 г. – Краснопольский (среднеранний), 1981 г. – Сосновский (ранний), 1984 г. – Горноуральский (среднеспелый), площадь возделывания которых в начале 90-х годов превышала 15 000 га [1].

В 2002 г. в Южно-Уральском научно-исследовательском институте садоводства и картофелеводства разработана селекционная программа создания высокоадаптивных сортов картофеля, предусматривающая проведение

экологического испытания созданного селекционного материала в других регионах, в частности в научных учреждениях Координационного совета по картофелю: ЮУНИИСК (Челябинск), Уральский НИИСХ (Екатеринбург), Сибирский НИИСХ (Омск), Башкирский НИИСХ (Уфа), Удмуртский НИИСХ (Ижевск), Татарский НИИСХ (Казань), Оренбургский НИИСХ (Оренбург), Самарский НИИСХ (Безенчук) и Костанайский НИИСХ (Казахстан) [2]. Объединение научного потенциала и генетических ресурсов научных учреждений Урала, Западной Сибири, Поволжья и Северного Казахстана позволило провести мобилизацию генофонда, существенно пополнить генетическую коллекцию

и на этой основе создать и внести в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, новые сорта картофеля челябинской селекции: Спиридон (2007 г.), Тарасов (2009 г.) и Кузовок (2015 г.) [3].

Наиболее тесное сотрудничество сложилось с учеными Костанайского НИИСХ. Почвенно-климатические условия Северного Казахстана оказались «идеальными» для выделения пластичных сортов челябинской селекции, а агроэкологические условия Южного Урала – для выделения пластичных генотипов селекции Костаная [4].

В настоящее время в Уральском регионе допущено к использованию 56 сортов картофеля [5]. Однако в процессе государственного испытания отсутствует оценка новых сортов картофеля на экологическую пластичность и стабильность, что может приводить к снижению урожая в неблагоприятные годы и неэффективному использованию средств интенсификации картофелеводства.

**Цель исследований** – оценить сорта картофеля (*Solanum tuberosum* L.) российской и казахстанской селекции по адаптивности, экологической пластичности и стабильности в условиях Южного Урала.

#### Материал и методы исследования

Исследования проведены в 2014–2018 гг. на опытном поле Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН». Почва опытных участков чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) – 5,90–7,26%, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 7,0–7,9 мг/100 г, подвижного фосфора (по Чирикову) – 11,8–16,0 мг/100 г, обменного калия (по Чирикову) – 19,3–25,7 мг/100 г почвы,  $pH_{\text{сол}}$  – 5,12–5,28. Предшественник – чистый пар, агротехника картофеля – общепринятая для зоны. Посадку проводили во второй декаде мая клубнями массой 50–80 г на глубину 6–8 см. Схема посадки 75×50 см.

Опыты заложены в четырехкратной повторности. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянки – 27 м<sup>2</sup>. Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [6].

Адаптивные свойства сортов картофеля в условиях Южного Урала определяли по ме-

тодике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина [7]. Метод основан на расчете линейной регрессии ( $b_i$ ), характеризующей экологическую пластичность сорта и среднее квадратичное отклонение от линии регрессии ( $S_i^2$ ), определяющее стабильность сорта в условиях среды. Расчет коэффициента адаптивности сорта производился по методу Л.А. Животковой [8], сравнивали конкретную урожайность каждого из испытываемых сортов со средней урожайностью картофеля по каждому изучаемому году.

Потенциальное плодородие почвы и минеральные удобрения ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ), внесенные под предпосадочную обработку, обеспечивали получение урожая картофеля: в 2014 г. – 22,0 т/га, в 2015 г. – 25,4 т/га, в 2016 г. – 18,8 т/га, в 2017 г. – 17,6 т/га, в 2018 г. – 19,9 т/га. В среднем за 5 лет (2014–2018 гг.) следовало ожидать урожайность изучаемых сортов картофеля на уровне 20,7 т/га.

Погодные условия в годы исследований были различными. По показателю ГТК (по Селянину) вегетационный период (май–сентябрь) 2014, 2015 и 2017 гг. был достаточно влажным (соответственно 1,30; 1,54 и 1,45), а 2016 и 2018 гг. – недостаточно влажными (1,13 и 1,04).

#### Результаты исследований

Наиболее благоприятные условия для возделывания изученных сортов картофеля складывались в 2014 г., когда их средняя урожайность составила 33,5 т/га, а индекс среды ( $I_i$ ) достигал 5,9 (табл. 1).

Экстремальные для возделывания картофеля условия отмечались в 2016 и 2017 гг., когда средняя урожайность по сортам составляла соответственно 23,4 и 21,6 т/га, а индекс среды был отрицательным ( $I_i = -4,2$  и  $-6,0$ ).

Около 50% площадей картофеля в сельхозпредприятиях Челябинской области в настоящее время занимает сорт Невский, однако в нашем опыте его урожайность была невысокой (в среднем 21,5 т/га). По продуктивности за годы испытания выгодно отличались сорта селекции Кустанайского НИИСХ: Алая заря (35,2 т/га), Ягодный 19 (33,7 т/га), Артем (32,4 т/га), Тэрра-1 (31,9 т/га), Акжар (31,6 т/га), Удовицкий (31,4 т/га), Тустеп (27,3 т/га) и Костанайские новости (26,4 т/га). Хороший результат показали сорта селекции Уральского НИИСХ Ирбитский (34,6 т/га) и Маяк (25,0 т/га). Среди челябинских сортов картофеля высокая продуктивность была характерна для сортов Спиридон (32,4 т/га), Ручей (31,0 т/га),



Ицил (30,8 т/га), Тарасов (29,5 т/га), Кавалер (28,7 т/га), Памяти Коваленко (27,3 т/га), Браслет (27,2 т/га) и Садовый (25,7 т/га).

Коэффициент регрессии ( $b_i$ ) характеризует экологическую пластичность генотипа, чем выше это показатель, тем более существенна реакция сорта на изменение условий среды. И наоборот, чем меньше среднее квадратичное отклонение от линий регрессии ( $S_i^2$ ), тем выше экологическая стабильность сорта [9]. Особую ценность при этом представляют пластичные сорта, которые при достаточно высокой урожайности имеют коэффициент регрессии, близкий к единице, а показатель стабильности близок нулю. Такое сочетание показателей свидетельствует о том, что продуктивность данного сорта изменяется вслед за изменением условий среды [10].

В нашем опыте сочетание экологической пластичности и высокой стабильности наблюдается у сортов Маяк ( $b_i = 1,03$ ;  $S_i^2 = 0,3$ ), Браслет (0,94; 5,6), Костанайские новости (0,70; 18,8), Садовый (1,37; 1,2), Невский (1,42; 6,9), Тэрра-1 (1,46; 11,7), Кавалер (1,34; 28,2) и Агат (1,26; 34,0).

Высокоценными для производства являются сорта интенсивного типа, которые имеют показатель экологической пластичности ( $b_i$ ) значительно выше единицы, а значит, они хорошо отзываются на улучшение условий выращивания [11]. В нашем опыте к этой группе сортов относятся как сорта с высокой стабильностью: Ручей ( $b_i = 2,43$ ;  $S_i^2 = 7,6$ ), Тустеп (1,82; 18,4), Спиридон (1,63; 30,3), Челябинец (1,82; 13,9), так и нестабильные сорта: Ицил (1,95; 37,4), Тарасов (1,97; 82,2), Памяти Коваленко (1,79;

Таблица 1 – Урожайность и параметры стабильности картофеля, т/га

Сорт	Урожайность, т/га						Параметры	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	$b_i$	$S_i^2$
Алая заря (РК)	30,4	31,5	39,8	39,4	35,1	<b>35,2</b>	-0,77	5,5
Ирбитский	38,7	38,5	36,9	30,0	29,1	<b>34,6</b>	0,29	26,7
Ягодный 19 (РК)	33,3	39,7	34,3	26,8	34,4	<b>33,7</b>	0,45	21,6
Артем (РК)	28,2	38,5	33,9	29,0	32,6	<b>32,4</b>	-0,04	22,8
Спиридон	44,9	37,0	29,9	19,1	31,0	<b>32,4</b>	1,65	30,3
Тэрра-1 (РК)	43,4	32,6	28,9	21,7	32,7	<b>31,9</b>	1,46	11,7
Акжар (РК)	29,0	32,1	21,8	33,5	41,3	<b>31,6</b>	0,45	60,0
Удовицкий (РК)	33,1	41,6	33,2	23,3	25,8	<b>31,4</b>	0,44	62,2
Ручей	46,7	30,8	18,6	19,4	39,4	<b>31,0</b>	2,43	7,6
Ицил	46,7	35,9	25,5	17,4	28,5	<b>30,8</b>	1,95	37,4
Тарасов	33,6	27,3	23,0	15,0	48,5	<b>29,5</b>	1,97	82,2
Кавалер	39,8	33,2	26,1	18,6	25,8	<b>28,7</b>	1,34	28,2
Памяти Коваленко	29,8	23,2	17,6	17,5	48,7	<b>27,3</b>	1,79	118,2
Тустеп (РК)	40,2	27,8	14,8	21,4	32,5	<b>27,3</b>	1,82	18,4
Браслет	32,3	26,4	26,1	19,5	31,4	<b>27,2</b>	0,94	5,6
Костанайские новости (РК)	29,7	21,8	25,5	21,5	33,5	<b>26,4</b>	0,70	18,8
Садовый	33,7	26,1	21,2	16,8	30,9	<b>25,7</b>	1,37	1,2
Маяк	30,5	26,4	20,2	19,0	28,7	<b>25,0</b>	1,03	0,3
Агат	32,1	34,3	18,7	16,1	23,1	<b>24,8</b>	1,26	34,0
Радуга	31,7	18,0	22,0	25,9	23,3	<b>24,2</b>	0,34	30,5
Кузовок	28,8	20,3	19,5	25,8	26,7	<b>24,2</b>	0,41	16,4
Балабай	26,0	22,7	19,0	23,1	20,7	<b>22,3</b>	0,27	7,0
Челябинец	36,7	21,5	12,5	14,7	25,7	<b>22,2</b>	1,82	13,9
<b>Невский, st.</b>	<b>30,4</b>	<b>24,7</b>	<b>12,5</b>	<b>15,3</b>	<b>24,5</b>	<b>21,5</b>	<b>1,42</b>	<b>6,9</b>
Губернатор	22,6	14,4	15,3	16,9	20,2	<b>17,9</b>	0,49	7,8
Краснопольский	18,7	17,1	11,9	14,9	25,5	<b>17,6</b>	0,72	17,7
<b>Среднее</b>	<b>33,5</b>	<b>28,6</b>	<b>23,4</b>	<b>21,6</b>	<b>30,8</b>	<b>27,6</b>	–	–
Индекс $I_i$	5,9	1,0	-4,2	-6,0	3,2	–	–	–
НСР <sub>05</sub>	1,8	2,5	1,6	1,2	2,3	–	–	–

118,2). Внедрение этих сортов в картофелеводство Челябинской области позволит увеличить валовые сборы, а также повысит стабильность производства картофеля в регионе.

Сорта, коэффициент регрессии ( $b_i$ ) у которых значительно ниже единицы (близкий к нулю), относятся к нейтральному типу. Они слабо отзываются на изменение условий среды: незначительно снижают урожай в экстремальных условиях и слабо реагируют на интенсификацию земледелия [12]. Наши исследования позволили выделить сорта этого типа – это Алая заря ( $b_i = -0,77$ ;  $S_i^2 = 5,5$ ), Артем ( $-0,04$ ; 22,8), Балабай (0,27; 7,0), Ирбитский (0,29; 26,7), Радуга (0,34; 30,5), Удовицкий (0,44; 62,2), Ягодный 19 (0,45; 21,6), Акжар (0,45; 60,0) и Кузовок (0,41; 16,4). Большинство из них отличаются высокой

стабильностью урожая и только сорта Удовицкий и Акжар относительно нестабильны.

Среди них следует выделить сорт Алая заря казахстанской селекции. Он имеет наибольшую продуктивность (35,2 т/га), высокую стабильность ( $S_i^2 = 5,5$ ) и отрицательный коэффициент регрессии ( $b_i = -0,77$ ), что позволяет ему увеличивать урожайность в неблагоприятных условиях среды.

Расчет коэффициента адаптивности позволил среди изученного сортимента выделить адаптивные сорта картофеля ( $K_a \geq 100$ ). Это среднеранние сорта Ирбитский ( $K_a = 128$ ), Ицил (109), среднеспелые сорта Алая заря (134), Ягодный 19 (124), Артем (121), Спиридон (116), Акжар (116), Удовицкий (116), Тэрра-1 (115), Ручей (109), Тарасов (104) и Кавалер (103).

Таблица 2 – Количество клубней в гнезде и параметры стабильности картофеля, штук/куст

Сорт	Количество клубней, штук/куст						Параметры	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	$b_i$	$S_i^2$
Алая заря (РК)	15,4	16,0	22,4	17,0	15,0	<b>17,2</b>	1,34	9,0
Ручей	18,3	14,6	9,9	13,8	22,7	<b>15,9</b>	-1,36	28,0
Ягодный 19 (РК)	14,5	14,2	20,0	15,4	13,7	<b>15,6</b>	1,15	6,3
Спиридон	14,1	15,9	20,4	9,8	12,8	<b>14,6</b>	3,20	2,0
Артем (РК)	14,0	11,5	17,7	10,8	13,7	<b>13,5</b>	1,78	4,0
Костанайские новости (РК)	14,3	13,8	16,1	9,6	13,7	<b>13,5</b>	1,96	0,6
Краснопольский	13,0	17,1	13,0	12,0	10,8	<b>13,2</b>	0,83	6,3
Акжар (РК)	10,6	13,6	12,0	13,8	13,5	<b>12,7</b>	-0,69	1,7
Удовицкий (РК)	11,2	16,4	16,7	11,0	8,0	<b>12,7</b>	2,13	10,7
Тэрра-1 (РК)	14,4	11,2	17,9	8,0	11,0	<b>12,5</b>	2,97	3,0
Тарасов, st.	12,1	14,2	15,8	7,3	11,7	<b>12,2</b>	2,65	1,0
Кузовок	10,9	14,6	12,0	12,2	10,3	<b>12,0</b>	0,20	3,6
Ицил	14,0	14,5	13,1	8,8	9,3	<b>11,9</b>	1,88	3,3
Кавалер	11,7	11,8	13,2	10,2	12,0	<b>11,8</b>	0,83	0,3
Маяк	11,4	11,1	14,5	10,2	10,5	<b>11,5</b>	1,22	1,3
Памяти Коваленко	14,9	8,8	12,2	9,2	12,0	<b>11,4</b>	0,92	6,8
Браслет	11,0	10,4	11,2	10,4	12,8	<b>11,2</b>	0,03	1,3
Тустеп (РК)	15,2	7,4	7,3	9,0	15,6	<b>10,9</b>	-0,66	22,3
<b>Невский, st.</b>	<b>9,9</b>	<b>12,2</b>	<b>12,1</b>	<b>8,8</b>	<b>9,5</b>	<b>10,5</b>	<b>1,11</b>	<b>1,0</b>
Садовый	13,4	8,8	10,9	8,0	10,7	<b>10,4</b>	0,97	4,2
Балабай	10,8	14,2	8,6	7,4	8,0	<b>9,8</b>	1,03	8,3
Агат	11,1	10,0	8,3	10,6	8,7	<b>9,7</b>	-0,42	1,6
Челябинец	9,1	12,8	8,2	5,2	7,5	<b>8,6</b>	1,44	6,5
Радуга	8,3	7,7	10,4	8,5	7,8	<b>8,5</b>	0,46	1,2
Губернатор	7,4	6,9	10,1	6,6	5,6	<b>7,3</b>	1,06	1,8
Ирбитский	5,9	7,1	7,6	7,5	6,5	<b>6,9</b>	-0,04	0,7
<b>Среднее</b>	<b>12,2</b>	<b>12,2</b>	<b>13,1</b>	<b>10,0</b>	<b>11,3</b>	<b>11,8</b>	–	–
Индекс $I_i$	0,4	0,4	1,4	-1,7	-0,5	–	–	–
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,1	0,9	0,5	0,8	–	–	–



Оценка стабильности изученных сортов картофеля по основным компонентам продуктивности – количеству клубней в гнезде и средней массе клубней – представлена в таблицах 2 и 3.

Следует отметить, что в условиях Южного Урала большинство сортов картофеля характеризуется высокой стабильностью числа клубней в гнезде. К нестабильным в этом отношении сортам следует отнести Ручей ( $S_i^2 = 28,8$ ), Тустеп (22,3) и Удовицкий (10,7).

Ряд сортов сочетают пластичность и стабильность, что означает, что количество клубней под кустом у них соответствует изменению условий среды. Прежде всего, это сорта: Невский ( $b_i = 1,11$ ;  $S_i^2 = 1,0$ ), Балабай (1,03; 8,3), Садовый (0,97; 4,2), Губернатор (1,06; 1,8),

Памяти Коваленко (0,92; 6,8), Маяк (1,22; 1,3), Ягодный 19 (1,15; 6,3), Краснополяский (0,83; 6,3), Алая заря (1,34; 9,0).

Другие сорта сочетают стабильность с высокой интенсивностью, то есть способны при благоприятных условиях резко увеличить число клубней в гнезде. К ним относятся Спиридон ( $b_i = 3,20$ ;  $S_i^2 = 2,0$ ), Тэрра-1 (2,97; 3,0), Тарасов (2,65; 1,0), Костанайские новости (1,96; 0,6), Ицил (1,88; 3,3) и Артем (1,78; 4,0). К сортам интенсивного типа по количеству клубней относится и сорт Удовицкий ( $b_i = 2,13$ ), однако он является нестабильным ( $S_i^2 = 10,7$ ).

По числу в гнезде выделены сорта картофеля нейтрального типа: Кузовок ( $b_i = 0,20$ ;  $S_i^2 = 3,6$ ), Браслет (0,03; 1,3), Ирбитский (-0,04; 0,7), Агат (-0,42; 1,6), Акжар (-0,69; 1,7), все

Таблица 3 – Средняя масса клубня и параметры стабильности картофеля, г

Сорт	Средняя масса клубня, грамм						Параметры	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	$b_i$	$S_i^2$
Ирбитский	246	203	182	150	168	<b>189,9</b>	1,06	1415
Радуга	143	88	79	114	112	<b>107,2</b>	1,13	389
Челябинец	151	63	57	106	128	<b>101,2</b>	2,01	806
Тэрра-1 (РК)	113	109	61	102	112	<b>99,2</b>	1,20	147
Тустеп (РК)	99	141	76	89	78	<b>96,6</b>	0,31	888
Губернатор	114	78	57	96	135	<b>96,2</b>	1,65	292
Удовицкий (РК)	111	95	74	80	121	<b>96,2</b>	1,17	47
Ицил	125	93	73	74	115	<b>96,0</b>	1,37	74
Агат	108	129	84	57	99	<b>95,5</b>	0,84	715
Садовый	94	111	73	79	108	<b>93,1</b>	0,79	170
Акжар (РК)	103	89	68	91	115	<b>93,0</b>	0,99	59
Тарасов	104	72	55	77	155	<b>92,6</b>	1,97	698
Артем (РК)	76	126	72	101	89	<b>92,6</b>	0,10	625
Кавалер	128	105	74	68	81	<b>91,2</b>	0,98	486
Браслет	110	95	87	70	92	<b>91,0</b>	0,56	164
Памяти Коваленко	75	99	54	71	152	<b>90,3</b>	1,56	1087
Балабай	90	60	83	117	97	<b>89,3</b>	0,01	574
Спиридон	119	87	55	73	91	<b>85,2</b>	1,35	117
Ягодный 19 (РК)	86	105	64	65	94	<b>82,9</b>	0,77	221
Маяк	100	89	52	70	103	<b>82,8</b>	1,31	15
<b>Невский, st.</b>	<b>115</b>	<b>76</b>	<b>39</b>	<b>65</b>	<b>97</b>	<b>78,4</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Алая заря (РК)	74	74	67	87	88	<b>77,8</b>	0,24	93
Кузовок	99	52	61	79	97	<b>77,7</b>	0,92	290
Костанайские новости (РК)	78	59	59	84	92	<b>74,5</b>	0,52	191
Ручей	96	79	70	53	65	<b>72,6</b>	0,47	270
Краснополяский	54	37	34	46	89	<b>52,2</b>	0,95	319
<b>Среднее</b>	<b>108,2</b>	<b>92,9</b>	<b>69,7</b>	<b>83,3</b>	<b>106,6</b>	<b>92,2</b>	–	–
Индекс $I_i$	16,0	0,7	-22,5	-8,9	14,4	–	–	–
НСР <sub>05</sub>	5,9	8,1	4,7	4,8	8,0	–	–	–

они стабильные, за исключением сортов Тустеп (-0,66; 22,3) и Ручей (-1,36; 28,0).

По средней массе клубней большинство сортов характеризуются низкой стабильностью, что очевидно объясняется тем, что это показатель в значительно большей мере обусловлен уровнем минерального питания, чем генотипом [13]. Тем не менее, и здесь можно выделить 4 сорта, характеризующиеся пластичностью и достаточно высокой стабильностью: Акжар ( $b_i = 0,99$ ;  $S_i^2 = 59$ ), Удовицкий (1,17; 47), Маяк (1,31; 15) и Ицил (1,37; 74). Кроме этого, высокой пластичностью, но низкой стабильностью по массе клубней обладают сорта: Ирбитский ( $b_i = 1,06$ ), Кавалер (0,98), Краснополяский (0,95), Кузовок (0,92), Радуга (1,13), Агат (0,84), Тэрра-1 (1,20), Садовый (0,79), Ягодный 19 (0,77), Спиридон (1,35).

К сортам интенсивного типа по средней массе клубней относятся сорта: Челябинец ( $b_i = 2,01$ ), Тарасов (1,97), Невский (1,78), Губернатор (1,65), Памяти Коваленко (1,56), а к нейтральным сортам – Тустеп (0,31), Артем (0,10), Алая заря (0,24), Ручей (0,47) и Кустанайские новости (0,52).

Приводим комплексную оценку изученного сортимента по адаптивности, урожайности и компонентам продуктивности. Так, имеющий наибольшую за период 2014-2018 гг. продуктивность (35,2 т/га) среднеспелый сорт картофеля **Алая заря** (Костанайский НИИСХ) является высокоадаптивным сортом ( $K_a = 134$ ), нейтрального типа по урожайности ( $b_i = -0,77$ ;  $S_i^2 = 14,5$ ), пластичным и стабильным по количеству клубней в гнезде ( $b_i = 1,34$ ;  $S_i^2 = 9,0$ ), нейтральным по средней массе клубней ( $b_i = 0,24$ ;

Таблица 4 – Характеристика сортов картофеля по урожайности и параметрам адаптивности

Сорт	Урожайность			Количество клубней в гнезде			Средняя масса клубня		
	т/га	Параметры		шт./куст	Параметры		г	Параметры	
		$b_i$	$S_i^2$		$b_i$	$S_i^2$		$b_i$	$S_i^2$
Алая заря (РК)	<b>35,2</b>	-0,77	5,5	<b>17,2</b>	1,34	9	<b>78</b>	0,24	93
Ирбитский	<b>34,6</b>	0,29	27	<b>6,9</b>	-0,04	0,7	<b>190</b>	1,06	1415
Ягодный 19 (РК)	<b>33,7</b>	0,45	22	<b>15,6</b>	1,15	6,3	<b>83</b>	0,77	221
Артем (РК)	<b>32,4</b>	-0,04	23	<b>13,5</b>	1,78	4	<b>93</b>	0,1	625
Спиридон	<b>32,4</b>	1,65	30	<b>14,6</b>	3,2	2	<b>85</b>	1,35	117
Тэрра-1 (РК)	<b>31,9</b>	1,46	12	<b>12,5</b>	2,97	3	<b>99</b>	1,2	147
Акжар (РК)	<b>31,6</b>	0,45	60	<b>12,7</b>	-0,69	1,7	<b>93</b>	0,99	59
Удовицкий (РК)	<b>31,4</b>	0,44	62	<b>12,7</b>	2,13	10,7	<b>96</b>	1,17	47
Ручей	<b>31,0</b>	2,43	7,6	<b>15,9</b>	-1,36	28	<b>73</b>	0,47	270
Ицил	<b>30,8</b>	1,95	37	<b>11,9</b>	1,88	3,3	<b>96</b>	1,37	74
Тарасов	<b>29,5</b>	1,97	82	<b>12,2</b>	2,65	1	<b>93</b>	1,97	698
Кавалер	<b>28,7</b>	1,34	28	<b>11,8</b>	0,83	0,3	<b>91</b>	0,98	486
Памяти Коваленко	<b>27,3</b>	1,79	118	<b>11,4</b>	0,92	6,8	<b>90</b>	1,56	1087
Тустеп (РК)	<b>27,3</b>	1,82	18	<b>10,9</b>	-0,66	22,3	<b>97</b>	0,31	888
Браслет	<b>27,2</b>	0,94	5,6	<b>11,2</b>	0,03	1,3	<b>91</b>	0,56	164
Костанайские новости (РК)	<b>26,4</b>	0,70	19	<b>13,5</b>	1,96	0,6	<b>75</b>	0,52	191
Садовый	<b>25,7</b>	1,37	1,2	<b>10,4</b>	0,97	4,2	<b>93</b>	0,79	170
Маяк	<b>25,0</b>	1,03	0,3	<b>11,5</b>	1,22	1,3	<b>83</b>	1,31	15
Агат	<b>24,8</b>	1,26	34	<b>9,7</b>	-0,42	1,6	<b>96</b>	0,84	715
Кузовок	<b>24,2</b>	0,41	16	<b>12,0</b>	0,2	3,6	<b>78</b>	0,92	290
Радуга	<b>24,2</b>	0,34	31	<b>8,5</b>	0,46	1,2	<b>107</b>	1,13	389
Балабай	<b>22,3</b>	0,27	7,0	<b>9,8</b>	1,03	8,3	<b>89</b>	0,01	574
Челябинец	<b>22,2</b>	1,82	14	<b>8,6</b>	1,44	6,5	<b>101</b>	2,01	806
<b>Невский, st.</b>	<b>21,5</b>	<b>1,42</b>	<b>6,9</b>	<b>10,5</b>	<b>1,11</b>	<b>1</b>	<b>78</b>	<b>1,78</b>	<b>48</b>
Губернатор	<b>17,9</b>	0,49	7,8	<b>7,3</b>	1,06	1,8	<b>96</b>	1,65	292
Краснополяский	<b>17,6</b>	0,72	18	<b>13,2</b>	0,83	6,3	<b>52</b>	0,95	319
<b>Среднее</b>	<b>27,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-



$S_i^2 = 93$ ). Отличается большим числом клубней в гнезде – 17,2 шт./куст (табл. 4).

Среднеранний сорт картофеля **Ирбитский** (УралНИИСХ) – адаптивный ( $K_a = 128$ ), нейтральный по продуктивности и по числу клубней, пластичный по средней массе клубня. Сформировал в среднем за 5 лет урожай 34,6 т/га, имеет небольшую крупность клубней (190 г).

Среднеспелый сорт картофеля **Ягодный 19** (Костанайский НИИСХ) – адаптивный ( $K_a = 124$ ), нейтральный по урожайности, пластичный и стабильный по количеству клубней под кустом, пластичный по средней массе клубней.

Среднеспелый сорт **Артем** (Костанайский НИИСХ) – адаптивный ( $K_a = 121$ ), нейтральный по урожайности и средней массе клубней, интенсивный по их количеству под кустом.

Среднеспелый сорт картофеля **Спиридон** (ЮУНИИСК) – адаптивный ( $K_a = 116$ ), интенсивный и стабильный по урожайности и по количеству клубней под кустом, пластичный и стабильный по средней массе клубней.

Среднеспелый сорт **Тэрра-1** (Костанайский НИИСХ) – адаптивный ( $K_a = 115$ ), пластичный и стабильный по величине урожайности и средней массы клубней, интенсивный и стабильный по количеству клубней в гнезде.

Среднеспелый сорт картофеля **Акжар** селекции Костанайского НИИСХ относится к адаптивным сортам ( $K_a = 116$ ) нейтрального типа по урожайности и количеству клубней, а по средней массе клубня является пластичным и стабильным.

Среднеспелый сорт **Удовицкий** (Костанайский НИИСХ) – адаптивный ( $K_a = 116$ ), нейтральный по урожайности, интенсивный и стабильный по числу клубней, пластичный и стабильный по средней массе клубня.

Среднеспелый сорт **Ручей** (ЮУНИИСК) является адаптивным ( $K_a = 109$ ), интенсивным и стабильным по урожайности сортом, нейтральным по количеству клубней в гнезде и их средней массе.

Среднеранний сорт картофеля **Ицил** (ЮУНИИСК) – адаптивный ( $K_a = 109$ ), интенсивный по урожайности, интенсивный и стабильный по количеству клубней в гнезде, пластичный и стабильный по средней массе клубня.

Среднеспелый сорт **Тарасов** (ЮУНИИСК) относится к адаптивным сортам ( $K_a = 104$ ), интенсивного типа (нестабильный) по урожайности и средней массе клубней, а по количеству

клубней в кусте является интенсивным и стабильным.

Среднеспелый сорт картофеля **Кавалер** (ЮУНИИСК) – адаптивный, пластичный и стабильный сорт по урожайности и количеству клубней в гнезде, пластичный (нестабильный) по средней массе клубня.

Среднеранний сорт **Памяти Коваленко** (ЮУНИИСК) – интенсивный по урожайности, пластичный и стабильный по количеству клубней, интенсивный по средней массе клубня.

Среднеспелый сорт картофеля **Тустеп** (Костанайский НИИСХ) является интенсивным и стабильным по урожайности, а по количеству и средней массе клубней относится к сортам нейтрального типа.

Среднеранний сорт **Браслет** (ЮУНИИСК) – пластичный и стабильный по урожайности, нейтральный по количеству и средней массе клубней.

Среднеспелый сорт картофеля **Костанайские новости** (Костанайский НИИСХ) является пластичным и стабильным по урожайности, интенсивным и стабильным по количеству клубней в гнезде, нейтральным и стабильным по средней массе клубня.

Среднеспелый сорт картофеля **Садовый** (ЮУНИИСК) и среднеранний сорт **Маяк** (Уральский НИИСХ) относятся к пластичным и стабильным сортам как по урожайности, так и по количеству и средней массе клубней.

Среднеранний сорт **Агат** (ЮУНИИСК) – пластичный, но нестабильный по урожайности и средней массе клубней, а по количеству клубней в гнезде относится к сортам нейтрального типа.

Среднеспелый сорт картофеля **Кузовок** (ЮУНИИСК) – нейтральный и стабильный по урожайности и количеству клубней в гнезде, пластичный (нестабильный) по средней массе клубня.

Среднеранний сорт **Радуга** (ЮУНИИСК) – нейтральный и стабильный по урожайности и количеству клубней в гнезде, пластичный (нестабильный) по средней массе клубня.

Среднеспелый сорт **Балабай** (ЮУНИИСК) является нейтральным и стабильным по урожайности, пластичным и стабильным по количеству клубней в гнезде, нейтральным по средней массе клубня.

Среднеранний сорт картофеля **Челябинец** (ЮУНИИСК) – интенсивный и стабильный

по урожайности, пластичный и стабильный по количеству клубней, интенсивный по средней массе клубней.

Широко известный сорт **Невский** относится к пластичным и стабильным сортам по урожайности и количеству клубней под кустом, а по средней массе клубня он является интенсивным и стабильным.

### Выводы

1. Выделена группа адаптивных сортов картофеля ( $K_a \geq 100$ ), формирующих наибольшую в условиях Южного Урала урожайность клубней (от 28,7 до 35,2 т/га). Это среднеспелые сорта селекции Костанайского НИИСХ: Алая заря ( $K_a = 134$ ), Ягодный 19 (124), Артем (121), Акжар (116), Удовицкий (116), Тэрра-1 (115), среднеранний сорт Ирбитский, созданный в Уральском НИИСХ ( $K_a = 128$ ), а также сорта челябинской селекции: Спиридон ( $K_a = 116$ ), Ручей (109), Тарасов (104) и Кавалер (103) – среднеспелые и сорт Ицил (109) – среднеранний.

2. Выделена группа пластичных сортов картофеля, сочетающих высокую продуктивность, экологическую пластичность и стабильность: Маяк (25,0 т/га;  $b_i = 1,03$ ;  $S_i^2 = 0,3$ ), Браслет (27,2 т/га; 0,94; 5,6), Костанайские новости (26,4 т/га; 0,70; 18,8), Садовый (25,7 т/га; 1,37; 1,2), Невский (21,5 т/га; 1,42; 6,9), Тэрра-1 (31,9 т/га; 1,46; 11,7), Кавалер (28,7 т/га; 1,34; 28,2) и Агат (24,8 т/га; 1,26; 34,0).

3. Высокоценными для производства являются сорта интенсивного типа, хорошо отзывающиеся на улучшение условий выращивания. В группу интенсивных сортов картофеля с высокой стабильностью урожая попали Ручей (31,0 т/га;  $b_i = 2,43$ ;  $S_i^2 = 7,6$ ), Тустеп (27,3 т/га; 1,82; 18,4), Спиридон (32,4 т/га; 1,63; 30,3), Челябинец (22,2 т/га; 1,82; 13,9), а также нестабильные сорта: Ицил (30,8 т/га; 1,95; 37,4), Тарасов (29,5 т/га; 1,97; 82,2) и Памяти Коваленко (27,3 т/га; 1,79; 118,2).

4. Высокую продуктивность на Южном Урале способны формировать и сорта нейтрального типа, слабо отзывающиеся на изменение условий среды: Алая заря (35,2 т/га;  $b_i = -0,77$ ;  $S_i^2 = 5,5$ ), Артем (32,4 т/га;  $-0,04$ ; 22,8), Балабай (22,3 т/га; 0,27; 7,0), Ирбитский (34,6 т/га; 0,29; 26,7), Радуга (24,2 т/га; 0,34; 30,5) Удовицкий (31,4 т/га; 0,44; 62,2), Ягодный 19 (33,7 т/га; 0,45; 21,6), Акжар (31,6 т/га; 0,45; 60,0) и Кузовок (24,2 т/га; 0,41; 16,4). Большинство из них

имеют высокую стабильность урожая и только сорта Удовицкий и Акжар относительно нестабильны.

### Список литературы

1. Васильев А. А., Дергилев В. П. Сорт – основа урожая // Картофель и овощи. 2004. № 7. С. 6–7.

2. Дергилев В. П., Дергилева Т. Т. Селекция картофеля с использованием экологического испытания // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля : сб. науч. тр. / Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства. Челябинск, 2007. Т. IX. С. 78–85.

3. Дергилева Т. Т., Васильев А. А. Результаты селекции картофеля на Южном Урале // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных, овощных культур и картофеля : сб. науч. тр. Челябинск, 2017. Т. XIX. С. 395–403.

4. Экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля селекции Костанайского НИИСХ / Н. В. Глаз [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 2 (50). С. 13–22.

5. Конкурентоспособность современных сортов картофеля на продовольственном рынке Челябинской области / А. А. Васильев, Т. Т. Дергилева, В. С. Зыбалов, А. А. Мушинский // АПК России. 2018. Т. 25. № 2. С. 204–209.

6. Методика исследований по культуре картофеля. М. : НИИКХ, 1967. 21 с.

7. Зыкин В. А., Мешкова В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. Новосибирск, 1984. 23 с.

8. Животкова Л. А., Морозова З. Н., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.

9. Оценка экологической пластичности среднеранних и среднеспелых сортов картофеля / Н. В. Глаз, А. А. Васильев, Т. Т. Дергилева, А. А. Мушинский // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 1 (49). С. 10–19.

10. Логинов Ю. П., Казак А. А. Экологическая пластичность в условиях Тюменской области // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1 (61). С. 24–28.



11. Васильев А. А., Дергилева Т. Т. Экологическая пластичность уральских сортов картофеля в условиях Челябинской области // Агрорепродовольственная политика России. 2019. № 1 (85). С. 2–8.

12. Власенко Г. П. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов картофеля

// Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 2 (42). С. 11–15.

13. Васильев А. А., Горбунов А. К. Проблемы получения планируемых урожаев картофеля на Южном Урале // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 5. С. 17–21.

---

**Дергилев Василий Петрович**, канд. с.-х. наук, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Глаз Николай Владимирович**, канд. с.-х. наук, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Дергилева Тамара Тихоновна**, старший научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

\* \* \*

УДК 633.41:631.8

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА НАНО-ГРО НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРНЕПЛОДА КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ (BETA VULGARIS VAR. CRASSA MANSF) НА ФОНЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АПШЕРОНА**

**Р. М. Заманова**

В статье излагаются результаты влияния применения различных норм и соотношений физиологически активного препарата Нано-Гро на фоне минеральных и органических удобрений в условиях Апшерона в 2014–2016 гг. на биометрические показатели корнеплода кормовой свеклы. Во время исследования при варианте  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза и опрыскивании в третий раз препаратом Нано-Гро (4 гранулами) длина корнеплода составила 28,4 см, диаметр 19,3 см, масса 1,850 кг. Опрыскивание препаратом Нано-Гро с 4 гранулами при фоновом варианте привело к увеличению длины корнеплода на 20,8%, диаметра на 27,8% и массы на 20,8%.

*Ключевые слова:* кормовая свекла, масса корнеплода, длина корнеплода, диаметр корнеплода, органическое удобрение, минеральное удобрение, физиологически активный препарат.

Современная эпоха требует создания новых сельскохозяйственных систем с минимальным загрязнением окружающей среды для удовлетворения потребности в питании быстро растущего населения.

Согласно зоотехническим оценкам, рацион делится на зеленый, грубый, крепкий и сочный корм. Кормовая свекла принадлежит как к зеленому, так и к сочным кормам. Из-за количества жидких углеводов, витаминов, минералов и аминокислот кормовая свекла отличается от других кормовых культур. Существует большая потребность в кормовой свекле в развитии мясного и молочного животноводства. Полученная продукция использовалась исключительно для

кормовых целей. Опыт передовых стран показывает, что для получения большого количества молока и мясных продуктов от животных необходимо использовать сочный корм, особенно богатую углеводами кормовую свеклу. Углеводы в кормовой свекле, обеспечивая быстрый обмен питательных веществ в желудке и кишечнике животных, оказывают положительное влияние на продуктивность, здоровье и репродуктивную функцию. Кормовая свекла, как и кормовая редька, репа, морковь и сахарная свекла, являются быстро переваривающимися культурами с хорошими вкусовыми качествами.

Среди кормовых культур, выращиваемых сегодня в стране, посевная площадь сочных



кормов незначительна. В 2017 году она составила 359 га.

Климатические условия нашей республики позволяют выращивать и производить большой урожай кормовой свеклы несколько раз в год.

### Цель исследования

Принимая во внимание то, что кормовая свекла является незаменимым кормом для питания животных сельского хозяйства и то, что она не выращивалась в стране в течение многих лет, в кормоводственном подсобном опытном хозяйстве НИИ Института земледелия была проведена научно-исследовательская работа с целью изучения влияния физиологически активного препарата Нано-Гро (регулятора роста растений) на биометрические показатели корнеплода кормовой свеклы (*beta vulgaris var. crassa mansf*) на фоне минеральных и органических удобрений в условиях Апшерона.

Схема посева и опрыскивания опыта приведена в таблице 1.

### Материалы и методы

В 2014–2016 годах были проведены двухфакторные полевые эксперименты с использованием районированной кормовой свеклы сорта «Полусахарная белая свекла». Полевые эксперименты проводились в четырех повторениях, шести вариантах и двух схемах, при норме высева 14 кг на гектар, при схеме посева 70×30 см,

на участке общей площадью 2112 м<sup>2</sup> (площадь каждой грядки 30 м<sup>2</sup> вместе с дорогами).

Потребности в использовании различных стимуляторов роста в сельскохозяйственном производстве быстро возрастают [12].

Перед посевом необходимое количество семян в мешочках замачивают в растворе из препарата Нано-Гро (2–4 гранулы на 1 литр воды) в течение 30 и 60 секунд. Далее во время вегетационного периода во время развития листовой массы проводится опрыскивание поверхности листьев 3 раза при норме 2 гранулы (0,001 кг/га) и 4 гранулы (0,002 кг/га) на 200 литров воды.

Нано-Гро – новый органический регулятор роста растений, созданный на основе нанотехнологий. Согласно информации производителя, это гомеопатический препарат, действующий в сверхмалых концентрациях, активные ингредиенты которого скомбинированы в форме водорастворимых гранул сахарозы. Отмечено, что Нано-Гро не вызывает трансгенных изменений растений и животных, не содержит генетически модифицированных источников и может применяться в комбинации с любыми удобрениями или регуляторами роста [12].

Несмотря на то, что во время исследования семена замачивались в течение 30 и 60 секунд и были высеяны в 6 вариантах, существенной разницы в прорастании семян не было. Так, в соответствии с целями исследования представляем объяснения 4 основных вариантов.

Таблица 1 – Схема посева

Схема замачивания и посева семян с использованием препарата Нано-Гро	
I схема	II схема
1. Контроль	1. Контроль
2. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> +20 т навоза (Фон-1)	2. N <sub>160</sub> P <sub>90</sub> K <sub>210</sub> + 20 т навоза (Фон-2)
3. Фон 1 +2 гранулы (30 секунд)	3. Фон 2+2 гранулы (30 секунд)
4. Фон 1+ 4 гранулы (30 секунд)	4. Фон 2+4 гранулы (30 секунд)
5. Фон 1+2 гранулы (60 секунд)	5. Фон 2+2 гранулы (60 секунд)
6. Фон 1+4 гранулы (60 секунд)	6. Фон 2+4 гранулы (60 секунд)
Схема опрыскивания с использованием препарата Нано-Гро	
1. Контроль	1. Контроль
2. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> + 20 т навоза (Фон-1)	2. N <sub>160</sub> P <sub>90</sub> K <sub>210</sub> + 20 т навоза (Фон-2)
3. Фон 1 +2 (гранулы)	3. Фон 2+2 (гранулы)
4. Фон 1+4 (гранулы)	4. Фон 2+4 (гранулы)
5. Фон 1+2 (гранулы)	5. Фон 2+2 (гранулы)
6. Фон 1+4 (гранулы)	6. Фон 2+4 (гранулы)

Т.М. Воробьева [8] отмечает, что несмотря на нормальные почвенные условия в Волго-Вятском районе Нижегородской области, невозможно собрать более 2 тонн зерновых культур с гектара. После использования препарата Нано-Гро биологического происхождения за один день до посадки урожайность сорта пшеницы Маргарита увеличилась до 2,83–3,80 т/га, сорта Маруся до 2,71–3,81 т/га и сорта София до 2,25–3,35 т/га.

Ю.Н. Куркина, Р.О. Газманов и другие отмечают, что в Белгородском государственном университете в 10 литрах дистиллированной воды были растворены 24 гранулы на тонну зерна. Семена были посеяны один день спустя. Так, под влиянием Нано-Гро урожайность яровой пшеницы увеличилась на 21,3%, а ярового ячменя на 19,6% [12].

#### Анализ и обсуждение исследования

В нашем исследовании были отмечены фенологические наблюдения, которые проводились через 78 дней после всходов семян в 2014 году, через 55 дней в 2015 году и через 80 дней в 2016 году. Так, результаты влияния препарата Нано-Гро на длину, диаметр, массу корнеплода кормовой свеклы на фоне минеральных и органических удобрений в среднем на одну культуру в повторениях представлены

в таблице 2. Таким образом, наилучшие результаты по биометрическим показателям корнеплода кормовой свеклы были получены на фоне  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза (Фон-2) при варианте с использованием 4 гранул препарата Нано-Гро в третьем опрыскивании. В результате исследований в схеме I при варианте без использования удобрений биометрические показатели кормовой свеклы составили: длина корнеплода 15,8 см, диаметр 11,1 см и масса 0,808 кг.

При варианте навоза  $N_{60}P_{45}K_{90}+20$  т длина корнеплода составила 21,9 см, диаметр 14,5 см, масса 1,2 кг, а при контрольном варианте относительное увеличение составило в длине корнеплода 38,6%, диаметре 26,1% и массе 48,3%.

При варианте  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза с использованием 4 гранул препарата Нано-Гро в третьем опрыскивании длина корнеплода составила 24,4 см, диаметр 15,3 см, масса 1,469 кг. Так, увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 54,4% в длине, 37,8% в диаметре и 85,0% в массе. По сравнению с фоновым вариантом длина корнеплода составила 11,4%, диаметр 5,5% и масса 24,6%. Таким образом, в контрольном варианте II схемы в таблице 2 длина корнеплода составила 16,2 см, диаметр 10,7 см, а масса 0,809 кг.

При варианте  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза (Фон-2) длина корнеплода составила 23,5 см,

Таблица 2 – Биометрические показатели корнеплода кормовой свеклы после третьего опрыскивания препаратом Нано-Гро

Рядовой №	Варианты	Длина корнеплода			Диаметр корнеплода			Масса корнеплода		
		Длина корнеплода, см	Контроль, %	Фон, %	Диаметр корнеплода, см	Контроль, %	Фон, %	Масса корнеплода, кг	Контроль, %	Фон, %
I схема										
1	Контроль	15,8			11,1			0,808		
2	$N_{60}P_{45}K_{90}+20$ т навоза (Фон-1)	21,9	38,6		14,5	26,1		1,200	48,3	
3	Фон 1 +2 гранулы	24,2	53,1	10,5	15,2	36,9	4,8	1,359	65,9	11,8
4	Фон 1 +4 гранулы	24,4	54,4	11,4	15,3	37,8	5,5	1,496	85,0	24,6
II схема										
1	Контроль	16,2			10,7			0,809		
2	$N_{160}P_{90}K_{210}+20$ т навоза (Фон-2)	23,5	45,4		15,1	41,1		1,530	89,0	
3	Фон 2 +2 гранулы	27,8	71,6	18,2	19,0	77,5	25,8	1,672	106,4	9,3
4	Фон 2 +4 гранулы	28,4	75,3	20,8	19,3	80,3	27,8	1,850	128,4	20,8



диаметр 15,1 см и масса 1530 кг, увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 45,4% в длине, 41,1% в диаметре и 89% в массе. При варианте  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза с использованием 4 гранул препарата Нано-Гро в третьем опрыскивании длина корнеплода составила 28,4 см, диаметр 19,3 см, масса 1,850 кг. Так, по сравнению с контрольным вариантом увеличение в длине корнеплода составило 75,3%, в диаметре 80,3% и в массе 128,4%. По сравнению с фоновым вариантом длина корнеплода составила 20,8%, диаметр 27,8% и масса 20,8%.

Для сравнения можно сказать, что исследователи А. Акйылдыз [2], С. Албайрак [5] и О. Юксел отмечают, что диаметр корнеплода кормовой свеклы на берегах Средиземного моря составляет 15,3–16,2 см, М. Турк отмечает 14,05 см в Испарте, И. Эрдогду, А.Л. Север, А.К. Аталай [11, 14] и А. Озкез [13] 16,1 см в Эскишехире в сорте ES07HP, А.О. Парлак и Х. Экиз [15] 10,74 см в Анкаре. Самый длинный корнеплод [10] был отмечен в сорте ES07HP 29,8 см в Эскишехире, а по мнению А.О. Парлака и Х. Экиза, в Анкаре 19,94 см [15].

Исследователь Б.С. Байрамов [7] отмечает, что при применении микроэлементов Cu, Zn, Mn на фоне  $N_{90}P_{90}K_{90}$  по 3 кг каждого длина корнеплода составила 36,3 см под воздействием Zn, 37,6 см под воздействием Cu и 36,0 см под воздействием Mn. Длина окружности корнеплода под воздействием Zn составила 67,1 см, под воздействием Cu 65,5 см и под воз-

действием Mn 64,8 см. Масса корнеплода под воздействием Zn составила 1,9 кг, под воздействием Cu 1,3 кг и 1,7 кг под воздействием Mn.

Ф.А. Агабалаев [1] отметил, что во время исследования на фоне  $N_{90}P_{90}$  под влиянием нефтяного ростового вещества (регулятора роста растений) масса корнеплода составила 1390–1375 г, сирийские исследователи [3, 4, 6] отмечают, что они получили плодовую массу весом в 1478–1489 г.

При расчете отчета о продукте математические расчеты исследования были получены Б.А. Dospoehov [10].

### Выводы

1. Данные, полученные по результатам опрыскивания в каждой из фаз, показывают, что препарат Нано-Гро значительно увеличил урожайность кормовой свеклы по сравнению с контрольным и фоновым вариантом.

2. Препарат Нано-Гро, как и витамины, воздействуя на ауксины (физиологически активные точки) в меристематике растения, ускоряя рост растения, стимулируя эффективное использование питательных веществ, а также увеличивая отборочную способность питательных веществ в корне растения, способствуют повышению продуктивности культур.

3. При варианте  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  т навоза с использованием 4 гранул препарата Нано-Гро в третьем опрыскивании длина корнеплода составила 28,4 см, диаметр 19,3 см, масса 1,850 кг. Так, по сравнению с контрольным

Таблица 3 – Влияние применения препарата Нано-Гро на продуктивность кормовой свеклы

Рядовой №	Варианты	В среднем за 3 года	Увеличение	
		Урожайность корнеплода	По контролю, %	По фону, %
1	Контрольный	385,0		
2	$N_{60}P_{45}K_{90}$ +навоз 20 т (Fon1)	571,3	48,3	
3	Fon 1 + 2 гранулы	638,9	65,9	11,8
4	Fon 1 + 4 гранулы	712,4	85,0	24,6
1	Контрольный	385,5		
2	$N_{160}P_{90}K_{210}$ +гранулы 20 т (Fon 2)	728,4	89,0	
3	Fon 2 + 2 гранулы	796,3	106,4	18,0
4	Fon 2 + 4 гранулы	880,6	128,4	20,8

I схема НСР<sub>05</sub> = 109,3 P = 0,83%, V = 2,50%  
 II схема НСР<sub>05</sub> = 201,6 P = 5,41%, V = 3,82%

вариантом увеличение в длине корнеплода составило 75,3%, в диаметре 80,3% и в массе 128,4%.

4. По сравнению с фоновым вариантом увеличение длины корнеплода составило 20,8%, диаметра 27,8% и массы 20,8%.

### Список литературы

1. Агабалаев Ф. А. Влияние минеральных и новых видов удобрений на урожайность сахарной и кормовой свеклы в условиях Южно-Муганской зоны : дис. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1964. С. 19–171.

2. Акйылдиз А. Р. Наука и техника корма // Унив. Анкара. Фак. Зираат. 1983. № 868. С. 56–61.

3. Abdel-Gawad A. A., Abdel-Aziz H. M., Reiad M. S. and Ahmed S. T. Effect of nitrogen, potassium and organic manure on yield and chemical composition of fodder beet (*Beta vulgaris*, L.) // *Annals of Agricultural Science (Cairo)*. 1997. № 42 (2). P. 377–397.

4. Abdel-Gwad M. S. A., El-Aziz T. K. A. and El-Galil M. A. A. Effect of intercropping wheat with fodder beet under different levels of N-application on yield and quality // *Annals of Agricultural Science (Cairo)*. 2006. № 53 (2). P. 353–362.

5. Albayrak S. Yüksel O. Effects of nitrogen fertilization and harvest time on root yield and quality of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa Mansf.*) // *Turkish Journal of Field Crops*. 2010. № 15 (1). P. 59–64.

6. Al-Jbawi 1., Sameer Al-Geddawi 2, Gaidaa Alesha 2, Hussein Al-Zubi Productivity of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa*) cultivars as affected by plants spacing in Al Ghab // Syria Entessar Sugar Beet Research Department, Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria. 2 Al Ghab Agricultural Research Center, GCSAR) Hama, Syria, September 2016. Vol. 4 (6). P. 91–99.

7. Байрамов Б. С. Влияние минеральных и микроудобрений на рост, развитие и продук-

тивность сахарной свеклы на вымытой серобурой почве Нахчыванской Автономной Республики : дис. ... д-ра философии по аграрным наукам. Баку, 2010. С. 127–135.

8. Воробьева Т. М. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и предпосевной обработки семян в условиях Волго-Вятского региона : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 2013.

9. Диде Н., Йылмаз К., Эркан С. Болезнь ризомании в сахарной свекле (*Beta Vulgaris* Var. *Saccharifera*) Фак. Зираат. 2005. № 20 (1). P. 64–72.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. С. 315.

11. Эрдогду И., Север А. Л., Алтай А. К. Урожайность и некоторые растительные характеристики сахарной свеклы в условиях Эскишехира // *Журнал Пищевой и кормовой науки и технологии. Journal of Food and Science-Technology*. 2011. № 11. P. 57–63.

12. Куркина Ю. Н., Газманов Р. О. Влияние препарата Нано-Гро на урожайность и качество зерна яровой пшеницы и ячменя // *Научные ведомости. Сер. : Естественные науки*. 2010. № 9 (80). Вып. 11.

13. Özkös A. Determination of Yield and Yield Components of Fodder Beet (*Beta vulgaris* L. var. *rapacea* Koch.) Cultivars under the Konya Region Conditions, *World Academy of Science // Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. 2013. Vol. 7. № 12. P. 120–124.

14. Turk M. Effects of fertilization on root yield and quality of fodder beet (*Beta Vulgaris* var. *Crassa Mansf.*) // *Bulgarian Journal of Agricultural Science, Agricultural Academic Suleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Isparta, Turkey*, 2010. №16 (2). P. 212–219.

15. Парлак А. О., Экиз Г. Продуктивность некоторых видов кормовой свеклы в условиях Анкары (*Beta vulgaris* L. ssp. *crassa* Mansf.) // *Наука земледелия*. 2008. № 14 (2). P. 95–100.

**Заманова Рахмина Мемеш гызы**, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт Земледелия, Азербайджан.

E-mail: rehmine.zamanova@mail.ru.

\* \* \*

УДК 633.853.494(470.55/.58)

## **ЯРОВОЙ РАПС – КУЛЬТУРА БОЛЬШИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

**В. С. Зыбалов**

В статье изложены основные направления по использованию ярового рапса на Южном Урале. Рассматриваются возможности его применения как кормовой, технической и сидеральной культуры для повышения плодородия почв. Приводятся многолетние экспериментальные данные автора по возделыванию ярового рапса на семена, зеленый корм и сидераты в основных и промежуточных посевах. Проведен химический анализ рапсового масла для эффективного использования на кормовые цели. Анализ рапсового масла сорта «Юбилейный» показал, что оно содержит 26,3 % линолевой и 12,1 % линоленовой кислоты, которые играют важную роль в росте, развитии и действии репродуктивной функции животных и должны всегда присутствовать в рационе животных, так как организм их не вырабатывает. Проведен физико-химический анализ рапсового, подсолнечного масла и дизельного топлива, возможность его использования для получения биодизельного топлива. Дана эколого-экономическая оценка биодизельного топлива на основе рапсового масла. Приводятся исследования по выращиванию ярового рапса в основных и промежуточных посевах в качестве сидеральной культуры, что позволяет увеличить содержание органического вещества, благоприятно влияет на агрофизические и агрохимические свойства почвы, увеличивает содержание водопроходной структуры на 15–18%. Позволяет увеличить урожайность зерновых и картофеля.

*Ключевые слова:* рапс, корма, плодородие почв, жир, масло, сидераты, биодизельное топливо.

Челябинская область является одной из ведущих в Уральском федеральном округе по производству зерна, картофеля, мяса птицы, свинины и другой сельскохозяйственной продукции, однако дальнейшее наращивание производства продукции животноводства и птицеводства зависит от производства и качества кормов. В настоящее время проблема развития кормопроизводства заключается не только в достаточном и качественном обеспечении кормами животных, но и во внедрении принципов биологизации земледелия, поскольку каждая возделываемая культура оказывает определенное влияние на почвы и ландшафты [1]. Поэтому разработка критериев и параметров

адаптивного кормопроизводства ресурсосберегающих технологий является важнейшим условием воспроизводства энергетического уровня, устойчивого развития животноводства и решения многих экологических и экономических проблем в сельском хозяйстве. В настоящее время общий объем производства кормов в области недостаточно обеспечивает потребности животноводства. Так, для удовлетворения потребности животных в кормах необходимо в среднем заготовить 32–35 ц к. ед. на 1 усл. голову, однако фактически в 2018 году было заготовлено по области всего по 26,4, а в 2019 году по 27,7 ц к. ед. на 1 усл. голову. Причем корма, производимые на пашне, имеют низкое качество.

Так, например, в 2018 году было заготовлено сена и сенажа первого и второго класса 24%, силоса 70%. Общим недостатком всех видов кормов, получаемых с пашни, остается низкое содержание в сухом веществе протеина (не более 9%), что ведет к перерасходу кормов и повышает себестоимость животноводческой продукции в 1,5 раза. В большинстве хозяйств области кормовые рационы содержат белка не более 90 г на 1 к. ед. при минимальной потребности 110–130 г. В решении проблемы увеличения растительного белка значительная роль отводится не только бобовым, но и масличным культурам, которые являются ценным кормом для животных и птицы, кроме того, служат важным сырьем для пищевой, лакокрасочной промышленности, а при выращивании на зеленые удобрения источником восполнения почвенного плодородия [2]. В настоящее время конъюнктура рынка определяет большой спрос на растительные масла, производство жмыха и шрота для животноводства, поэтому за последние 15 лет площадь под масличными культурами в Челябинской области увеличилась в 12 раз и составила в 2019 году 205,5 тыс. га, в сравнении с 2018 годом возросла на 44 тыс. га.

В структуре масличных культур значительное место занимает яровой рапс, площадь которого изменяется по годам от 30 до 50 тыс. га, при этом средняя урожайность не превышает 11 ц/га. Причина небольшой площади посева и низкой урожайности ярового рапса заключается в нарушении технологии его возделывания, недостаточном научно-техническом обосновании данной культуры, низкой эффективности использования семян рапса, рапсовой муки, масла и зеленой массы на корм и сидераты в сельскохозяйственном производстве Челябинской области.

**Цель исследования** – обосновать возможность более эффективного использования ярового рапса на кормовые, технические цели, а также как сидеральной культуры для повышения плодородия почв.

**Задачи исследования:**

1. Определить эффективное использование ярового рапса на кормовые цели.
2. Изучить яровой рапс как сидеральную культуру.
3. Провести химический анализ рапсового масла.
4. Определить возможности использования рапсового масла на технические цели.

**Материалы и методы исследования**

Исследования по возделыванию ярового рапса на семена, зеленый корм и сидераты проводились в Сосновском, Аргаяшском, Троицком, Октябрьском, Верхнеуральском, Агаповском районах Челябинской области, в течение 2000–2019 года. Рапс на зеленую массу и сидераты выращивали в основных и промежуточных посевах. Технология выращивания ярового рапса была общепринятая для каждой агрозоны. Для исследования использовались реестровые для Челябинской области сорта ярового рапса «Ратник» и «Юбилейный». В Аргаяшском районе, в ОАО «Акбашевский» использовался сорт «Ермак».

Химический анализ почв, содержание жира в семенах рапса и качество жмыха определяли в ФГБУ Центр химизации и радиологии «Челябинский» [3, 4].

Исследования рапсового масла по общим показателям и химическому составу проводилось ФГУ «Россельхозцентр» по Челябинской области и ООО «Уральский центр испытаний и сертификации «Экопромбезопасность» согласно утвержденным методикам [5].

Для определения использовалось следующее оборудование: мультитест «ИПЛ-101»; колориметр фотоэлектрический «КФК-2»; фотометр плазменный «ФП-102». В период вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием ярового рапса.

**Результаты и обсуждение**

Яровой рапс является универсальной культурой для Челябинской области, он хорошо может расти во всех агрозонах. Для размещения ярового рапса в севооборотах современных систем земледелия следует учитывать биологические особенности культуры, в частности его мелкосемянность, медленный рост и развитие в начальный период вегетации, высокие требования к питательным веществам и влаге, неравномерное и длительное цветение, а также неравномерное созревание и растрескивание стручков [6].

Рапс помимо экономических преимуществ является прекрасным предшественником для других, прежде всего, зерновых культур. Благодаря мощной корневой системе, которая глубоко проникает в почву (до 2 метров), улучшаются водно-физические свойства, фитосанитарное состояние.



**Использование рапсового масла, рапсового жмыха и зеленой массы на кормовые цели**

Семена рапса содержат 40–44% масла, 20–23% белка, 6–7% клетчатки. Рапсовое масло является ценным диетическим продуктом, содержит линолевую и линоленовую кислоты и уступает по качеству только оливковому. На рисунке 1 дана сравнительная характеристика масла различных сельскохозяйственных культур [7].

В 1 кг рапсовой муки (из семян) содержится 400–500 г жира, до 380 г белка. При переработке семян на масло остаются жмыхи и шроты. Питательность 1 кг рапсового жмыха

1,0–1,1 кормовых единицы, 280–300 г перевариваемого протеина. Добавки их в рацион скоту значительно сокращают расход кормов и повышают продуктивность животных. Так, среднесуточный надой в основном периоде опыта у животных, которым скармливались рапсовые корма по 0,38–0,40 кг на голову в сутки, повысился на 1,04–1,82 кг, или на 10,8–18,9%.

Биологическая ценность рапсового масла обусловлена высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой.

В таблице 1 представлен анализ химического состава рапсового масла сорта «Юбилейный».

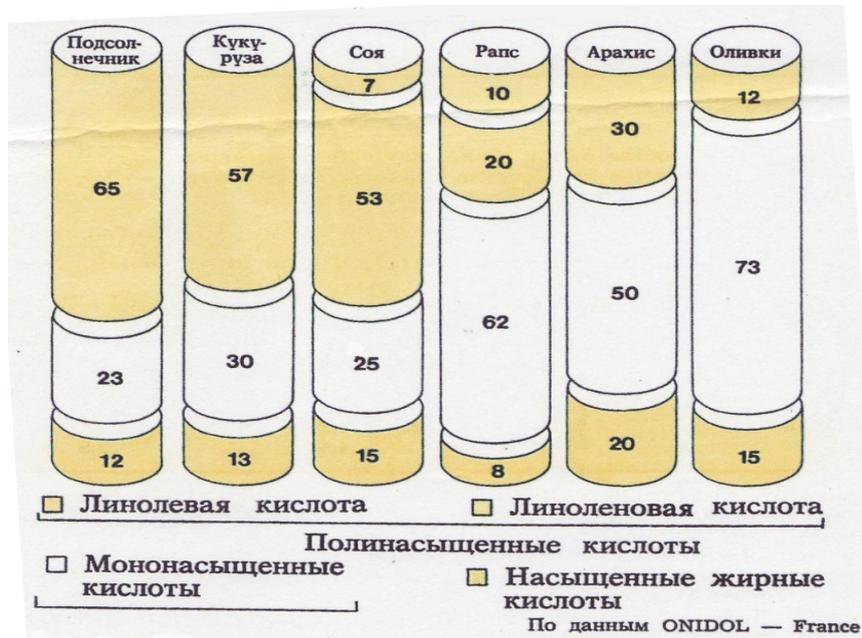


Рис. 1. Состав жирных кислот в растительных маслах различных культур в %

Таблица 1 – Химический состав рапсового масла сорта «Юбилейный»

Основные жирные кислоты	Безруковые сорта	Обычные сорта
<b>Насыщенные жирные кислоты</b>		
Пальмитиновая	4,5	3
Стеариновая	1,5	1
Арахидовая	1,5	1
Бегеновая	0,5	1
<b>Мононенасыщенные жирные кислоты</b>		
Олеиновая	61	14
Эйкозеновая	1	9
Эруковая	следы	49
<b>Полиненасыщенные жирные кислоты</b>		
Линолевая	21	49
Линоленовая	9	7

Основными жирными кислотами в масле являются олеиновая (52,9%), линолевая 26,3%, линоленовая (12,1%). На их долю приходится 91,3%.

Эруковая кислота отсутствует, имеют место только ее следы.

Установлено, что наличие линолевой кислоты и содержание витаминов А и Е в масле, полученном из сорта «Юбилейный», показывают их высокую питательную ценность в кормовых рационах [8, 11].

Анализ комбикорма для бройлеров ООО «Равис – птицефабрика Сосновская» с использованием рапсового масла показал, что содержание линоленовой кислоты составляет от 3,410 до 4,665%.

Вышеуказанные кислоты играют важную роль в росте, развитии и действии репродуктивной функции у животных и должны всегда быть в рационе, т.к. организм их не синтезирует. Белок семян рапса богат такими незаменимыми аминокислотами, как лизин, метианин, цистин и триптофан, а из углеводов основную долю составляет сахароза.

Зеленая масса рапса по содержанию белка не уступает бобовым культурам, в 1 кг содержится 0,16 кормовых единиц и 30–35 г белка. Содержание перевариваемого протеина в зеленой массе рапса в полтора раза превышает его содержание в кукурузе и подсолнечнике.

В системе зеленого конвейера в позднелетний период зеленая масса рапса в основных и промежуточных посевах является ценным кормом для увеличения производства и качества молока в Челябинской области.

Основным фактором получения хороших урожаев в поукосных посевах рапса является количество осадков по агрозомам области. Исследования, проведенные в северной лесостепной зоне по изучению влияния способов основной обработки почвы на урожайность, показали значительные колебания урожайности рапса.

Между количеством осадков и урожайностью установлена достоверная положительная связь, причем при разных вариантах обработки отмечены некоторые отличия значения коэффициента корреляции: при отвальной – 0,98, плоскорезной – 0,94, при минимальной – 0,94. Из рисунка 2 видно, что наиболее интенсивно при увеличении количества осадков урожайность нарастает при отвальной обработке. Она характеризуется минимальной корреляционной зависимостью ( $r = 0,93$ ) между осадками и урожайностью поукосного рапса, уровнями регрессии: по отвальному фону  $Y = -454 + 3,6x$ ; плоскорезному  $Y = -292,2 + 2,44x$ ; минимальному  $Y = -123,7 + 1,32x$ .

Связь показателей урожайности рапса и гидротермического коэффициента в июле-августе еще раз подчеркивает тесную зависимость урожайности рапса от обеспечения влагой за счет осадков второй половины лета на фоне достаточного количества тепла. Вероятность возможности возделывания поукосных культур в южной лесостепной и степной зонах Челябинской области составляет 74%. На качество зеленой массы большое влияние оказывают технология его возделывания и сроки уборки рапса (табл. 2).

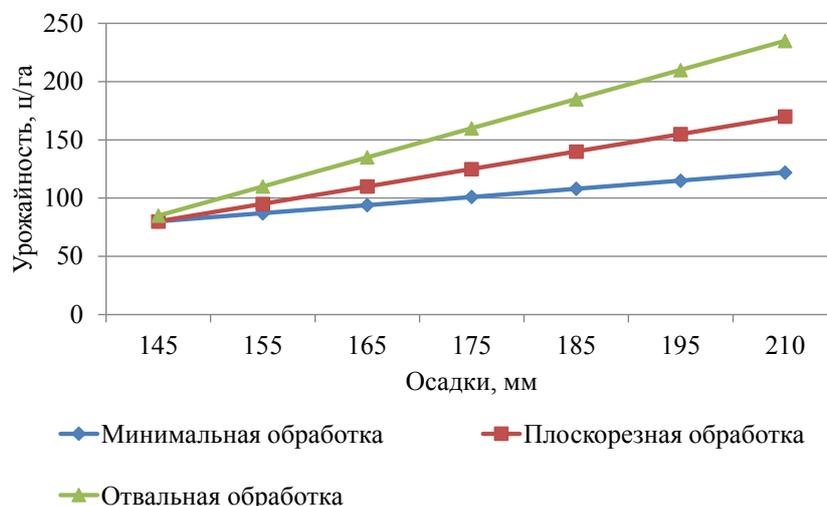


Рис. 2. Зависимость урожайности поукосного рапса от количества осадков второй половины лета



### Использование ярового рапса как сидеральной культуры

Сидерация с использованием ярового рапса способствует сохранению плодородия и улучшению фитосанитарного состояния почвы. Так, сидерация пара с использованием ярового рапса в Сосновском районе обеспечивала повышение урожайности картофеля в среднем на 2,33 т/га (6,9%). Прибавка урожая от заправки рапса возрастала в условиях 2015 г. – 3,95 т/га (10,8%) и существенно снижалась в условиях жаркого 2016 г. – 0,41 т/га (1,5%) [9].

Исследованиями установлено, что посевы рапса как в основных, так и в промежуточных посевах обеспечивают высокое дополнительное поступление лабильного органического вещества в почву в зависимости от состава сидератов, что подтверждается данными таблицы 3.

В результате заделки зеленой массы рапса в почву эффективность его использования

эквивалентна такому же количеству хорошо приготовленного навоза. При урожайности зеленой массы 173...180 ц/га в почву поступает от 40 до 60 ц/га воздушно-сухих растительных остатков, а сомкнутый травостой рапса защищает ее от эрозии. Кроме того, рапс является хорошим предшественником для многих, прежде всего зерновых культур. Он обладает мощной, глубоко проникающей в почву корневой системой, что позволяет использовать его в качестве разуплотнителя почвы, благотворно влияет на агрофизические свойства почвы. Это дает возможность сократить за счет посевов рапса число интенсивных обработок в паровом поле и добиться оптимальной плотности сложения и создания ценной структуры почвы при значительной экономии антропогенной энергии, что подтверждено данными исследований, приведенными в таблице 4 [10].

Таблица 2 – Влияние сроков уборки на продуктивность и качество поукосного рапса

Фаза уборки	Сбор, ц/га		В абс. сухом веществе, %	
	зеленой массы	абс. сухого вещества	протеина	клетчатки
Бутонизация	76	12,1	14,8	19,1
Цветение	99	15,8	15,2	24,5
Начало образования стручков	120	19,6	8,3	26,4

Таблица 3 – Количество органической биомассы растительных остатков, поступающей в почву при использовании сидератов, ц/га

Вариант посева	Корни	Стерня	Всего
Вико-овсяная смесь	15	12	27
Яровой рапс (поукосно)	20	22	42
Озимая рожь	13	17	30
Яровой рапс (поукосно)	22,4	26	48,4

Таблица 4 – Влияние ярового рапса, используемого как сидеральная культура, на агрофизические свойства почвы

Варианты посева	Доля агрегата по слоям, %			Объемная масса почвы по слоям, г/см <sup>3</sup>		
	0–10	10–20	20–30	0–10	0–20	20–30
Чистый пар	75,6	72,4	71,3	1,04	1,07	1,12
Рапсовый пар	81,3	84,5	80,5	0,97	1,04	1,05
Вико-овсяная смесь (занятый пар)	75,5	75	75,6	1,06	1,18	1,16
Вико-овсяная смесь-поукосно-яровой рапс (сидерат)	77,3	75,6	78,4	1,08	1,13	1,13
Вико-овсяная смесь – поукосно-яровой рапс (без обработки)	81,4	77,2	79,4	1,07	1,12	1,13

Установлено, что сидеральный пар с использованием ярового рапса не уступает чистому пару в лесостепной зоне Челябинской области. Так, исследования, проведенные в Верхнеуральском районе с различными сидеральными культурами, показали, что урожайность яровой пшеницы в среднем за 4 года исследований составила по чистому пару 3,04 т/га; рапсовому пару 3,34 т/га; донниковому – 3,30 т/га. Ниже урожайность была получена в вариантах опыта горох + овес – поукосно яровой рапс (сидерат) – 2,18 т/га и горох + овес (сидерат) – 2,34 т/га. Это связано с высокой засоренностью, большим расходом влаги и выносом питательных элементов на данных вариантах. На второй зерновой культуре – ячмене – прослеживается подобная закономерность.

#### Исследование рапсового масла для применения в технических целях

На технические цели, в частности для получения биодизельного топлива, можно использовать различные сорта рапса, содержание эруковой кислоты в которых выше по сравнению с пищевыми сортами. Для использования

в сельскохозяйственных предприятиях Челябинской области и других регионах России это перспективный вопрос, который требует дополнительных исследований и разработок. Однако ориентация современного сельского хозяйственного производства на экологически чистые технологии требует поиска новых путей по созданию альтернативных экологически чистых видов топлива, одним из которых является рапсовое масло. Для определения физико-химических свойств рапсового масла нами проведен анализ и сравнительная оценка его с дизельным топливом и подсолнечным маслом. Исследования проводились в испытательной лаборатории ООО «Уральский испытательный центр испытаний и сертификации «Экопром-безопасность». Результаты испытаний приведены в таблице 5 [8].

Анализ показывает, что цетановое число (характеристика воспламеняемости дизельного топлива, определяющая период задержки горения рабочей смеси) составляет у дизельного топлива 48–50, у рапсового масла 32–37. Чем выше цетановое число, тем меньше задержка и тем более спокойно и плавно горит топлив-

Таблица 5 – Физико-химические показатели рапсового, подсолнечного масла и дизельного топлива

Показатели	Рапсовое масло	Подсолнечное масло	Дизельное топливо
Состав, %			
С	78,0	77,6	85,2
Н	11,5	11,7	13,7
О	10,5	10,8	1,1
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с			
При 50 °С	24,75	21,77	4,3
При 100 °С	7,96	7,32	1,7
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	691	914	854
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С	315	310	147
Цетановое число	32–37	35–37	48–50
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	1,05	1,03	не опред.
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	0,05	0,05	не опред.
Зольность, % не более	0,025	0,032	0,3
Содержание серы, %	0,005	0,002	0,6

Таблица 6 – Стоимость рапсового масла и смешанного топлива при различной урожайности семян

Наименование	Урожайность семян рапса, ц/га		
	10	15	20
Стоимость 1 л рапсового масла, руб.	51,00	34,00	25,50
Стоимость 1 л смешанного топлива (25% РМ + 75% ДТ), руб.	35,25	31,00	28,88



ная смесь. Экологические показатели: зольность и содержание серы у рапса 0,025 и 0,005 и 0,3 и 0,6 соответственно у дизельного топлива, что характеризует дизельное топливо как один из факторов загрязнения окружающей среды. При добавлении к дизельному топливу 25% рапсового масла цетановое число находится в оптимальных пределах 41–42 и может использоваться как биодизельное топливо. Оно приводит к снижению выбросов углекислого газа, оксидов азота, углеводородов в окружающую среду.

В настоящее время экономические показатели для получения биодизельного топлива пока не позволяют его использовать в связи с высокой себестоимостью получения рапсового масла, при средней урожайности семян 11 ц/га. В таблице 6 приведены расчетные показатели стоимости рапсового масла и смешанного топлива при различной урожайности семян.

При средней урожайности 20 ц себестоимость рапсового масла может составить всего 25–26 рублей за литр, а стоимость 1 литра смешанного топлива будет в пределах 29 рублей за литр. В данном случае есть целесообразность его использовать в сельскохозяйственных предприятиях области. По оценке специалистов, при возделывании рапса на семена с площади 100 га можно производить 94,5 тонны биодизельного топлива, 106 тонн жмыха с содержанием масла 5% и 8,4 тонны отстоя масла. При их реализации расчетный экономический эффект составит 3 813 325 рублей [11].

### Выводы

1. Для повышения производства животноводческой продукции необходимо увеличить площадь посева и урожайность семян рапса для получения масла, жмыха и шрота как важнейших кормовых добавок.

2. Химический анализ рапсового масла указывает на высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот; линолевой 26,3% и линоленовой 12,1%, которые являются важными в рационах кормления для репродуктивных свойств животных и повышения производства молока.

3. При использовании зеленой массы рапса в позднеосенний период целесообразно размещать его в поукосных посевах после озимой ржи, однолетних и других культур.

4. Запашка ярового рапса как сидеральной культуры в количестве 17–18 т/га экви-

валентна по содержанию элементов питания и поступления органического вещества 20 тоннам навоза.

5. Использование рапса как сидеральной культуры обеспечивает в северной лесостепной зоне Челябинской области прибавку урожая зерновых в среднем на 0,3 т/га, а картофеля на 2,33 т/га.

6. Химический анализ рапсового масла для получения биодизельного топлива указывает, что его цетановое число находится в интервале 32–37, однако при добавлении его в соотношении 25% РМ : 75% ДТ цетановое число соответствует оптимальным показателям.

7. При возделывании рапса на семена на площади 100 га можно производить 94,5 тонны биодизельного топлива, 106,0 тонн жмыха с содержанием масла 5% и 8,4 тонны отстоя масла. При их реализации расчетный экономический эффект составит 3 813 325 рублей.

### Список литературы

1. Зыбалов В. С. Кормопроизводство на Южном Урале : уч. пособие. Челябинск : ЧГАУ, 2006. 103 с.

2. Глухих М. А. Практикум по технологии производства продукции растениеводства в Зауралье и Западной Сибири : уч. пособие. Куртамыш, 2013. 201 с.

3. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы почв. Общее требование к отбору проб.

4. ГОСТ 17.4.02-84. Охрана природы почв. Методы отбора и подготовки проб почв для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

5. ГОСТ 31759-2012 Масло рапсовое. Технические условия.

6. Зыбалов В. С., Ляшко В. Ф. Стратегия адаптивной интесификации в кормопроизводстве Челябинской области // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 56. С. 92–97.

7. Рапс озимый и яровой (практическое руководство). М. : Госагрокомитет, 1988. 44 с.

8. Зыбалов В. С., Кожамкулова Я. С. Анализ химического состава и физических свойств подсолнечного и рапсового масла. Челябинск : ЧГАА, 2013. С. 33–38.

9. Васильев А. А., Зыбалов В.С. Влияние сидеральных культур и биопрепаратов на продуктивность и качество картофеля в лесостепи Челябинской области // Сельскохозяйственные науки – агропромышленному производству :

сб. ст. Междунар. науч.-практ. конференции. Челябинск, 2017. С. 6–16.

10. Зыбалов В. С. Влияние сидеральных культур на повышение плодородия черноземов Южного Урала // Коняевские чтения : VI Междунар. науч.-практ. конф. / Уральский ГАУ. Екатеринбург, 2018. С. 253–259.

11. Зыбалов В. С., Сергеев Н. С., Запева-лов М. В. Рациональное использование семян рапса в сельскохозяйственном производстве // АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 222–228.

---

**Зыбалов Владимир Степанович**, д-р с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственственный аграрный университет.

E-mail: [Zybalov74@mail.ru](mailto:Zybalov74@mail.ru).

\* \* \*

УДК 633.367:631.559:551.524(470.55)

## ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЮЖНОГО УРАЛА

**В. Я. Крамаренко, Ю. Б. Анисимов, А. А. Агеев, О. И. Шумакова**

Проведенное в 2016–2017 гг. в условиях Челябинской области (Чебаркульский р-н) испытание сортов люпина, созданных в ГНУ Всероссийского НИИ люпина и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, в полевом мелкоделяночном опыте позволило выявить наиболее надежные по уровню урожайности зерна. Установлено значительное (на 95%) преимущество по семенной продуктивности сорта люпина белого Дега над районированным сортом люпина узколистного Смена. Дега характеризовался также самым высоким содержанием белка в семенах – 37,3% и масла – 9%, что, соответственно, на 10,5 и 2,5% больше, чем у сорта Смена. Естественные тепловые ресурсы северной лесостепи Челябинской области в результате потепления климата существенно увеличились, сумма активных ( $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температур в теплый период (май-сентябрь) за 48 лет наблюдений возросла с 1860 до 2200–2400  $^{\circ}\text{C}$  и позволила сформировать в этих условиях биологическую семенную продуктивность люпина белого Дега до 650 г/м<sup>2</sup>, сортообразца СН 816-09 – 600 г/м<sup>2</sup>, люпина узколистного Смена до 330 г/м<sup>2</sup>, Витязь – 290 г, Белозерный 110–280 г/м<sup>2</sup>, Кристалл до 250 г/м<sup>2</sup>. В среднем за два года среди сортов люпина узколистного по урожайности зерна существенных различий не выявлено. Полученные данные свидетельствуют о реальной возможности интродуцирования в северной лесостепи Южного Урала и Зауралья в первую очередь люпина белого Дега. Для полного вызревания семян важно обратить внимание на точное соблюдение оптимальных сроков его посева и заканчивать посев к концу мая.

*Ключевые слова:* люпин белый, люпин узколистный, сорт, урожайность, биохимический состав зерна, теплообеспеченность, вегетационный период.

В связи с ограничением техногенных и расширением биологических приемов интенсификации земледелия возрастает интерес к люпину, который по содержанию переваримого протеина в зерне и по обеспеченности им кормовой единицы стоит на одном из первых мест среди зернобобовых культур, повышает плодородие почвы, ценен как предшественник, источник высокобелковых добавок [1–3].

Люпин (*Lupinus L.*) – нетрадиционная для Челябинской области культура. В связи с этим особую важность приобретает задача установления возможности и целесообразности его интродукции и разработка основных технологических приемов возделывания в лесостепи Южного Урала

и Зауралья. Данные вопросы для культуры люпина в нашем регионе практически не изучены.

Люпин белый (*Lupinus albus L.*) относится к числу древнейших сельскохозяйственных культур, возделываемых в Средиземноморье, где и сегодня сохраняет свое положение важнейшего культурного представителя рода *Lupinus* [4].

Расширение площади пашни под люпин белый требует оценки биологических, почвенно-климатических, агроэкологических, технологических и экономических условий его возделывания. Все это позволит уточнить ареал его распространения, потребность животноводства, возможные объемы и перспективы производства в Челябинской области [5].

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) и люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) являются важным резервом в увеличении производства кормового белка. В наших исследованиях среднее содержание белка в зерне однолетних люпинов достигало 27–37%. Вторым ценным компонентом зерна люпина является жир. В нем содержится от 6 до 12% жира, с характерным высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (линолевой, олеиновой), необходимых для интенсивного роста животных и птицы [6].

**Целью наших исследований** являлось выявление сортов люпина узколистного и белого, отличающихся высокой урожайностью зерна, с широкой адаптацией применительно для лесостепной зоны Южного Урала и Зауралья.

#### Условия, материалы и методы

Исследования проводились методом полевого мелкоделяночного опыта с 2016-го по 2017 гг. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный маломощный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое гумуса – 5,1%, азота – 0,238%, подвижного фосфора – 133,7 мг/кг, обменного калия – 75 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 5,5 мг/экв. на 100 г почвы, рН солевой вытяжки – 4,9. Обеспеченность растений нитратным азотом перед посевом низкая – 2,4 мг/кг. Опыты закладывались по пару.

Объектами исследований были шесть малоизученных сортов и сортообразцов люпина

узколистного и белого, завезенных в Челябинскую область из других областей Европейской части РФ.

Дополнительно нами изучался также новый сортообразец люпина белого СН 816-09. Люпин белый Дега и сортообразец СН 816-09 отличаются более длинным вегетационным периодом в сравнении с сортами люпина узколистного. Для сравнения в качестве контроля был выбран районированный в нашем регионе сорт люпина узколистного Смена. Закладка полевых опытов проводилась по методике Б.А. Доспехова (1985) и по методике ВНИИК (1983) [7, 8].

В 2016-м и 2017 годах в опыте было заложено по шесть вариантов, 36 делянок. Размещение вариантов в повторностях рендомизированное. Делянки – 4-рядковые, общей площадью – 3,6 м<sup>2</sup> (0,6×6 м) с междурядьем 15 см, типичным для данных условий выращивания. Учетные – два центральных рядка с размером площадки 1,8 м<sup>2</sup> (0,3×6 м), повторность шестикратная. Ширина защитной полосы между делянками 0,5–1,0 м. Занимаемая площадь под опытами равнялась по годам, соответственно, 235 и 346 м<sup>2</sup>.

Посев всех видов люпина проводили по пару вручную пунктирно с одной нормой высева из расчета 1,2 млн зерен на 1 га с учетом всхожести, чистоты и массы 1000 зерен. В результате по вариантам норма посева семян на 1 погонный метр колебалась в пределах от 2,16 до 5,73 г. В 2016-м и 2017 годах срок по-

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2016–2017 гг. в условиях северной лесостепи Челябинской области

Показатель	Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего за май-сентябрь
Осадки, мм	2016	39,9	76,2	53,5	68,6	54,0	292
	2017	42,1	71,4	87,8	44,5	30,9	277
	ср.мн.	38	60	76	57	40	271
Среднесуточная T воздуха, °C	2016	12,6	17,7	20,4	22,0	11,2	16,8
	2017	12,9	16,4	19,4	18,6	10,6	15,6
	ср.мн.	11,6	16,6	17,9	15,5	9,8	13,8
ГТК	2016	1,0	1,4	0,8	1,0	1,6	1,1
	2017	1,1	1,5	1,5	0,8	1,0	1,2
	ср.мн.	1,1	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3



сева люпина белого – 19–20 мая, люпина узколистного – 24–25 мая. Появление всходов – 01–05 июня. В период вегетации проводились фенологические наблюдения за прохождением основных фаз роста и развития растений.

Уход за посевами состоял из прополок и рыхления почвы в междурядьях вручную. При уборке урожая люпинов готовую массу с каждой делянки связывали в снопы, затем обмолачивали на сноповой селекционной молотилке. Вес зерна определялся по зачетному весу.

Погодные условия в месте проведения опыта за вегетационный период приводятся по данным метеопоста ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». Они складывались сравнительно благоприятно по годам. За годы исследований среднесуточная температура воздуха была выше среднееголетней величины (табл. 1).

В 2016 году среднесуточная температура воздуха за вегетационный период превышала среднееголетний показатель на 3 °С, а в 2017 году на 1,8. По гидротермическому коэффициенту 2016 год относится к незначительно засушливому, 2017 год – к достаточно влажному.

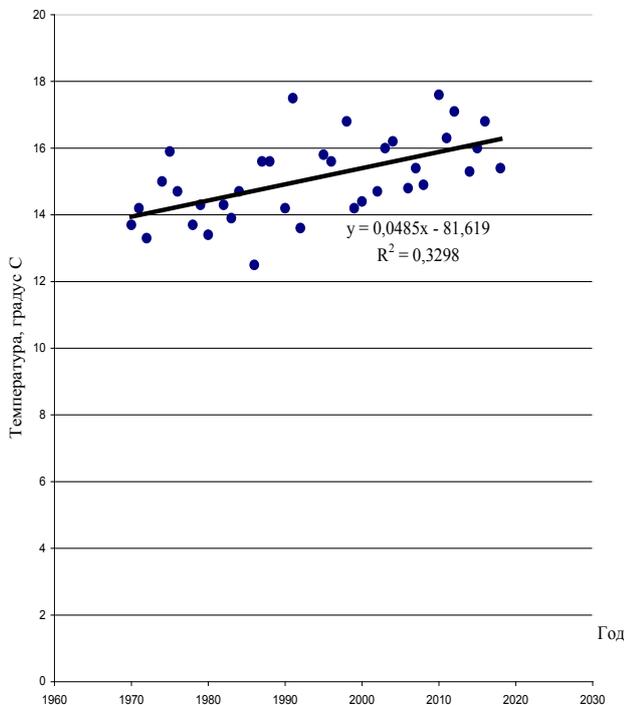


Рис. 1. Многолетняя динамика среднесуточной температуры воздуха за май-сентябрь в северной лесостепи Челябинской области (метеопост ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»)

## Результаты и обсуждения

Люпин белый в отличие от люпина узколистного является культурой более теплолюбивой. В недалеком прошлом (1991–1994 гг.) в северной лесостепи Челябинской области обеспеченность теплом люпина белого была недостаточной. Семена одного из первых сортов отечественной селекции Олежка в большинстве лет не вызревали, и поэтому он не рекомендовался к возделыванию [9].

Однако в связи с изменением климата за последние 48 лет произошло существенное потепление вегетационного периода (рис. 1).

Результаты многолетних исследований свидетельствуют о значимой взаимосвязи средней температуры воздуха за вегетационный период с годом наблюдений. С 1970-го по 2018 гг. среднесуточная температура воздуха за период с мая по сентябрь возросла с 13,7 до 15,4 °С, а в отдельные годы (2010) доходила до 17,6 °С. При этом взаимосвязь между годом наблюдений и среднесуточной температурой воздуха оказалась значимой: коэффициент корреляции составил 0,57.

В условиях северной лесостепи приход тепла от солнца увеличился в среднем на 329 °С или на 16%. Это позволило начать интродукцию теплолюбивого люпина белого в данной зоне. Этому же способствовало выведение учеными новых сортов люпина белого с более коротким вегетационным периодом, в частности Дега и др.

Поскольку люпин белый нуждается в дополнительном тепле, чтобы рассчитать сроки посева и сроки его созревания в северной лесостепи, нужно обязательно учитывать весной дату перехода, сумму активных температур воздуха через 10 °С. В Чебаркульском районе это происходит в разные годы в период с 27 апреля по 13 мая. Дата перехода уточняется на ближайшей метеостанции. Для полного вызревания на семена люпину белому требуется сумма активных температур не меньше 2100 °С, при меньшей температуре он не достигал полной спелости.

Фаза наступления полной спелости люпина белого из-за большого перепада осенних температур сильно растянута и наступает в период 10 сентября – 15 октября, и времени для уборки урожая в сухую погоду в отдельные вегетационные периоды не всегда бывает достаточно. Поэтому десикация посевов люпина белого за 10–12 дней до уборки – обязательный

прием. Вегетационный период по годам может изменяться в пределах 127–147 дней. У сортов люпина узколистного вегетационный период значительно короче и составлял около 85 дней, а семена устойчиво вызревали с суммой активных температур воздуха 1700–1900 °С.

За все годы наблюдений метеостанции среднемноголетняя сумма активных температур за десятиградусный период равнялась 1860 °С. За 2013–2017 гг. она существенно выросла в среднем на 433 °С и составила 2293 °С (табл. 2).

Вегетационный период увеличился на 11 дней. За последние пять лет наблюдений также произошло заметное увеличение не только среднесуточной температуры воздуха с мая по сентябрь, но и суммы активных температур за летний сезон, а также длины вегетационного периода. Все это создало предпосылки для успешной интродукции люпина белого в хозяйства северной лесостепи.

По формированию семенной продуктивности с единицы площади среди сортов люпина

узколистного существенных различий не выявлено (табл. 3).

В среднем за два года стандартный сорт Смена сформировал урожай семян с 1 м<sup>2</sup> 286 г, что на 7–12% больше нерайонированных новых сортов, но эти различия оказались в пределах ошибки опыта.

Вместе с тем люпин белый Дега оказался значительно продуктивнее контроля и всех изучаемых сортов люпина узколистного и представляет наибольший научный и практический интерес. Прибавка урожая от этого сорта люпина превзошла стандартный сорт на 95%.

Другой сортообразец люпина белого СН 816-09, который находился в наших исследованиях на испытании, оказался менее урожайным. Он превысил стандартный сорт Смена на 68%, но существенно уступил сорту Дега на 14%. Сортообразец СН 816-09 отличался более коротким вегетационным периодом в условиях непродолжительного уральского лета, и зерно его было более спелое.

Таблица 2 – Теплообеспеченность вегетационного периода с температурой воздуха выше 10 °С за 2013–2017 гг. в условиях северной лесостепи области

Год	Период			
	начало	конец	продолжительность (дни)	сумма активных температур (°С)
2013	13.05	17.09	127	2211
2014	30.04	7.09	130	2146
2015	12.05	1.10	142	2356
2016	5.05	10.09	128	2343
2017	27.04	21.09	147	2409
В среднем за 2013–2017 гг.	5.05	19.09	135	2293
Среднемноголетнее	10.05	13.09	126	1860

Таблица 3 – Семенная продуктивность сортов люпина узколистного и белого

Культура	Сорт, образец	Семенная продуктивность, г/м <sup>2</sup>		В среднем за два года, г/м <sup>2</sup>	Прибавка урожая	
		2016 г.	2017 г.		г/м <sup>2</sup>	%
Люпин узколистный (st)	Смена	243	330	286	–	–
Люпин узколистный	Кристалл	254	249	252	–34	0
Люпин узколистный	Витязь	290	235	262	–24	0
Люпин узколистный	Белозерный 110	276	254	265	–21	0
Люпин белый	Дега	469	647	558	+272	95
Люпин белый	СН 816-09	364	600	482	+196	68
	НСР <sub>05</sub>	29,1	57,0	43,0		



Анализ структуры продуктивности сортов показал, что самая высокая урожайность люпина белого Дега обусловлена особой крупностью семян – масса 1000 семян равнялась 274 г, что выше на 8–53 % показателей других сортов. Самыми мелкосемянными сортами были Смена и Витязь. Масса 1000 семян их составила всего 126–128 г.

Как показали наши наблюдения, климатические условия северной лесостепи не являются сдерживающими факторами в получении потенциальной урожайности сортов люпина узколистного в отличие от люпина белого. Однако у люпина узколистного имеются существенные недостатки – это низкое прикрепление нижнего боба на стебле от поверхности почвы на высоте 28–38 см и легкое раскрытие створок боба, что приводит к значительным потерям зерна при обмолаоте комбайном в сухую погоду. Люпин белый лишен таких недостатков, поэтому он представляет больший интерес для производства.

По биохимическому составу семян отмечается явное преимущество сортов люпина белого Дега и СН-816-09 над контрольным сортом люпина узколистного Смена. Содержание белка в их семенах было выше на 7,8–8,0 %, достигая средней величины 37,1–37,3 %. Масличность сорта и сортообразца люпина белого превалировали на 2,7 % над стандартом Смена.

Семена сортов люпина в условиях северной лесостепи при посеве в оптимальный срок могут хорошо вызревать. Для уборки на семена сорта люпина узколистного были готовы к 19 августа, сорта люпина белого в 2016 г. – 10–12 сентября, в 2017 г. – к 20 сентября. Влажность зерна сортов люпина узколистного при уборке колебалась в пределах 9,7–9,9 %, люпина белого Дега – 18,8 %, сортообразца СН 816-09 – 10,8 %. Проверка посевных качеств семян, выращенных в 2016 году, показала их хорошую всхожесть: Дега – 88 %, СН 816-09 – 94, Смена – 77, Кристалл – 80, Витязь – 82, Белозерный 110 – 88 %.

### Выводы

В результате сравнительного испытания сортов люпина узколистного и белого, проведенного в условиях северной лесостепи Челябинской области в 2016–2017 гг. в полевом мелкоделяночном опыте, выявлено значительное (на 95 %) преимущество по семенной продуктивности сорта люпина белого Дега над районированным сортом люпина узколистного Смена.

Сорт Дега характеризовался также самым высоким содержанием белка в семенах – 37,3 % и масла – 9 %, что, соответственно, на 10,5 и 2,5 % больше, чем у сорта Смена.

Естественные тепловые ресурсы северной лесостепи Челябинской области в результате потепления климата существенно увеличились, сумма активных ( $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температур за теплый период (май – сентябрь) возросла с 1860 до 2200–2400  $^{\circ}\text{C}$  и позволила сформировать в этих условиях биологическую семенную продуктивность люпина белого Дега в среднем за два года – 558 г/м<sup>2</sup>, сортообразца СН 816-09 – 482 г, люпина узколистного Смена – 286 г/м<sup>2</sup>. Витязь, Белозерный 110, Кристалл обеспечили урожайность зерна на уровне от 252 до 265 г/м<sup>2</sup>.

Полученные данные позволили оценить семенную продуктивность сортов люпина белого и узколистного и свидетельствуют о реальной возможности их интродуцирования в северной лесостепи Южного Урала и Зауралья.

### Список литературы

1. Майсурян Н. А. История культуры люпина // Люпин : сб. науч. работ кафедр растениеводства, агрохимии и ботаники / под ред. акад. ВАСХНИЛ Н. А. Майсуряна. М. : МСХА им. К. А. Тимирязева, 1962. С. 11–47.
2. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева, А. Л. Штеле, А. С. Цыгуткин // Известия ТСХА. 2013. Вып. 6. С. 12–30.
3. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Сергеева В. А. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива выращивания в Белгородской области // Кормопроизводство. 2009. № 1. С. 13–16.
4. Цыгуткин А. С., Зверев С. В. Белый люпин как сельскохозяйственная культура // Хранение и переработка зерна. 2014. Вып. 181. № 4. С. 20–23.
5. Результаты оценки образцов люпина в условиях Центрально-Черноземного региона / В. Н. Наумкин [и др.] // Кормопроизводство. 2011. № 6. С. 24–25.
6. Фицев А. И., Воронкова Ф. В., Мамаева М. В. Люпин в кормлении цыплят-бройлеров // Кормопроизводство. 2005. № 6. С. 25–30.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1965. 423 с.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М. : ВИК, 1983. 197 с.

9. Бабошина Х. А. Результаты испытания зернобобовых культур в разных почвенно-кли-

матических условиях Челябинской области // Достижения аграрной науки – в практику уральского земледелия : сб. науч. тр., посвящ. 60-летию ЧНИИСХ/РАСХН/ЧНИИСХ. Челябинск, 1995. С. 147–156.

---

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

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Анисимов Юрий Борисович**, канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Агеев Анатолий Александрович**, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Шумакова Оксана Ивановна**, младший научный сотрудник лаб. агроландшафтного земледелия, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

\* \* \*

УДК 633.16:631.52.000.93(470.51/.54)

## ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

**Р. А. Максимов, Н. В. Лихачева**

В статье приведен обзор селекции ячменя на Среднем Урале, начиная с XIX века и по настоящее время. О высокой значимости селекции в увеличении урожайности ярового ячменя свидетельствуют, например, данные о влиянии сортосмены в Красноуфимском селекционном центре. Согласно исследованиям, урожайность, благодаря сортосмене, увеличилась с 3,75 до 5,13 т/га, или на 1,38 т/га (37%), а в производственных условиях с 1,32 до 1,99 т/га, или на 0,67 т/га (51%). Создание того или иного сорта прежде всего определяли объективные условия сельскохозяйственного производства. Структурные изменения в сельскохозяйственном производстве, процессы урбанизации, меры государственной поддержки и другие факторы оказали значительное влияние на сортосмену, вместе с этим изменялся облик сортов и подходы в селекции.

*Ключевые слова:* ячмень (*Hordeum vulgare* L.), селекция, сорт, урожайность, сортосмена, коллекция.

### **Обоснование исследований**

Устойчивый рост урожайности – главный вопрос селекции большинства сельскохозяйственных культур. По мере развития сельскохозяйственного производства именно этому направлению принадлежит наиболее важная роль в увеличении продуктивности растений [1, 2, 3, 4, 5].

Переход от ручного труда, процессы интенсификации сельскохозяйственного производства, инновации, климатические и экологические изменения, эволюция болезней – все эти и другие факторы способствовали изменению генетики сортов. Ранняя, донаучная селекция – это отбор наиболее адаптивных форм к местным условиям. Самым первым селекционером

важно было оставить наиболее приспособленные растения, дающий стабильный урожай, здесь не было понятия «рекордный урожай», а наиболее ценилась возможность своевременно его убрать, а также устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям и болезням [6].

Селекционная работа по ячменю в Красноуфимском селекционном центре ведется с 1938 г. В течение 1938–1950 гг. основным методом работы являлся массовый и индивидуальный отбор, а в качестве исходного материала служили местные сорта ячменя. В период с 1951-го по 1961 гг. под руководством Н.В. Баженова в селекцию вводится метод гибридизации, в качестве исходного материала выступали

лучшие отечественные и европейские сорта. В это время был создан один из лучших сортов уральской селекции – Красноуфимский 95, его площадь посева в РСФСР в отдельные годы приближалась к 1 млн га. С 1962-го по 1975 г. под руководством А.Н. Никифорова создан первый голозерный сорт ячменя Голозерный 1, а также сорта Ильмень и Торос. В период с 1976-го по 2005 г. под руководством В.П. Чепелева созданы интенсивные, высокоотзывчивые на повышенный агротехнический фон сорта: Вереск, Сонет, Горец, Бином, Багрец и Калига. На современном этапе развития селекционной работы на Среднем Урале создан сорт ярового ячменя Памяти Чепелева, характеризующийся более высокой продуктивностью (более 5,00 т/га) [5].

**Цель исследований:** провести анализ влияния исторических изменений на сельскохозяйственное производство и селекцию ячменя на Среднем Урале.

#### Материалы и методы

Объектом исследования были данные в открытой печати об истории сельскохозяйственного производства и селекции Среднего Урала. Методы исследования – сравнение, анализ, индукция, статистический.

#### Результаты

Первые попытки научного ведения сельского хозяйства на Урале были предприняты в 60-х годах XIX века. Урожаи зерновых культур в то время были невелики: озимая рожь – 43 пуда (6,9 ц/га); овес 45 пудов (7,2 ц/га), а в южных уездах – Красноуфимском, Шадринском и Екатеринбургском возделывали яровую пшеницу с урожайностью в 21 пуд (3,4 ц/га). По распространенности сельскохозяйственных культур первое место занимал овес, второе – рожь, третье место в Зауралье и южных предуральных уездах принадлежало пшенице, затем ячменю. В 1875 г. открылось Красноуфимское реальное училище, которое сыграло серьезную роль в подготовке и организации агрономического обслуживания на Среднем Урале. Венцом общественно-агрономической и профессиональной деятельности первых агрономов Урала Н.А. Соковникова, Н.Л. Скалзубова, В.А. Владимирского, В.Н. Варгина следует считать создание впервые в России и на Урале института агрономических смотрителей (1883 г.). Агроно-

мические смотрители обязаны были давать населению письменную и устную консультацию, отвечая на вопрос с возможной скоростью, руководствоваться опытом Красноуфимской фермы, на территории которой ныне расположен Красноуфимский селекционный центр. При участии агрономических смотрителей впервые на Урале организовывались исследовательские учреждения, где с 1892 г. ставились опыты по подбору сортов и изучению новых культур, выявлялись наиболее урожайные, одновременно шло их улучшение путем массового отбора. Первыми сортами ячменя на Урале были: Шевалье, Клент и Золотодинный [7, 8, 9].

В период Великой Отечественной войны в 1941 г. в Красноуфимск был эвакуирован Всероссийский институт растениеводства (ВИР). Зимой директор ВИРа И.Г. Эйхфельд, который был назначен после ареста Н.И. Вавилова в 1940 г., и некоторые сотрудники переехали в г. Красноуфимск, увозя в своих вещевых мешках малую часть коллекции [10].

В начале 50-х годов прошлого столетия начата интенсивная работа по созданию исходного материала с помощью гибридизации. В этот период наряду с созданием пленчатых ячменей в гибридизацию привлекаются и голозерные. В 1957 г. создан сорт Северянин (автор Н.В. Баженов) путем гибридизации местного сорта Серовского района с сортом Sarach (Франция). Сорт отличался хорошими пивоваренными качествами, коротким периодом послеуборочного дозревания и высокой энергией прорастания зерна. По выходу экстракта занимал первое место среди других сортов. Его единственным недостатком являлось сильное полежание, особенно во влажные годы, возможно, по этой причине он так и не стал успешным [9, 11].

В это время создается самый успешный и наиболее распространенный двурядный сорт ячменя Красноуфимский 95, который в 1982 г. занимал площадь более 1 млн га и был районирован в Амурской, Калужской, Кемеровской, Курганской, Свердловской, Челябинской областях, Удмуртской АССР, Тувинской АССР. Сорт получен от скрещивания сортов Майя и Винер. Авторы сорта: Н.В. Баженов, А.Н. Никифоров, О.А. Манохина, В.А. Закоружникова [11].

В 70-е годы авторский коллектив возглавляет кандидат сельскохозяйственных наук Никифоров Анатолий Николаевич, в составе лаборатории работают: старший научный сотрудник



В.П. Чепелев, старший научный сотрудник А.В. Шорохов, старший лаборант А.И. Мельникова. Имя Анатолия Николаевича Никифорова хорошо известно агрономической обществу не только Урала, но и во многих регионах России. Его заслугой также является воспитание достойной смены. В ГНУ Челябинский НИИСХ успешно работала дочь Анатолия Николаевича – Пуалаккайнан Лидия Анатольевна – соавтор всех сортов ячменя Челябинской селекции [9].

Начиная с 1977 г. авторский коллектив лаборатории селекции ячменя возглавляет кандидат сельскохозяйственных наук Вячеслав Петрович Чепелев. Важнейшей вехой в творческой деятельности В.П. Чепелева является создание и внедрение в сельскохозяйственное производство сортов ярового ячменя Торос, Вереск, Ильмен, Сонет, Горец, Бином, Багрец, имеющих широкое распространение в четырех регионах Российской Федерации. Они позволили значительно увеличить производство фуражного зерна и улучшить продовольственную безопасность Свердловской и многих других областей России [там же, с. 8].

На современном этапе селекционной работы по ячменю главным приоритетом является создание высокоурожайных сортов кормового и пивоваренного назначения с высокой адаптивной способностью, устойчивых к стрессовым факторам и обладающих ценным по качеству зерном. По указанным направлениям работают и в других отечественных и зарубежных научных учреждениях [12, 13].

О высокой значимости селекции в увеличении урожайности ярового ячменя на Среднем Урале свидетельствуют, например, данные о влиянии сортосмены в Красноуфимском селекционном центре, на каждом этапе мы брали

средний уровень урожайности сорта стандарта (табл. 1) [14].

Согласно этим данным, урожайность благодаря сортосмене увеличилась с 3,75 до 5,13 т/га, или на 1,38 т/га (37%), а в производственных условиях с 1,32 до 1,99 т/га, или на 0,67 т/га (51%).

Конечно, большая роль в этом принадлежит селекции и субъективным факторам. Однако создание того или иного сорта, прежде всего, предопределяли объективные условия сельскохозяйственного производства.

Посевные площади ячменя в 1950–1960 гг. в Свердловской области составляли 50–60 тыс. га, среди других зерновых культур ячмень в это время занимал незначительное место – около 4,5%, посевы ячменя на 86,6% были сортовыми. Основным районированным сортом ячменя являлся Винер, он занимал 37 тыс. га (75% от всей площади ячменя). Средняя урожайность в эти годы в хозяйствах Свердловской области составляла 9–11 ц/га, на Свердловской областной сельскохозяйственной выставке в 1959 г. значительный интерес представили экспонаты учебного хозяйства Свердловского сельскохозяйственного института. За пять лет (1944–1948 гг.) средний урожай зерновых составлял 11,4 ц/га, в 1949–1953 гг. – 12,8 ц/га, а в 1954–1959 гг. – 19,2 ц/га. В то время указанное хозяйство считалось передовым [15].

Период с 1960-го по 1970 гг. характеризовался подъемом сельского хозяйства. И в это время отмечается рост посевных площадей. Так, под зерновыми и зернобобовыми культурами площади увеличились на 232 тыс. га (26%) и достигли 1110 тыс. га. Сегодня эти цифры кажутся невероятными, стоит отметить, что в 2015 г. под зерновыми и зернобобовыми культурами в Свердловской области было занято 364 тыс. га, или более чем в три раза меньше

Таблица 1 – Динамика изменения урожайности сортов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании (Красноуфимский селекционный центр ФГБНУ УралНИИСХ)

Годы испытания	Сорт, стандарт	Урожайность, т/га	Средняя урожайность в хозяйствах Свердловской обл., т/га
1963–1972	Винер	3,75	1,32
1973–1979	Варде	3,97	1,44
1980–1987	Красноуфимский 95	4,37	1,75
1988–2001	Торос	4,51	1,59
2002–2010	Сонет	5,02	1,70
2011–2017	Пам. Чепелева	5,13	1,99

относительно 60-х годов прошлого столетия, валовой сбор зерновых и зернобобовых в 2015 г. составлял около 650 тыс. т, в 60-е годы – около 900 тыс. т. Посевные площади ячменя по сравнению с предшествующими двумя пятилетками увеличились приблизительно в 2 раза и достигли 97 тыс. га, а в структуре посева зерновых культур ячмень уже занял 9% [14, 15]. Как и 10 лет назад, основные площади в Свердловской области занимает сорт Винер [8]. По сравнению с предыдущим периодом средняя урожайность ячменя в хозяйствах Свердловской области выросла до 13,2 ц/га, или на 2–4 ц/га. Предпосылками данного роста можно считать бурное развитие механизации, энергообеспеченность колхозов и совхозов области в 1966 г. при расчете на 100 га посевной площади составила 102 лошадиных силы, на начало 1967 г. насчитывалось 21,5 тыс. тракторов, 3,4 тыс. комбайнов, 5 тыс. грузовых автомобилей и многочисленный парк почвообрабатывающей техники, посевных, уборочных и других сельскохозяйственных машин и орудий (рост за две последние пятилетки по всем видам сельскохозяйственной техники составил от 40 до 80%). Вместе с этим колхозы и совхозы широко применяют электроэнергию, в 1967 г. насчитывалось 40,2 тыс. электродвигателей суммарной мощностью 204 тысячи киловатт, применение электромоторов наибольшее распространение имело на очистке, сортировке и сушке зерна [16].

В 70-е годы по всей стране и на Среднем Урале вместе с продолжающейся механизацией и электрификацией начинает разворачиваться программа химизации сельского хозяйства. В это время объемы внесения органических и минеральных удобрений на полях Среднего Урала имеют максимальные значения и по ор-

ганическим удобрениям в 1978 г. составляют 7202 тыс. т (на 1 га пашни – 4,9 т), по минеральным – на 1 га пашни 490 кг (табл. 2) [18].

Совокупность объективных факторов и успехи уральских селекционеров, связанные с созданием сорта Красноуфимский 95, определили сортосмену ячменя на Среднем Урале и в других регионах. Вместо сорта Винер постепенно идет расширение ареала возделывания нового сорта, в 1977 г. Красноуфимский 95 высевался на площади 389 тыс. га, а к 1982 г. он уже занимал более 1 млн га [17].

Далее, в 80-е годы XX века продолжают процессы интенсификации сельскохозяйственного производства на основе химизации и механизации, в это время идет активная модернизация сушильно-сортировальных комплексов, в результате чего многие колхозы и совхозы Свердловской области перешли на прямое комбайнирование. Мощная государственная поддержка и новые возможности сельхозпроизводителей оказали большое влияние на сортосмену. В это время требовались интенсивные сорта с высокой устойчивостью к полеганию и отзывчивостью на удобрения, также появилась возможность существенно повысить урожайность за счет удлинения вегетационного периода и увеличения массы 1000 зерен, более скороспелые сорта Винер и Красноуфимский 95 характеризуются относительно мелким зерном (масса 1000 зерен – 42–47 г) [18].

Процесс бурной интенсификации и расширения посевных площадей в колхозах и совхозах области постепенно сменяется рецессией и застоем. В.Н. Мамяченков (2017) делит исследуемое столетие (1913–2012 гг.) на два этапа: роста и структурной перестройки (1913–1985 гг.) и деградации (1986 г. – н.в.). Первый этап харак-

Таблица 2 – Применение органических и минеральных удобрений в общественном секторе сельского хозяйства Свердловской области в 1956–2012 гг.

Виды удобрений									
	1956	1970	1975	1978	1993	2000	2005	2010	2012
Органические:									
– всего внесено, тыс. т	4032	3505	6602	7202	4336	1817	1294	1285	1346
– на га пашни, т	3,0	2,4	4,5	4,9	3,5	1,8	1,7	2,1	2,2
Минеральные:									
– на га пашни, кг	13*	180	430	490	63*	25	19	21	24

\* – В 1956-м и с 1993 г. – в переводе на действующее вещество.



теризовался прежде всего процессом нарастания роли кормовых культур, приведших в итоге к тому, что растениеводство в рамках нынешней Свердловской области стало придатком другой, ведущей сферы сельского хозяйства – животноводства. В 1913 г. кормовые культуры составляли 2% всех посевов, а к 1990-му – уже 47. Кроме того, советское государство столкнулось с объективной общественной проблемой XX века – быстро растущей урбанизацией. Например, в Свердловской области (то есть на Среднем Урале) удельный вес жителей в численности ее населения с 1959-го по 1991 годы уменьшился практически вдвое: с 24,1 до 12,5% [16].

Необходимо отметить, что начавшийся процесс деградации развития сельскохозяйственного производства отразился на урожайности посевов ячменя в хозяйствах Среднего Урала: в период с 1987-го по 2001 гг. наблюдалось снижение до 1,59 т/га, с 2002-го по 2010 гг. – до 1,70 т/га (см. табл. 1).

Существенным фактором стало снижение внесения органических удобрений, в 90-е годы – на 40%, в последующие (2000–2012 гг.) – более чем в 2 раза. По минеральным удобрениям еще в 1993 г. вносилось 63 кг в переводе на действующее вещество, в 2000–2012 гг. – уже 19–25 кг (см. табл. 2).

На современном этапе развития сельского хозяйства Свердловской области ячмень – ведущая зерновая культура. Валовой сбор этой культуры на 2015 г. составил 265,5 тыс. тонн, посевные площади – 139 тыс. га, впервые на Среднем Урале площадь под посевом ячменя превысила ведущую многие годы культуру – яровую мягкую пшеницу – на 3 тыс. га (посевные площади пшеницы в 2015 г. – 136 тыс. га). В связи с развитием животноводства эта тенденция динамично усиливается, еще в 2010 г. ячменя в Свердловской области сеялось около 107 тыс. га, и всего за 5 лет увеличение составило 32 тыс. га, или практически на 30%. Урожайность этой культуры в среднем по региону за период с 2010-го по 2015 гг. варьировала в пределах 17,2–22,1 ц/га (средняя урожайность – 19,5 ц/га) [15]. По сортам: основное распространение имеет Ача (ФГБНУ СибНИИРС – Новосибирск) – 66%; Сонет (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – Екатеринбург) – 19%; Памяти Чепелева (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – Екатеринбург) – 7%.

Несмотря на негативные факторы, связанные с деградацией сельского хозяйства,

в последние годы отмечен рост урожайности ячменя по сравнению с предыдущими периодами. Во многом это связано с сортосменой – фактором устойчивого роста урожайности (см. табл. 1). Начиная с 2002 г. и по настоящее время на Среднем Урале наиболее широкое применение находит сорт Ача (ФИЦ ИЦиГ СО РАН – Новосибирск). Необходимо признать, что данный генотип был наиболее приемлем в сложившихся условиях (2002–2017 гг.), и это связано с его более высокой адаптивностью к современным, исторически сложившимся факторам сельскохозяйственного производства: низкий уровень применения органических и минеральных удобрений, недостаточный уровень механизации предприятий, хронический дефицит кадров. Ача в отличие от районированного на Среднем Урале сорта Сонет, сорт более скороспелый, при вегетационном периоде 65–80 дней он созревает относительно раньше (на 5–7 дней), что позволяет более своевременно провести уборочные работы в условиях относительно низкой механизации и дефицита кадров, все это дает ему неоспоримое преимущество, при этом позволяет успешно провести уборку до созревания основной продовольственной культуры – пшеницы. Он менее интенсивный и не дает более высокой прибавки от применения дополнительного питания, однако на низких агрофонах показывает себя лучше, чем более отзывчивые на удобрения сорта, что немаловажно при современных ценах на минеральные удобрения и дороговизне доставки на поля органики.

### Выводы

Таким образом, изучение истории селекции ярового ячменя на Среднем Урале на примере Свердловской области показывает, что сортосмена, несмотря на исторические изменения, характеризуется устойчивым ростом урожайности зерна как в конкурсном сортоиспытании Красноуфимского селекционного центра, так и в производственных условиях. В течение длительного времени происходили исторические изменения, которые оказывали неоспоримое влияние на сельскохозяйственное производство и селекцию.

### Список литературы

1. Новохатин В. В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой

пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 627–635.

2. Краснова Ю. С. Оценка показателей урожайности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в южной лесостепи Западной Сибири : дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 2016. С. 13.

3. Сыздыкова Г. Т., Середа С. Г., Малицкая Н. В. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по адаптивности к условиям степной зоны Акмолинской области Казахстана // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 1. С. 103–110.

4. Evaluation of Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat Genotypes Cultivated in Northwest Turkey / O. Bilgin, C. Guzmán, İ. Başer, J. Crossa and K. Z. Korkut // Crop Science. 2016. № 56. P. 73–84.

5. Чепелев В. П. Красноуфимская селекционная станция (1933–2003) : проспект / под ред. В. П. Чепелева. Красноуфимск : Типография Уро РАН, 2003. 50 с.

6. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 618.

7. Варгин Владимир Николаевич (Корифей сельскохозяйственного образования) / Ю. Н. Зубарев, С. Л. Елисеева, С. В. Гриценко, Г. И. Жаворонкова ; М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВО «Пермский ГАУ» им. акад. Д. Н. Прянишникова. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. 267 с.

8. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-востоке Нечерноземья. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.

9. Максимов Р. А., Киселев Ю. А. Современные проблемы адаптивной селекции ячменя на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 91–95.

10. Лоскутов И. Г. Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова и блокада Ленинграда. 2018. Режим доступа : <http://vir.nw.ru/wp-content/uploads/2018/09/blokada3.pdf>.

11. Максимов Р. А. История селекции ячменя на Среднем Урале // Нива Урала. 2013. № 3–4. С. 7–9.

12. Коробкова Л. Н., Гурова Т. А., Луговская О. С. Диагностика устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к обыкновенной корневой гнили кондуктометрическим методом // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 5. С. 100–105.

13. Изменчивость ячменя (*Hordeum vulgare* L.) разного географического происхождения по элементам структуры урожая / А. В. Железнов, Н. Б. Железнова, Т. В. Кукоева, Н. В. Бурмакина // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 1. С. 33–40.

14. Максимов Р. А., Лихачева Н. В. Основные результаты селекционной работы на Среднем Урале // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. С. 27–30.

15. Свердловская областная сельскохозяйственная выставка: 1959 / сост. Р. И. Рабинович. Свердловск, 1960. 131 с.

16. Народное хозяйство Свердловской области : статистич. сборник. Свердловск : Госиздат, 1967. 148 с.

17. Сельское хозяйство Свердловской области // АБ центр: экспертно-аналитический центр агробизнеса. 2015. Режим доступа : <http://ab-centre.ru/page/selskoe...sverdlovskoy-oblasti>.

18. Мамяченков В. Н. Растениеводство Среднего Урала в 1913–2012 гг.: сто лет реформирования // Научный диалог. 2017. № 7. С. 144–158.

---

**Максимов Роман Александрович**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции ячменя, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: [Roman\\_MRA77@mail.ru](mailto:Roman_MRA77@mail.ru).

**Лихачева Наталья Викторовна**, научный сотрудник лаборатории селекции ячменя, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: [Roman\\_MRA77@mail.ru](mailto:Roman_MRA77@mail.ru).

\* \* \*

УДК 633.15:631.53.04(470.5)

## ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА КУКУРУЗЫ В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

**П. Ю. Овчинников**

Цель исследований – обоснование выбора оптимальных сроков посева кукурузы с учетом биологических особенностей гибридов, гидротермических и фитоценологических условий Уральского региона. В статье дан анализ результатов исследований, проведенных на территории Курганской, Челябинской и Свердловской областей методами полевого и лабораторного опытов. Установлено, что дополнительный резерв тепла, позволяющий стабилизировать развитие кукурузы в северной зоне кукурузосеяния, обеспечивает ранний срок посева. Негативными факторами, которые необходимо учитывать при реализации этого приема, являются отрицательная реакция отдельных гибридов на изменение температурного режима в ювенильный период и ухудшение фитосанитарной обстановки. Влияние указанных факторов может быть нивелировано подбором холодостойких гибридов и применением эффективных средств и схем защиты растений. При соблюдении этих условий преимущества раннего срока посева кукурузы проявляются в более эффективном использовании ресурсов тепла, влаги и света, а также в повышении продуктивности и качества урожая при силосном и зерновом использовании.

*Ключевые слова:* Урал, кукуруза, сроки посева, холодостойкость, засоренность, защита растений, ресурсы тепла и влаги, площадь листовой поверхности, хлорофилл, концентрация обменной энергии в сухом веществе, сбор обменной энергии, урожайность, влажность зерна.

Основным фактором, лимитирующим расширение посевных площадей кукурузы на Урале, является более или менее выраженный дефицит тепла, который усиливается при продвижении с юга на север и достигает максимума в лесолуговой и горно-лесной зонах [1]. Несмотря на это, кукуруза для указанных зон остается важнейшей кормовой культурой, так как именно здесь сосредоточено более половины производства молока в регионе [2]. Ресурсы тепла не относятся к управляемым факторам роста и развития растений, поэтому основной путь ослабления их лимитирующего влияния заключается в разработке и внедрении адаптивных технологий возделывания кукурузы [3, 4]. Одно из

условий адаптации кукурузы в климате Урала – создание и подбор гибридов с коротким периодом вегетации [5, 6, 7, 8, 9]. Однако внедрение таких гибридов само по себе не дает гарантий стабильного созревания кукурузы до фаз, обеспечивающих высокое содержание крахмала в зерне и достаточную концентрацию обменной энергии вследствие существенных колебаний теплообеспеченности по годам [10].

Дополнительный резерв тепла, позволяющий стабилизировать развитие кукурузы в северной зоне кукурузосеяния, обеспечивает ранний срок посева. По данным А.Э. Панфилова [11], посев культуры в начале мая в Челябинской и Курганской областях создает относительно

жесткие условия для прорастания семян, но более благоприятный фон для созревания зерна в осенний период, так как смещает этот этап органогенеза на более теплый период. Одно из следствий этого – увеличение доли зерна в силосной массе, существенное повышение концентрации обменной энергии [12]. Это подтверждается исследованиями, проведенными в Свердловской области [13, 14]. Таким образом, высокая требовательность кукурузы к температуре не исключает ранних сроков посева, а наоборот, приводит к необходимости их применения, так как позволяет адаптировать культуру к тепловому фону Урала в те фазы, когда дефицит тепла наносит ей максимальный ущерб [15, 16].

Вместе с тем возможность смещения посева кукурузы на ранние сроки обусловлена рядом обстоятельств биологической, фитоценотической и физической природы, которые необходимо учитывать при обосновании этого элемента агротехники. Исследования по данной проблеме предусмотрены тематическим планом ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр» Уральского отделения Российской академии наук по теме «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов».

#### Материалы и методы

**Цель исследований** – обоснование выбора оптимальных сроков посева кукурузы с учетом биологических особенностей гибридов, гидротермических и фитоценологических условий Уральского региона. Исследования про-

ведены на территории Курганской, Челябинской и Свердловской областей методами полевого и лабораторного опытов. Для проверки статистических гипотез использовали стандартные алгоритмы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов.

#### Результаты исследований

Как уже отмечено, вопрос о сроках посева кукурузы необходимо решать во взаимодействии с комплексом сопутствующих факторов. Один из них – реакция отдельных гибридов на изменение температурного режима в ювенильный период [17].

Холодостойкость гибридов. Изменчивость кукурузы по отношению к субоптимальным температурам относится к широко варьирующим признакам, что обеспечивает высокую результативность селекции на холодостойкость [18, 19]. Как правило, слабой устойчивостью к пониженным температурам в период прорастания отличаются гибриды сахарной кукурузы [20]. На более поздних стадиях развития у гибридов с низкой холодостойкостью проявляются различные аномалии органогенеза [21], снижается интенсивность потребления элементов питания [22]. В исследованиях, проведенных в лесостепной зоне Урала, при посеве в сверхранние сроки (конец апреля) в качестве холодостойких выявлены гибриды Машук 150 МВ, Нур, Ньютон (табл. 1).

Напротив, гибриды Катерина СВ и Машук 350 МВ резко снижали полевую всхожесть по отношению к оптимальному сроку посева.

Ухудшение фитосанитарной обстановки. Медленное прогревание почвы и продолжительный период от посева до всходов повышают вероятность поражения семян плесневыми гри-

Таблица 1 – Влияние сроков посева на полевую всхожесть гибридов кукурузы [23], 2013–2015 гг.

Гибрид	Ранний срок посева	Оптимальный срок посева
Машук 150МВ	55,0	75,0
Нур	74,0	89,3
Катерина СВ	40,7	75,0
Машук 175МВ	50,0	72,7
Ньютон	64,0	82,3
Машук 220МВ*	43,0	70,7
Машук 250СВ	53,7	77,3
Машук 350МВ	37,3	72,7



бами, снижая полевую всхожесть на 20–40%, что требует обязательной предпосевной обработки их эффективными фунгицидами [24]. Еще более вредоносным фактором является увеличение засоренности посевов главным образом поздними яровыми сорняками [25]. При этом в лесостепной зоне в составе засоренности преобладают однодольные виды, тогда как в лесолуговой – двудольные [26]. Наиболее выраженными каналами вредоносности сорняков при ранних сроках посева в условиях Урала являются конкуренция за элементы минерального питания и ресурсы света [27, 28, 29, 30].

Таким образом, необходимым условием посева кукурузы в ранние сроки является комплексная защита посевов от сеgetальной растительности. Установлено, что на фоне интенсивной борьбы с сорняками оптимальные сроки посева раннеспелых гибридов кукурузы приходятся на первую декаду мая (рис. 1, кривая 1), тогда как при механических схемах защиты смещаются на вторую или начало третьей (кривая 2).

Эффективную и долгосрочную защиту кукурузы в условиях региона обеспечивают гербициды кросс-спектра на основе никосульфурона, форамсульфурона, тиенкарбазон-метила, изоксафлютола [32, 33, 34].

Преимущества ранних сроков посева кукурузы на Урале проявляются в виде следующих эффектов.

Повышение эффективности использования факторов среды. В отношении температурного фактора оно заключается в оптимизации теплового режима в генеративный период и повышении использования общих ресурсов тепла на 150–200 градусов, или на 8% (табл. 2).

Кроме того, наблюдается улучшение влагообеспеченности растений в период «посев – всходы» и в критический период на засушливом фоне.

Изучение динамики площади листовой поверхности и содержания хлорофилла в листьях, проведенное в посевах различных сроков, показало, что смещение посева на более поздние сроки сопровождалось увеличением разрыва между максимумами содержания хлорофилла и площади листовой поверхности с 3–4 до 6–7 суток (рис. 2).

Это позволяет предположить снижение эффективности фотосинтеза, продукты которого необратимо аккумулируются в органическом веществе листьев на фоне растущего дефицита хлорофилла. Напротив, при ранних сроках посева формирование листового аппарата завершается в условиях сравнительно высокой

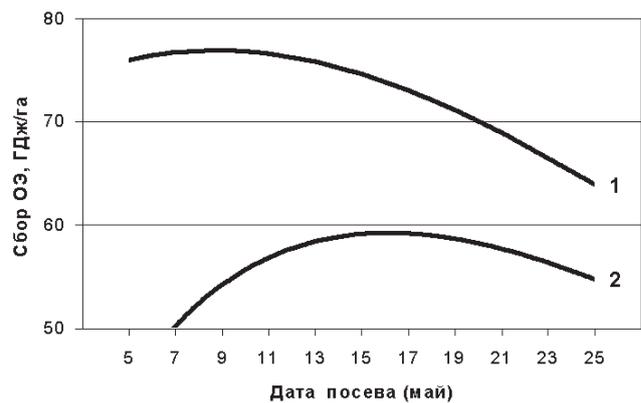


Рис. 1. Влияние сроков посева кукурузы на сбор обменной энергии в зависимости от применения гербицидов в лесостепи Урала (пояснения в тексте) [31]

Таблица 2 – Тепло- и влагообеспеченность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от сроков посева [35]

Параметры	Срок посева	
	I декада мая	II декада мая
Средняя температура воздуха в период «всходы – выметывание», °С	18,9	20,0
Средняя температура воздуха в период «выметывание – молочно-восковая спелость», °С	18,6	17,7
Сумма $t > 10$ °С за период «посев-уборка», градусов	1965	1793
Использование ресурсов тепла, %	89,0	81,2
Запасы доступной влаги в слое почвы 0–100 см, т/га, при посеве	1252	1118
Запасы доступной влаги в слое почвы 0–100 см, т/га, в фазу всходов	1179	1045
Запасы доступной влаги в слое почвы 0–100 см, т/га, в фазу выметывания	1022	904
Сумма осадков в критический период, мм	65,0	64,0

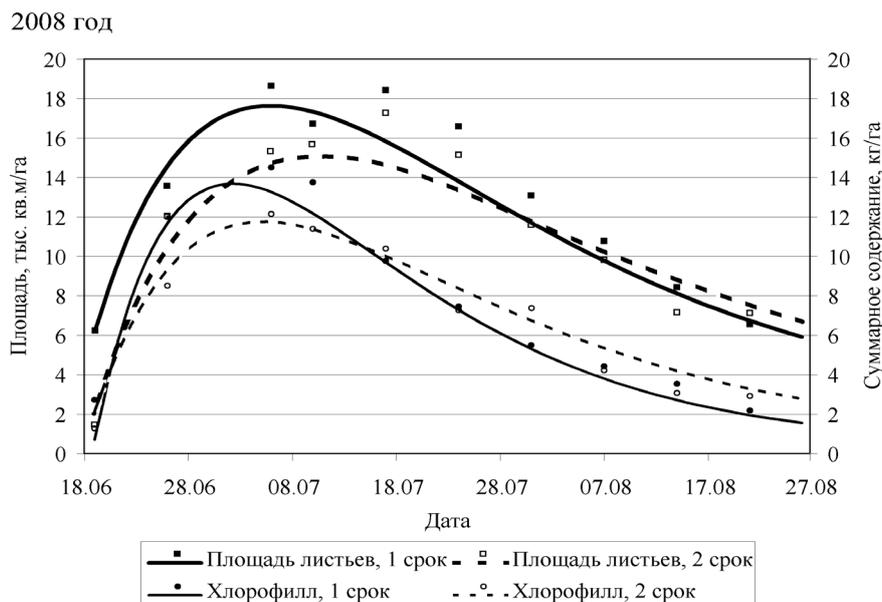


Рис. 2. Динамика площади листовой поверхности кукурузы и суммарного содержания хлорофилла в листьях при различных сроках посева [36]

Таблица 3 – Влияние сроков посева на продуктивность и качество урожая кукурузы [37]

Срок посева	Концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ	Сбор обменной энергии, ГДж/га	Урожайность зерна, т/га	Влажность зерна, %
3–6.05	10,1	146,1	6,17	27,8
14–15.05	–	–	5,48	32,1
24–26.05	10,0	134,3	4,86	36,3
НСР <sub>05</sub>	0,1	12,0	0,51	0,9

освещенности, что обеспечивает использование большей части ассимилянтов для формирования урожая зерна.

Повышение продуктивности и качества урожая кукурузы. Как следствие более эффективного использования кукурузой атмосферных факторов наблюдается положительное влияние ранних сроков посева на концентрацию обменной энергии в сухом веществе кукурузы за счет увеличения в нем доли початков и оптимизации химического состава (табл. 3).

### Заключение

Необходимым условием устойчивого производства зерна и высокоэнергетических кормов из кукурузы в Уральском регионе является перенос сроков посева на первую декаду мая. Это обеспечивает более эффективное использование растениями ресурсов тепла, влаги и света, повышение силосной и зерновой про-

дуктивности, снижение и стабилизацию уборочной влажности зерна. Негативными факторами, которые необходимо учитывать при реализации этого приема, являются отрицательная реакция отдельных гибридов на изменение температурного режима в ювенильный период и ухудшение фитосанитарной обстановки. Влияние указанных факторов может быть нивелировано подбором холодостойких гибридов и применением эффективных средств и схем защиты растений.

### Список литературы

1. Кукуруза на Урале / Н. Н. Зезин [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Зезина, А. Э. Панфилова. Екатеринбург : Уральское изд-во ; ФГБНУ «Уральский НИИСХ», 2017. 204 с.
2. Современное состояние и перспективы развития молочного скотоводства на Урале / С. Л. Гридина [и др.]. Екатеринбург : ООО «Веселый пиксель», 2018. 150 с.



3. Мингалев С. К., Зезин Н. Н., Семин А. Н. Адаптивное земледелие Урала: состояние, проблемы и пути решения. Екатеринбург, 2010. 339 с.
4. Интенсивная технология возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов / А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова, Н. И. Казакова, Е. С. Пестрикова // Научные проекты Южно-Уральского государственного аграрного университета / под ред. М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. С. 87–89.
5. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Селекция ультрараннеспелых гибридов кукурузы зернового типа // Кукуруза и сорго. 2001. № 5. С. 7.
6. Супрунов А. И. Селекция ультрараннеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском крае // Кукуруза и сорго. 2009. № 1. С. 8–11.
7. Казакова Н. И. Дифференциация апикальных меристем ультрараннего и раннеспелого гибридов кукурузы в лесостепи Южного Зауралья // Кукуруза и сорго. 2011. № 4. С. 31–33.
8. Перспективы и проблемы выращивания зерновой кукурузы в засушливом Зауралье / С. Д. Гилев [и др.] // Кукуруза и сорго. 2014. № 2. С. 3–7.
9. Панфилов А. Э., Казакова Н. И. Продуктивность кукурузы в лесостепи Зауралья как функция скороспелости гибридов // АПК России. 2018. Т. 25. № 5. С. 586–591.
10. Панфилов А. Э., Цымбаленко И. Н., Сотникова А. Т. Цикличность зерновой продуктивности кукурузы в Зауралье // Материалы L Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск, 2011. С. 72–77.
11. Панфилов А. Э. Сроки посева кукурузы в Зауралье // Челябинскому государственному агроинженерному университету – 70 лет : тез. докл. на XL науч.-техн. конференции. Челябинск : ЧГАУ, 2001. С. 390–392.
12. Казакова Н. И. Оценка качества силоса в зависимости от скороспелости гибридов кукурузы и срока посева // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2012. Т. 62. С. 92–95.
13. Мингалев С. К., Лаптев В. Р., Сурин И. В. Влияние сроков посева на формирование урожайности зеленой массы и продуктивности гибридов кукурузы в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2014. № 1 (119). С. 20–22.
14. Сурин И. В., Мингалев С. К. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы при разных сроках посева на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2014. № 8 (126). С. 61–63.
15. Иванова Е. С., Панфилов А. Э. Динамика влажности зерна кукурузы как функция погодных условий // Кукуруза и сорго. 2013. № 3. С. 7–11.
16. 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.
17. Сурин И. В., Мингалев С. К., Лаптев В. Р. Реакция гибридов кукурузы на ранние сроки посева в условиях Свердловской области // Материалы LII Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2013. С. 65–70.
18. Холодостойкость раннеспелых линий / С. И. Мустяца, С. И. Мистрец, Л. П. Нужная, Н. Ф. Надточаев // Кукуруза и сорго. 1990. № 5. С. 41–43.
19. Miedema P. The Effects of Low Temperature on Zea mays // Advances in Agronomy. 1982. Vol. 35. P. 93–128.
20. Казакова Н. И. Урожайность гибридов сахарной кукурузы в сырьевом конвейере в условиях северной лесостепи Зауралья // АПК России. 2015. Т. 72. № 1. С. 83–86.
21. Казакова Н. И. Аномалии органогенеза ультрараннего гибрида кукурузы // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 1–2 (20). С. 52–54.
22. Уфимцева Л. В., Покатилова А. Н., Казакова Н. И. Особенности потребления минеральных форм азота одновременно созревающими гибридами кукурузы под воздействием комплекса внешних факторов // Материалы XLIX Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2010. С. 309–315.
23. 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. № 2. С. 3–10.
24. Сикорский И. А., Цымбаленко И. Н., Панфилов А. Э. Инкрустация семян – важный фактор повышения продуктивности кукурузы // Уральские нивы. 1988. № 10. С. 17–18.
25. Вредоносность сорняков различных биологических групп в посевах кукурузы

/ А. Э. Панфилов, Д. С. Корыстина, Е. С. Корыстин, И. Н. Цымбаленко // Кукуруза и сорго. 2007. № 6. С. 16–19.

26. Зональные особенности применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы на Южном и Среднем Урале / Н. Н. Зезин, Л. С. Скутина, А. Э. Панфилов, Н. И. Казакова // Кормопроизводство. 2017. № 6. С. 22–27.

27. Панфилов А. Э., Корыстин Е. С. Потребление минеральных элементов посевами кукурузы при различной засоренности // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 2006. Т. 48. С. 23.

28. Сеницына О. Б., Казакова Н. И. Влияние засоренности посевов на фотосинтетическую активность кукурузы в северной лесостепи Зауралья // Аграрная наука – основа инновационного развития АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 томах / Министерство сельского хозяйства РФ, ФГОУ ВПО Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева. Курган : КСХА им. Т. С. Мальцева, 2011. С. 329–333.

29. Уфимцева Л. В., Казакова Н. И. Фотосинтетическая активность ультрараннего и раннезрелого гибридов кукурузы // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. трудов / ответств. ред. В. А. Липш. Челябинск : ЧГАУ, 2009. С. 283–293.

30. Глаз Н. В., Казакова Н. И., Уфимцева Л. В. Методические подходы к выбору условий пробоотбора и оценке содержания хлорофилла в листьях растений кукурузы // Вестник КрасГАУ. 2015. № 3 (102). С. 73–77.

31. Панфилов А. Э. Сроки посева кукурузы в Зауралье // Челябинскому государственному агроинженерному университету – 70 лет : тез. докл. на XI науч.-техн. конференции. Челябинск : ЧГАУ, 2001. С. 390–392.

32. Панфилов А. Э., Цымбаленко И. Н., Сеницына О. Б. Почвенные и листовые гербициды как альтернативные элементы технологии возделывания кукурузы // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2012. Т. 62. С. 106–110.

33. Панфилов А. Э. Противозлаковые гербициды и их эффективное применение в посевах кукурузы // Нива Урала. 2012. № 7–8. С. 9–10.

34. Panfilov A. E., Kazakova N. I., Novikova I. Yu. Economic aspects of using thien carbazonemethyl when protecting corn from segetal vegetation // Ecological Agriculture and Sustainable Development Editors: Prof. Dr Litovchenko Viktor Grigorievich, rector of South Ural State Agrarian University; Prof. Dr Mirjana Radovic Markovic, South Ural State University. 2019. С. 219–226.

35. Панфилов А. Э. Культура кукурузы в Зауралье. Челябинск : ЧГАУ, 2004. 356 с.

36. 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.

37. Казакова Н. И. Органогенез и продукционный процесс кукурузы в Зауралье. Челябинск : ЧГАА, 2015. 132 с.

---

**Овчинников Павел Юрьевич**, аспирант, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru.

\* \* \*

УДК 665.71.002.71:502.36+614.841

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА****Ю. И. Аверьянов, А. Г. Попова, В. О. Апаликов**

Транспортные работы широко применяются в сельскохозяйственном производстве, что связано с доставкой нефтепродуктов, семян, минеральных удобрений, строительных и пр. материалов. Такие транспортировки грузов исчисляются миллиардами тонно-километров. В связи с этим большое значение имеет экологическая безопасность данных работ. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения числа автозаправочных станций (АЗС), что характерно не только для крупных городов, но и особенно для сельской местности. Опыт эксплуатации автоцистерн при перевозке нефтепродуктов свидетельствует, что до 80% аварий происходит во время проведения сливноналивных операций. К основным опасным факторам пожара на АЗС, воздействующим на людей, относятся повышенная температура окружающей среды и повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). К отдельным сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Совместное действие некоторых факторов усиливает их воздействие на организм человека (синергетический эффект). Расчет выбросов загрязняющих атмосферу компонентов при взрыве и свободном горении бензина позволил определить для каждого загрязняющего вещества массу выброса при взрыве и массу выброса при горении бензина на открытом грунте. С целью предотвращения губительного воздействия паров углеводородов на окружающую среду и водителя бензовоза в результате утечки и разгерметизации аппаратуры при сливе бензина на АЗС предлагаются соблюдение основных требований ДОПОГ и применение автоматической системы пожаротушения с использованием модуля порошкового пожаротушения «Буран-2,5-2С» МПП(р)-2,5-2С.

*Ключевые слова:* водитель, транспортировка нефтепродуктов, легковоспламеняющиеся жидкости, опасные факторы пожара, экологическая безопасность, автоматическая система тушения.

Транспортные работы широко применяются в сельскохозяйственном производстве, что связано с доставкой нефтепродуктов, семян, минеральных удобрений, строительных и пр. материалов. Такие транспортировки грузов исчисляются миллиардами тонно-километров. В связи с этим большое значение имеет экологическая безопасность данных работ.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения числа автозаправочных станций (АЗС), что характерно не только для крупных городов, но и особенно для сельской местности.

Опасным сценарием развития аварийной ситуации является тот случай, когда автоцистерна с легковоспламеняющимися жидко-

стями (ЛВЖ) и горючими жидкостями (ГЖ) подвергается воздействию очага пожара, в результате чего возможен взрыв автоцистерны [1]. Согласно статистическим данным, взрыв цистерны с (ЛВЖ) и (ГЖ) происходит, как правило, на 12–24-й мин после воздействия открытого пламени [3]. Подобное развитие аварийной ситуации приводит к быстрому распространению пожара, площадь которого зависит от состояния покрытия дороги и рельефа местности, скорость распространения пожара по поверхности «зеркала» составляет 15 м/с [2].

Одной из важных составляющих частей системы безопасности при сливе горюче-смазочных материалов является обеспечение

экологической безопасности на автозаправочной станции (АЗС) и обеспечение эвакуации и сохранение жизни водителю в случае возникновения чрезвычайной ситуации (пожара) [3].

Предотвращение губительного воздействия паров углеводородов на окружающую среду и водителя бензовоза в результате утечки и разгерметизации аппаратуры при сливе нефтепродуктов на АЗС возможно за счет применения автоматической системы пожаротушения.

**Гипотеза** – повышение экологической безопасности перевозки нефтепродуктов для сельскохозяйственного производства возможно за счет использования автоматической системы пожаротушения для автозаправочных станций.

**Цель** – повышение экологической безопасности перевозки нефтепродуктов для сельскохозяйственного производства применением автоматической системы пожаротушения.

**Задачи:**

- проанализировать аварии в процессе перевозки нефтепродуктов;
- выявить особенности пожаров на АЗС, связанных с проливами ЛВЖ (ГЖ);
- обосновать организационные мероприятия (на основе ДОПОГ) по обеспечению экологической безопасности при сливе нефтепродуктов на АЗС.

**Анализ аварий в транспортном процессе перевозки нефтепродуктов**

Известно, что перевозка нефтепродуктов для сельскохозяйственных предприятий особенно в напряженные периоды годы, в посевную и уборочную кампании, связана с интенсивностью данного транспортного процесса.

Известно, что транспортный процесс перевозки нефтепродуктов включает операции, связанные с наполнением цистерн, транспортировкой и сливом с цистерны. В процессе транспортировки нефтепродуктов в случае ДТП возможна разгерметизация цистерны и пролив с вероятностью возгорания или взрыва, а при наливе и сливе нефтепродуктов возможны ситуации с проливом и загрязнением воздушной, водной и почвенной среды, а в случае образования газо-воздушной смеси возможно воспламенение или взрыв.

Основными причинами аварийных ситуаций (пожаров) на автоцистернах при перевозке нефтепродуктов, к которым относятся ЛВЖ и ГЖ, являются:

- нарушение технологического регламента процесса перевозки ЛВЖ и ГЖ;

- нарушение технической эксплуатации электрооборудования автомобиля;

- нарушение правил пожарной безопасности;

- неосторожное обращение с огнем (в т.ч. при курении);

- нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ;

- грозовые разряды;

- разгерметизация автоцистерны при дорожно-транспортном происшествии.

Опыт эксплуатации автоцистерн при перевозке нефтепродуктов свидетельствует, что до 80% аварий происходит во время проведения сливноналивных операций, причины которых следующие [4]:

- несоблюдение правил эксплуатации технологического оборудования (в соответствии с их технологическими схемами);

- несоблюдение правил техники безопасности при работе с нефтепродуктами;

- использование неисправных устройств по отводу статического электричества (либо неиспользование таковых);

- использование нештатного (неофициального) инструмента при монтаже (демонтаже) оборудования;

- проведение сливноналивных работ во время грозы;

- подача нефтепродукта в цистерну «падающей» струей;

- пользование электрофонарями не во взрывозащищенном исполнении, отсутствие искрогасителей на автоцистернах при въезде на территорию объектов с хранением нефтепродуктов и т.п.

При авариях автоцистерн с топливом возможно:

- большие площади разлившегося продукта и зон загазованности, которые могут привести к экологической катастрофе;

- изменение направления распространения в зависимости от рельефа местности и метеоусловий;

- необходимость организации взаимодействия большого числа сил и средств, участвующих в ликвидации аварии.

**Особенности пожаров на АЗС, связанных с проливами нефтепродуктов**

Характерными особенностями пожаров на АЗС в сельской местности, связанными в частности с проливами нефтепродуктов, являются



опасные факторы пожара. К опасным факторам пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу, относятся [11]:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ );
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся [1]:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- опасные факторы взрыва, произошедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

Многочисленными исследованиями [3–12] установлено, что во влажной атмосфере вторую степень ожога вызывает воздействие температуры  $55\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 20 с и  $70\text{ }^\circ\text{C}$  – в течение 1 с, а плотность лучистых тепловых потоков  $3500\text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  вызывает ожоги дыхательных путей и открытых участков кожи практически мгновенно. К летальному исходу приводят следующие объемные концентрации токсичных веществ в воздухе: 1,0% окиси углерода ( $\text{CO}$ ) – за 2–3 мин, 5% двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) – за 5 мин, 0,005% цианистого водорода ( $\text{HCN}$ ) – практически мгновенно. При объемной концентрации хлористого водорода ( $\text{HCl}$ ) 0,01–0,015% останавливается дыхание. При снижении концентрации кислорода в воздухе с 23 до 16% ухудшаются двигательные функции организма, а мускульная координация нарушается до такой степени, что самостоятельное движение людей становится невозможным. Снижение концентрации кислорода до 9% приводит к смерти через 5 мин. Совместное действие некоторых факторов усиливает их воздействие на орга-

низм человека (синергетический эффект). Так, токсичность окиси углерода увеличивается при наличии дыма, снижении концентрации кислорода и повышении температуры и влажности среды; токсичность двуокиси азота – при понижении концентрации кислорода и повышении температуры. Синергетический эффект обнаруживается при совместном воздействии цианистого водорода и окиси углерода.

Особое воздействие на людей оказывает дым, представляющий собой смесь несгоревших частиц углерода размером частиц от 0,05 до 5,0 мкм. На этих частицах конденсируются токсичные газы. Поэтому воздействие дыма на человека также имеет синергетический эффект [3–9].

Продолжительность начальной стадии пожара НСП принято ассоциировать с так называемой критической продолжительностью пожара (КПП) [5], при которой значения ОФП достигают предельно допустимых для жизни и здоровья людей параметров. Другими словами, КПП – это интервал времени, в течение которого человеком еще не потеряны ориентация и сознание, он сохраняет способность реально оценивать окружающую обстановку, уверенно принимать решения и выполнять соответствующие действия по эвакуации.

Температуры вспышки, самовоспламенения, а также концентрационные пределы взрываемости паров некоторых нефтепродуктов представлены в таблице 1 [5].

Рассмотрим гипотетический взрыв и свободное горение бензина в резервуаре, получившем сильные разрушения, и используя методику расчета выбросов загрязняющих атмосферу компонентов по стандартной методике [7]:  $V_{\text{н}} = 10\ 000\text{ м}^3$ ;  $t_1 = 20\text{ час}$ ;  $\rho_{\text{н}} = 0,81\text{ т/м}^3 = 810\text{ кг/м}^3$ ;  $b = 20\text{ см}$ ; песок, влажность 60%. Порядок выполнения расчетов предполагал определение:  $\Pi$  для каждого загрязняющего вещества (кг/час); массу выброса  $M = \Pi \cdot t_1$ , (кг);  $M_{\text{гр}}$  для каждого вещества  $M_{\text{гр}} = 0,6 \cdot k \cdot k_{\text{н}} \cdot \rho \cdot b \cdot S_{\text{гр}}$ , (кг). Расчетные величины сведены в таблицу 2.

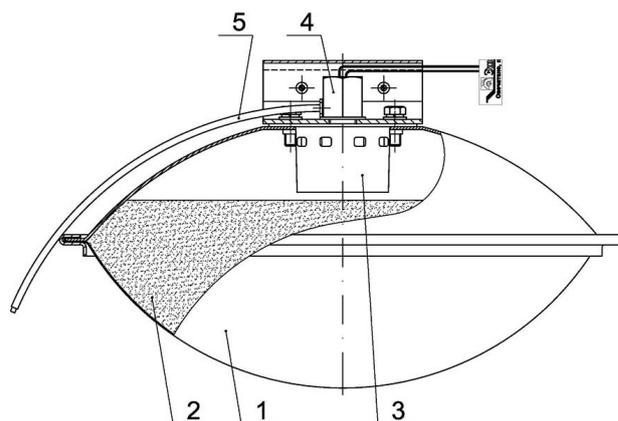
Из таблицы 2 видно, какие компоненты представляют опасность для организма человека и загрязнения окружающей среды.

### **Организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности при сливе нефтепродуктов на АЗС бензовозами**

Согласно требованиям ДОПОГ, известно, что при проведении сливноналивных операций

на АЗС минимум оборудования, установленного на автомобилях-цистернах, должен включать следующие устройства: вентиль для заполнения и слива (выпуска) перевозимых веществ; вентиль для выравнивания давления и выпуска (сброса) паров из верхней части цистерны; предохранительный клапан; манометр и устройство контроля жидкости. Периодичность испытаний цистерн с внутренним осмотром составляет шесть лет. Все цистерны объемом свыше 2000 л оборудуются предохранительными клапанами не более двух на одну цистерну. Цистерны меньшего объема изготавливают с предохранительными пластинами (мембранами) или плавкими элементами одноразового действия.

Автотранспортные цистерны должны иметь: порошковые огнетушители в необходимом количестве; набор аварийных инструментов, которые изготовлены из материалов, не дающих искры или имеющих искрогасящее покрытие; знак аварийной остановки и аптечку.



- 1 – металлический корпус; 2 – огнетушащий порошок; 3 – газогенерирующий элемент;
- 4 – устройство запуска;
- 5 – термочувствительный элемент

Рис. 1. Устройство модуля «Буран-2,5-2С» МПП(р)-2,5-2С

Таблица 1 – Характеристика пожарной опасности нефтепродуктов

Нефтепродукты	Температура		Пределы взрываемости паров в воздухе			
			Объемные, %		Температурные, °С	
	вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний	нижний	верхний
Автомобильные бензины	минус 50	300	0,8	8,0	минус 36	минус 7
Авиационные бензины	минус 30	380	0,8	5,1	минус 38	минус 4
Керосин	28	260	1,4	7,5	57	87
Дизельное топливо З	78	310	–	–	69	119
Дизельное топливо А	64	330	2,1	12,0	57	105
Топливо ТС-1	29	290	1,2	7,1	28	57
Топливо Т-1	28	345	–	–	25	57

Таблица 2 – Результаты расчета выброса количества загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющий атмосферный компонент	Химическая формула	М 104, (кг) Масса выброса	М <sub>гр</sub> 104, (кг) Масса выброса при горении бензина на открытом грунте	(М + М <sub>гр</sub> ) · 104, (кг)
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	92,6	54	146,6
Оксид углерода	CO	840	4,5	844,5
Сажа	C	1700	9,2	1709
Оксиды азота	NO <sub>2</sub>	69	0,4	69,4
Сероводород	H <sub>2</sub> S	10	0,2	10,2
Оксиды серы	SO <sub>2</sub>	278	1,5	279,5
Синильная кислота	HCN	10	0,3	10,3
Формальдегид	HCHO	10	0,3	10,3



С целью предотвращения губительного воздействия паров углеводородов на окружающую среду сельской местности и водителя бензовоза в результате утечки и разгерметизации аппаратуры автомобильной цистерны при сливе бензина на АЗС предлагается: «Буран-2,5-2С» МПП(р)-2,5-2С модуль порошкового пожаротушения, самосрабатывающий при температуре 180 °С (рис. 1).

Для эффективности воздействия «Буран-2,5-2С» устанавливается на мачте, над местом заливки/сливки бензина, на расчетной высоте, внутри устройства автоматического выброса тканевого материала с пропиткой. При появлении пламени или задымления срабатывает датчик управления выбросом материала с пропиткой, покрывающего очаг возгорания, и запуском модуля порошкового пожаротушения «Буран-2,5-2С» МПП(р)-2,5-2С.

#### Заключение

Преимущества применения автоматической системы улавливания задымленности и пожаротушения «Буран-2,5-2С» МПП(р)-2,5-2С для автозаправочных станций: предотвращает губительное воздействие паров углеводородов на окружающую среду; сокращает количество паров углеводородов в воздухе до минимума и риск возникновения пожаров и отравление водителей бензовозов.

#### Список литературы

1. Брушлинский Н. Н. Мировая пожарная статистика // Центр пожарной статистики СТИФ. 2016. № 17. 64 с.
2. ГОСТ Р 41.34-2001. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения

транспортных средств в отношении предотвращения опасности возникновения пожара.

3. Терещнев В. В., Артемьев Н. С., Думилин А. И. Противопожарная защита и тушение пожаров на транспорте. М. : Академия ГПС МЧС России, 2006. Кн. 6. 404 с.

4. Рекомендации по работе личного состава подразделений ГПС МЧС России при тушении пожара разлитого продукта из автоцистерны. М. : Академия ГПС, 2003. 15 с.

5. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении : учеб. пособие. М. : Академия ГПС МЧС России, 2000. 118 с.

6. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приложение к приказу МЧС России от 10.07.2009 № 404. М. : Центр пропаганды, 2009. 44 с.

7. Методика «Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при свободном горении нефти и нефтепродуктов» : учеб. пособие. Тюмень : Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2016. 18 с.

8. ДОПОГ. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов.

9. ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка.

10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. : в 2 т. / А. Н. Баратов [и др.]. М. : Химия, 1990. Т. 1. 496 с.

11. Варнакова Е. А. Совершенствование технологии заправки автотранспортных средств : дис. ... канд. техн. наук. 2016.

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Рос. газета. 2008. 1 авг.

**Аверьянов Юрий Иванович**, д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; ФГКБОУ ВПО Филиал Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске.

E-mail: aver541710@mail.ru.

**Попова Анна Георгиевна**, канд. техн. наук, доцент, ФГКБОУ ВПО Филиал Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске.

E-mail: krasata79@mail.ru.

**Апаликов Виталий Олегович**, магистрант, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: apalikov74ru@yandex.ru.

\* \* \*

УДК 631.227.2:628.8

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБОГРЕВЕ МОЛОДНЯКА ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Д. Е. Афанасьев, Р. П. Ли-Фир-Су

Показана возможность применения методики определения коэффициентов дифференциального уравнения, предложенной М.П. Симою, для моделирования процесса теплообмена устройства местного обогрева молодняка животных и птицы, работающего автономно или параллельно с большой группой подобных установок.

*Ключевые слова:* теплообмен, электрообогреватели, моделирование процесса, брудеры, кривая разогрева.

Одним из наиболее актуальных вопросов сохранения молодняка животных и птицы является создание оптимальных параметров воздушной среды на поверхности пола и на высоте 10 см от него, то есть в зоне постоянного нахождения молодняка. Основными параметрами среды являются температура, влажность, скорость движения воздуха, содержание  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ . Исследованиями, проведенными в ВИЭСХе РАСХН (РАН), МГАУ им. В.П. Горячкина, ИФТПС им. В.П. Ларионова СО РАН и других НИИ и вузах, доказано, что основным из этих параметров является температура, так как у молодняка первого возраста терморегулирующая способность очень слабая, что требует созда-

ния, например, для цыплят первого возраста уровня температуры воздуха  $32^\circ\text{C}$ , что связано со значительными энергетическими затратами на обогрев. При поддержании такой температуры воздуха в зоне нахождения однодневных цыплят и надежно работающих системах общего отопления и приточно-вытяжной электро-механической вентиляции влажность воздуха и на поверхности подстилки (пола), скорость движения воздуха и содержание углекислоты и аммиака поддерживаются автоматически. Требуемый по санитарно-ветеринарным нормам уровень температуры воздуха для молодняка свиней и крупного рогатого скота несколько ниже, чем для цыплят, но и в этих слу-



чаях эти температуры по мере роста молодняка необходимо автоматически снижать по заранее заданной программе [1–3].

С целью снижения затрат тепловой энергии на поддержание достаточно высокого уровня температуры воздуха в зоне нахождения молодняка животных и птицы в животноводческих и птицеводческих помещениях для содержания молодняка наряду с системой общего отопления применяются различные установки местного обогрева непосредственно зоны нахождения животных и птиц (электрические брудеры Б-4 при напольном содержании мощностью 1,2 кВт, электрообогреватели мощностью 50 Вт при клеточном содержании цыплят, электрообогреваемые бетонные полы в помещениях для выращивания поросят и телят).

Кроме обеспечения верхнего уровня температуры по зоогигиене требуется качество поддержания этой температуры с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

При автоматизации процессов управления работой большой группы установок местного электрообогрева количество в современных птичниках с напольным содержанием на 20 000 цыплят составляет 40, с клеточным содержанием – 400. Учитывая, что в состав современных птицефабрик входят несколько птичников для молодняка, с технической и экономической точек зрения становится важным вопрос правильного выбора способа регулирования (индивидуальный или многоточечный), принципа реализации выбранного способа (пропорциональный, позиционный), типа электропитания электрообогревателей (автономное по температуре каждого объекта, групповое по среднестатистической температуре отдельных групп объектов).

Таким образом, простой для частного или мелкого фермерского хозяйства вопрос местного электрообогрева молодняка животных или птицы при переходе к крупным животноводческим и птицеводческим комплексам ввиду огромного количества установок (измеряемого тысячами) при разных вариантах их технической реализации превращается в достаточно сложный для практической реализации вопрос как с технико-экономической, так и с информационно-технологической точек зрения [3–5].

Это выдвигает необходимость разработки обобщенной модели установки местного электрообогрева, работающей в системе большой группы таких установок, что и явилось целью настоящей работы.

## Методы решения

Переходный процесс в объектах автоматического регулирования с самовыравниванием, к которым относится и электрический брудер, в самом общем виде математически описывается дифференциальным уравнением вида [6–9]:

$$\alpha_n \theta^n(t) + \alpha_{n-1} \theta^{(n-1)}(t) + \dots + \alpha_1 \theta'(t) + \alpha_0 \theta(t) = \mu(t), \quad (1)$$

где  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$  – коэффициенты дифференциального уравнения;

$\theta', \theta^2(t), \dots, \theta^n(t)$  – производные соответственно;

1, 2, ..., n – порядка от регулируемой во времени координаты  $\theta(t)$  (в нашем случае температуры);

$\mu(t)$  – регулирующее воздействие, которое будем задавать в % от номинальной мощности нагревателя брудера.

Методика определения коэффициентов дифференциального уравнения по экспериментальной кривой разогрева объекта предложена М.П. Симою.

Коэффициенты дифференциального уравнения (1) определяются по экспериментальной кривой разогрева объекта:

$$\alpha_0 = \frac{\mu(\infty) - \mu(0)}{\theta(\infty) - \theta(0)};$$

$$\alpha_k = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (-1)^{k+i+1} \alpha_i I_{k-1} [\theta_\infty - \theta(t)]}{\theta_\infty - \theta_0}, \quad (2)$$

где  $\mu(0)$  – регулирующее воздействие при начальном установившемся режиме, т.е. при  $t = 0$ ;

$\mu(\infty)$  – то же при конечном установившемся режиме, т.е. при  $t = \infty$ ;

$\theta_0, \theta_\infty$  – температура брудера при начальном и конечном установившихся режимах;

$$I_{k-i} [\theta(\infty) - \theta(t)] = \int_0^\infty \int_t^\infty \dots \int_t^\infty [\theta(\infty) - \theta(t)] dt^{k-L}$$

(при  $K = 1, 2, \dots, n$ ).

Интеграл  $I_{k-i}$  при аппроксимации объектов уравнениями не выше третьего порядка находится последовательным интегрированием

экспериментальной кривой разогрева. Выбор параметров автоматического регулятора удобнее проводить по статистической характеристике объекта автоматического регулирования [10], представляющей совокупность 15...20 реализаций, снятых в примерно одинаковых условиях эксплуатации.

На рисунке 1 представлена экспериментальная статистическая кривая разогрева 1 типового электрического брудера Б-4, полученная путем усреднения 17 реализаций кривой разогрева объекта.

Регулируемой величиной является температура воздуха под зонтом обогревателя на высоте 10 см от пола, регулирующим воздействием – электрическая мощность, подаваемая к нагревателю брудера. Кривые разогрева сняты при влажности воздуха 56%, температуре окружающего воздуха +20 °С. Скорость свободного движения воздуха у края зонта не более 0,3 м/сек.

По записям температуры за длительный интервал времени способом графической аппроксимации определяли параметры переход-

ной функции для каждой отобранной регистраграммы переходного процесса.

После этого все полученные параметры усредняли, что давало возможность увеличить точность результатов вследствие уменьшения влияния различных возмущений, искажающих вид отобранных регистраграмм. Среднее значение параметров  $\omega_{cp}$  находили по выражению [10]:

$$\omega_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{N_3} \omega_i}{N_3},$$

где  $N_3$  – количество отобранных переходных процессов.

Для определения интеграла  $I_{k-i}$  статистическую экспериментальную кривую разогрева разбивали на равные участки длительностью 10 мин и значения координат  $t_i$  и  $\theta_i$  в точках деления сводили в таблицу 1. Затем определяли отклонение регулируемой величины  $\theta(\infty) - \theta_i = \theta_n - \theta_i$  относительно установившегося режима. Величину  $\alpha_i$  подсчитывали по выражениям:  $\alpha = 0$ .

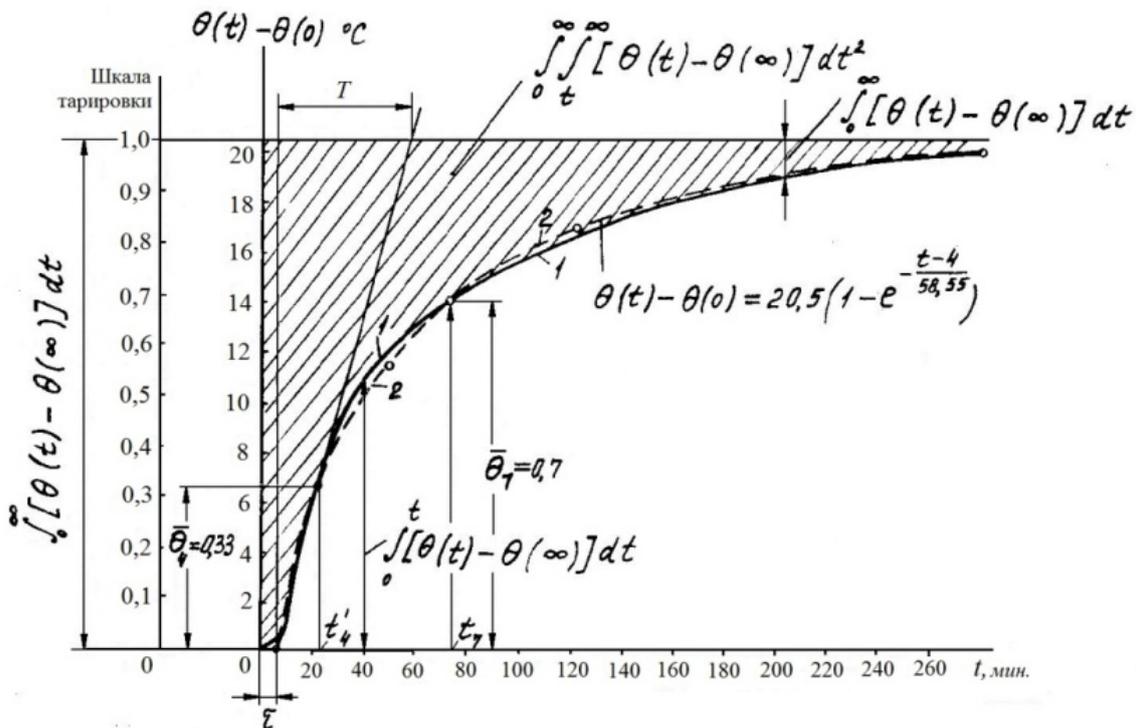


Рис. 1. Аппроксимация статистической экспериментальной кривой (1) разогрева брудера экспоненциальной функцией (2) с запаздывающим аргументом:

$$2 - \theta(t) - \theta(0) = 20,5 \left( 1 - e^{\frac{-t-4}{58,55}} \right)$$



По данным таблицы 1 и формуле 2 определим искомые коэффициенты дифференциального уравнения. Причем три коэффициента находим с тем расчетом, чтобы можно было впрямую кривую разогрева объекта аппроксимировать типовой характеристикой первого или второго порядка с запаздывающим аргументом:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{n-1} &= \int_{t=(n-1)\Delta t}^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt = \frac{\theta_n - \theta_{n-1}}{2} \Delta t; \\ \alpha_k &= \int_{t=k\Delta t}^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt = \frac{1}{2}(\theta_n - \theta_k) + \\ &+ \sum_{i=n-1}^{k-1} (\theta_n - \theta_i) \Delta t; \\ \alpha_{k-1} &= \int_{k=(k-1)\Delta t}^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt = \\ &= \frac{(\theta_n - \theta_{k-1}) + (\theta_n - \theta_k)}{2} \Delta t + \alpha_k; \\ l_1 &= \alpha_0 \int_0^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt = \\ &= \frac{(\theta_n - \theta_1) + (\theta_n - \theta_0)}{2} \Delta t + \alpha_1; \\ V_{n-1} &= \int_{t=(n-1)\Delta t}^{\infty} \int_t^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt = \frac{\alpha_{n-1}}{2} \Delta t; \\ V_k &= \int_{t=k\Delta t}^{\infty} \int_t^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt^2 = \left[ \frac{1}{2} \alpha_k + \sum_{i=n-1}^{k-1} \alpha_i \right] \Delta t; \\ V_{k-1} &= \int_{t=(k-1)\Delta t}^{\infty} \int_t^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt^2 = \frac{\alpha_{k-1} + \alpha_k}{2} \Delta t + V_k; \\ l_2 = V_0 &= \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} [\theta(\infty) - \theta(t)] dt^2 = \frac{\alpha_1 + \alpha_0}{2} \Delta t + V_1. \end{aligned} \right\}$$

$$\alpha_0 = \frac{\mu(\infty) - \mu(0)}{\theta(\infty) - \theta(0)} = \frac{100}{20,6} = 4,85;$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_0 I_1}{\theta(\infty) - \theta(0)} = \frac{4,85 \cdot 1327}{20,6} = 312,39;$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1 I_1}{\theta(\infty) - \theta(0)} = \frac{312,39 \cdot 1327 - 4,85 \cdot 86\,065}{20,6} = 14,8.$$

Пример расчета. Определим параметры объекта регулирования:

По значениям координат статистической экспериментальной кривой разогрева в устано-

Таблица 1 – Определение величин  $\alpha_i$

$t_i$	$\theta_i$	$\theta_{\infty} - \theta_i$	$\alpha_i$
10	1,2	19,4	1127
20	6	14,6	957
30	9,2	11,4	827
40	11	9,6	722
50	12,2	8,4	632
60	13,2	7,4	553
70	14	6,6	483
80	14,7	5,9	420,5
90	15,3	5,3	394,5
100	15,9	4,7	314,5
110	16,3	4,3	269,5
120	16,8	3,8	229
130	17,3	3,3	193,5
140	17,7	2,9	162,5
150	18	2,6	135
160	18,3	2,3	110,5
170	18,6	2,0	89
180	18,9	1,7	70,5
190	19,2	1,4	57
200	19,4	1,2	42
210	19,6	1	31
220	19,8	0,8	22
230	20	0,6	15
240	20,1	0,5	9,5
250	20,2	0,4	5
260	20,4	0,2	2,0
270	20,5	0,1	0,5
280	20,6	0	0

вившемся режиме и по величине скачкообразного возмущения находим коэффициент  $K_0$  усиления объекта:

$$K_0 = \frac{\theta(\infty) - \theta(0)}{\mu(\infty) - \mu(0)} = \frac{20,6}{100} = 0,206 \text{ град/\% ном. мощ.}$$

Тарировку экспериментальной кривой разогрева производим по формуле:

$$\bar{\theta}(t) = \frac{\theta(t) - \theta(0)}{\theta(\infty) - \theta(0)}.$$

Аппроксимируем объект типовым уравнением первого порядка с запаздыванием:

а) по тарированной кривой разогрева для  $\bar{\theta} = 0,7$  и  $\bar{\theta} = 0,33$  находим:  $t_7 = 74$  мин и  $t'_4 = 22$  мин (рис. 1);

б) вычислим время запаздывания  $\tau$  и постоянную времени  $T_{\text{н}}$ :

$$\tau = \frac{3t'_4 - t_7}{2} = \frac{3 \cdot 22 - 74}{2} = 4 \text{ мин};$$

$$T_{\text{н}} = \frac{t_7 - \tau}{1,2} = \frac{74 - 4}{1,2} = 58,33 \text{ мин};$$

по экспериментальной кривой:

$$\tau = 4 \text{ мин}, T_{\text{н}} = 56 \text{ мин};$$

типовая аппроксимирующая кривая описывается функцией вида:

$$\bar{\theta}(t) = 1 - e^{-\frac{t-4}{58,33}};$$

в) ординаты типовой кривой при характерных значениях аргумента сравним с соответствующими ординатами, определенными по экспериментальной кривой (табл. 2).

Отклонения типовой кривой от экспериментальной незначительны, поэтому при аппроксимации экспериментальной кривой разогрева объекта для исследования качества регулирования температуры брудера при индивидуальном двухпозиционном регулировании можно ограничиться дифференциальным уравнением первого порядка с запаздыванием:

$$T_{\text{н}} \frac{d(\theta)(t)}{dt} + \theta(t) = K_0 \mu(t - \tau),$$

где  $T_{\text{н}} = 58,33$  мин;  $K_0 = 0,206$ ;  $\mu = 100\%$ ;  $\tau = 4$  мин.

Определим значения коэффициентов  $\alpha_1$  и  $\alpha_0$ :

$$\alpha_1 \frac{T_{\text{н}}}{K_0} = \frac{58,33}{0,208} = 290;$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{K_0} = \frac{1}{0,206} = 4,85.$$

Расчетное  $\alpha_0$  также равно 4,85.

Относительная разница между значениями коэффициента  $\alpha_1$  дифференциального уравнения, определенными методом последовательного интегрирования экспериментальной кривой и по аппроксимирующей типовой кривой разогрева, составляет:

$$\delta = \frac{\delta_{\text{инт}} - \delta_{\text{тар}}}{\delta_{\text{инт}}} \cdot 100 = 100 \frac{312,39 - 290}{312,39} = 7\%,$$

что не превышает  $\pm 15\%$ . Иначе говоря, ошибка находится в пределах точности расчета, допускаемой методом последовательного интегрирования кривой разогрева объекта.

Окончательное дифференциальное уравнение электрического брудера примет вид:

$$58,33\theta'(t) + \theta(t) = 20,6(t - 4).$$

### Вывод

Таким образом, показана возможность применения методики определения коэффициентов дифференциального уравнения, предложенной М.П. Симою, для моделирования процесса теплообмена устройства местного обогрева молодняка животных и птицы, работающего автономно или параллельно с большой группой подобных установок.

Таблица 2 – Значения ординат экспериментальной и типовой кривых разогрева

$\bar{\theta}$	$t$					
	$t = 0$	$t = \tau = 4,0$	$t = t'_4 = 22$	$t = 0,8$ $T_{\text{н}} + \tau = 50,66$	$t = t_7 = 74$	$T = 2T_{\text{н}} + = 120,66$
Экспериментальная кривая	0	0,09	0,33	0,6000	0,7	0,830
Типовая кривая	0	0	0,33	0,5507	0,7	0,865



### Список литературы

1. Авраменко В. И. Практические советы по содержанию всех пород кур. М. : ООО Изд-во АСТ ; Донецк : Сталкер, 2002. 299 с.
2. Гаджиев Р. М. Основные составляющие теплообмена в птичниках // Аграрная наука. 2014. № 8. С. 31–32.
3. Мишуров Н. П., Кузьмина Т. Н. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор / ФГНУ «Росинформагротех». М., 2004. Режим доступа : [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru).
4. Долгих П. П., Зайцева Е. И., Гузев С. А. Энергосберегающие технологии обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 6. С. 147–148.
5. Марьенко Н. Оптимальный микроклимат в птичнике // Животноводство России. 2008. № 10. С. 23–29.
6. Герасимов С. Г. Теоретические основы автоматического регулирования тепловых процессов. М. : Госэнергоиздат, 1949.
7. Захарашевич И. А. Проектирование и настройка авторегуляторов тепловых процессов. М. : Машгиз, 1960.
8. Круг Е. К., Минина О. М. Электрические регуляторы промышленной автоматики. М. : Госэнергоиздат, 1962.
9. Минина О. М. Определение динамических характеристик и параметров типовых регулируемых объектов. М. : Изд-во АН СССР, 1963.
10. Ицкович Э. Л. Статистические методы при автоматизации производства. М. ; Л. : Энергия, 1964.

---

**Афанасьев Дмитрий Егорович**, д-р техн. наук, профессор кафедры теплофизики и теплоснабжения ФТИ СВФУ им. М. К. Аммосова, ведущий научный сотрудник отдела электроэнергетики, Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН.

E-mail: [v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru](mailto:v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru).

**Ли-Фир-Су Роза Петровна**, научный сотрудник отдела электроэнергетики, Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова СО РАН.

E-mail: [lifirsu@mail.ru](mailto:lifirsu@mail.ru), [v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru](mailto:v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru).

\* \* \*

УДК 631.589.2+635.63+632.935.41

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОКУЛЬТУРЫ ОГУРЦА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПОДГОТОВКЕ КОРНЕОБИТАЕМОЙ СРЕДЫ РАСТЕНИЙ**

**Е. М. Басарыгина, А. В. Шершнев, Е. О. Горшкова**

Цель работы заключалась в повышении эффективности технологии светокультуры огурца. В результате теоретических и экспериментальных исследований установлено, что использование ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды растений способствует повышению хозяйственной эффективности на 12,7 и энергетической эффективности на 11,2% за счет увеличения урожайности и снижения энергоемкости производства продукции.

*Ключевые слова:* защищенный грунт, светокультура, энергосберегающие агротехнологии, энергоемкость производства продукции, ультразвук, урожайность.

Повышение эффективности отрасли растениеводства защищенного грунта и, в частности, светокультуры овощей неразрывно связано с разработкой энергосберегающих агротехнологий [1–5].

В статье представлены результаты исследований, относящихся к совершенствованию технологии выращивания огурца путем использования ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды растений.

При решении вопросов энергосбережения в растениеводстве защищенного грунта необходимо учитывать, что энергоэффективность отрасли зависит от урожайности сельскохозяйственных растений. Снижение энергоемкости

производства продукции может быть достигнуто за счет:

- уменьшения затрат энергии на поддержание требуемых параметров микроклимата в воздушной и корнеобитаемой среде;
- увеличения продуктивности растений путем создания необходимых условий для реализации растениями своих потенциальных возможностей.

При создании оптимальных условий следует учитывать особенности роста и развития растений в культивационных сооружениях защищенного грунта, которые обусловлены созданием искусственной корнеобитаемой среды, использованием питательных растворов и при-



менением светотехнического оборудования (рис. 1). Для тепличных растений характерны: длительный период вегетации; требовательность к условиям произрастания; высокие темпы роста и развития; интенсивное потребление элементов питания; непропорциональное развитие надземной и корневой части (относительно слабое развитие корневой системы).

Одним из наиболее доступных факторов регулирования жизнедеятельности растений считается минеральное питание, позволяющее осуществлять своевременное воздействие на ход формирования урожая через процессы корневого питания. В связи с этим целесообразным представляется применение методов и технических средств электротехнологии для улучшения условий минерального питания растений. Предлагается в состав корнеобитаемой среды, приготовляемой на основе агроперлита, включать керамзит, предварительно обработанный в ультразвуковом поле. Среда, используемая для обработки, представляет собой концентрированный питательный раствор. Применение комплексного субстрата помогает приблизить условия в прикорневой области к оптимальным, поскольку позволяет предупредить образование

зон с обедненным содержанием питательных элементов.

Экспериментальные исследования по апробации предложенного технического решения осуществлялись в ООО Агрокомплекс «Чурилово». В опытном (первом) варианте корнеобитаемой средой являлся комплексный субстрат, включавший керамзит, обработанный в ультразвуковом поле. Во втором варианте корнеобитаемая среда состояла из агроперлита и керамзита, не подвергавшегося воздействию ультразвука. В контрольном (третьем) варианте растения выращивались на агроперлите, не содержащем каких-либо дополнительных включений.

Объем выборки составил 100 растений. При статистической обработке результатов исследований использовались известные методы [6; 7]. Выращивание опытных и контрольных растений огурца (Мева F1) осуществлялось при соблюдении требуемых параметров микроклимата. Технология выращивания – малообъемная гидропоника в условиях светокультуры [8]. Контролируемым показателем являлась урожайность. Хозяйственная эффективность определялась прибавкой урожайности П (%):



Рис. 1. Способы и технические средства электротехнологии в растениеводстве защищенного грунта

$$\Pi = \frac{Y_a - Y_b}{Y_b} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $Y_a, Y_b$  – урожайность на опытном и контрольном участках соответственно [9].

Энергетическая эффективность определялась с помощью показателя снижения энергоёмкости производства продукции  $\Theta_3, \%$ ,

$$\Theta_3 = \frac{E_a - E_b}{E_a} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $E_a, E_b$  – энергоёмкость производства продукции в контрольном и опытном вариантах соответственно [9].

Результаты исследований представлены на рисунке 2 и в таблицах 1–3. На рисунке 2 приведены данные по урожайности растений: исходные и преобразованные для вычисления сумм квадратов отклонений для всех источников варьирования [7].

В таблице 1 представлены результаты дисперсионного анализа, выполненного с использованием преобразованных дат. Анализ данных

таблицы 1 позволяет сделать вывод о том, что в опыте есть существенные различия между вариантами, поскольку  $F_{05} < F_{\phi}$  ( $5,14 < 18,20$ ).

Результаты опыта и статистической обработки приведены в таблице 2. Анализ представленных данных показывает, что первый опытный вариант (использование ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды) существенно превышает контроль по урожайности; второй опытный вариант (использование ультразвука не предусмотрено) несущественно отличается от контроля.

Результаты расчета показателей эффективности представлены в таблице 3. Сопоставление приведенных данных позволяет заключить, что использование ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды способствует повышению хозяйственной эффективности (оцениваемой по изменению урожайности) на 12,7%; энергетической эффективности (оцениваемой по энергоёмкости производства продукции) – на 11,2%. В опытном варианте, не предусматривавшем ультразвуковую обработку субстрата, хозяйственная и энергетическая эффективность изменились незначительно (на 1,2%).

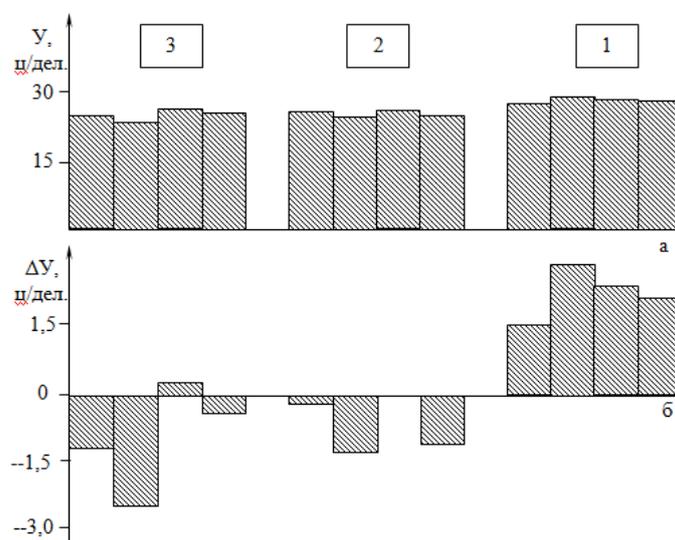


Рис. 2. Урожайность огурца: а – исходные данные; б – преобразованные данные

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{\phi}$	$F_{05}$
Общая	32,83	11	–	–	–
Повторений	2,30	3	–	–	–
Вариантов	26,20	2	13,10	18,20	5,14
Остаток	4,33	6	0,72	–	–



Таблица 2 – Результаты опыта и статистической обработки

Варианты	Урожайность, ц/дел.	Отклонение от стандарта	Группа
1	26,00	–	St
2	26,30	0,30	II
3	29,30	3,30	I
НСР <sub>05</sub>	1,45	–	–

Таблица 3 – Результаты расчета показателей эффективности светокультуры огурца

Показатели эффективности, %	Вариант	
	1	2
Хозяйственная эффективность	12,7	1,2
Энергетическая эффективность	11,2	1,2

Таким образом, проведенные исследования показывают, что использование ультразвука при подготовке корнеобитаемой среды растений способствует повышению эффективности светокультуры огурца за счет увеличения урожайности и снижения энергоемкости производства продукции.

#### Список литературы

1. Король В. Г. Агробиологические основы повышения эффективности производства овощей в зимних теплицах : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2011. 42 с.
2. Шульгин И. А. Лучистая энергия и энергетический баланс растений: фитометеорологические и эколого-физиологические аспекты. М. : МГУ, 2004. 142 с.
3. Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко [и др.]. Мн. : ВЭВЭР, 2006. 320 с.
4. Современное овощеводство открытого и закрытого грунта / Е. Н. Белогубова [и др.]. Ж. : ЧП «Рута», 2007. 532 с.

5. Андреев Ю. М. Овощеводство. М. : Академия, 2003. 256 с.

6. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. проф. К. П. Власова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Х. : Гуманитарный центр, 2013. 412 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.

8. Особенности светокультуры огурца на примере ООО «Агрокомплекс «Чурилово», г. Челябинск / О. В. Антипова [и др.] // Гавриш. 2013. № 6. С. 6–12.

9. Басарыгина Е. М., Панова Р. И., Путилова Т. А. Оценочные показатели процесса ультразвуковой обработки гидропонных субстратов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 1. С. 4–6.

**Басарыгина Елена Михайловна**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: b\_e\_m@mail.ru.

**Шершнев Александр Владимирович**, аспирант кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: sher@mail.ru.

**Горшкова Елена Олеговна**, директор по производству, ООО «Агрокомплекс «Чурилово».

E-mail: 1iop@list.ru.

\* \* \*

УДК 631.589.2:633/635+535.24

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ФИТОМОНИТОРИНГА

**Е. М. Басарыгина, А. В. Шершнев, Е. О. Горшкова**

Цель работы заключалась в совершенствовании инструментального фитомониторинга, позволяющего выявлять стрессовые состояния растений с помощью оценки фотопоглощающего комплекса листового аппарата. Использовались аналитические и эмпирические методы исследования. В результате проведенных исследований разработаны мероприятия, охватывающие все взаимосвязанные системы фитомониторинга.

*Ключевые слова:* растениеводство защищенного грунта, инструментальный фитомониторинг, фотометрическое оборудование, фотопоглощающий комплекс растений, энерготрансформирующие процессы, урожайность.

Фитомониторинг, сигнализирующий о возникновении стрессовых ситуаций у сельскохозяйственных растений, позволяет контролировать процесс формирования урожая и качество продукции. Совершенствование инструментального фитомониторинга предполагает внесение изменений в функционирование всех его взаимосвязанных систем [1–4].

В статье представлены мероприятия инструментального фитомониторинга, разработанные с целью выявления стрессового состояния растений с помощью оценки фотопоглощающего комплекса листового аппарата.

Инструментальный фитомониторинг включает в себя ряд систем: измерительную, инфор-

мационную, экспертную и т.д. [1–4]. Оценка фотопоглощающего комплекса на первом этапе (в рамках измерительной системы) подразумевает сбор данных по фотосинтетической фотонной облученности растений (PPFD) и их представление в виде таблиц и графиков [5] (рис. 1).

На втором этапе информационная система преобразует полученные экспериментальные данные в расчетные характеристики жизнедеятельности растений, то есть спектрально-оптические характеристики листового аппарата (коэффициент пропускания, оптическая плотность) и энергию, поглощаемую в основных энерготрансформирующих процессах (фотоморфогенез, фотосинтез, дыхание).



Экспертная система (третий этап), учитывающая специфические особенности сорта, помогает оценить состояние растений и принять решение о необходимых изменениях в технологии их выращивания.

Система управления позволяет на четвертом этапе фитомониторинга производить автоматическое управление с учетом реального состояния растений. В частности, для коррекции процесса питания используется схема, отражающая химический состав растительных пигментов [6] (рис. 1).

### Методы исследования

Реализация представленных мероприятий осуществлялась в условиях производственных теплиц ООО Агрокомплекс «Чурилово». Для получения экспериментальных данных по фотосинтетической фотонной облученности растений использовалось фотометрическое оборудование: спектрометр LIGHTING PASSPORT, квантометр ASENSETEK. Расчет спектрально-оптических характеристик листового аппарата растений и энергии, поглощаемой растениями в процессах дыхания, фотосинтеза

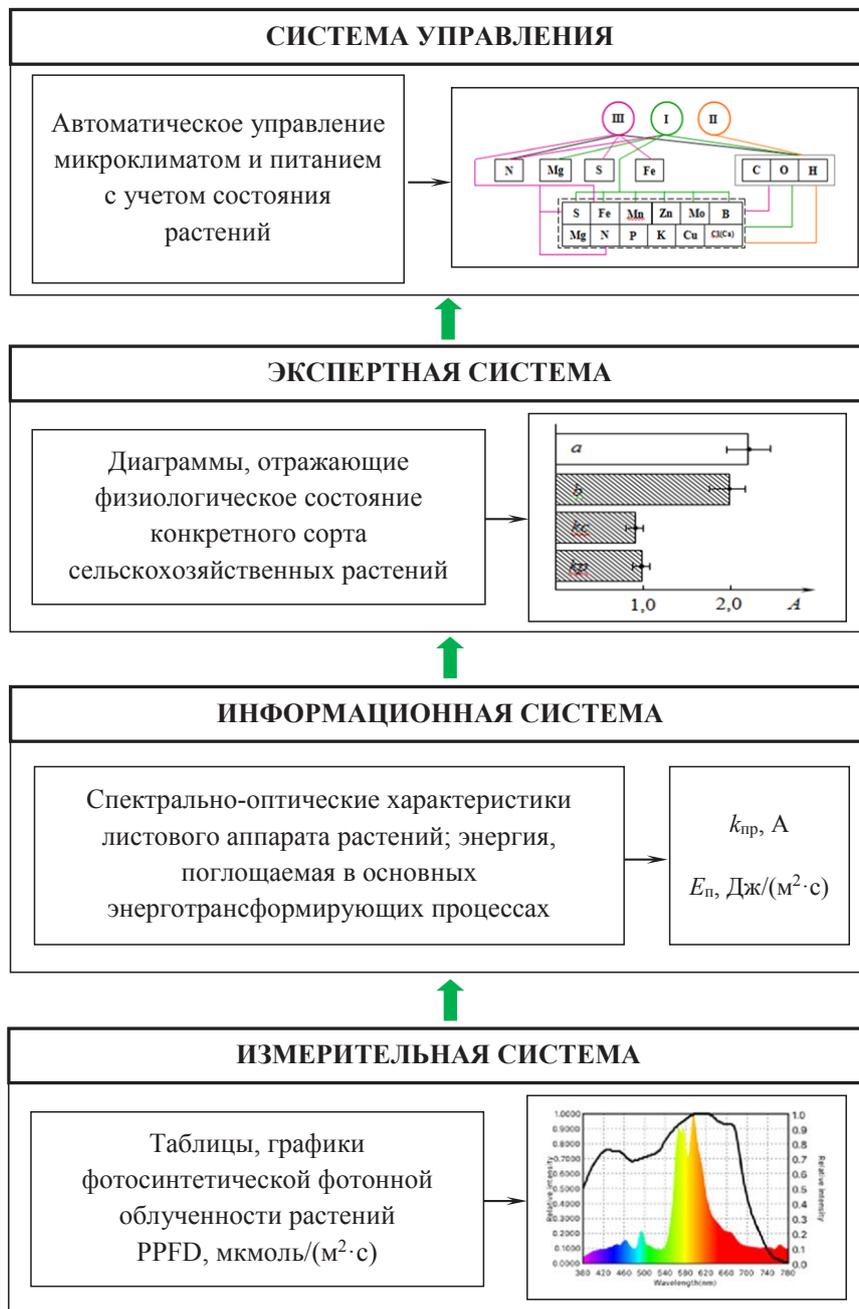


Рис. 1. Разработанные мероприятия инструментального фитомониторинга

и фотоморфогенеза, производился с помощью известных выражений [7–9]. Для математической обработки полученных значений применялись методы вариационной статистики [10].

### Результаты исследования

Результаты исследований представлены на диаграммах (рис. 2–4), отражающих расчетные характеристики активно растущих и развивающихся растений, имеющих высокую урожайность (более 125 кг/м<sup>2</sup>). Спектрально-оптические характеристики и энергия, поглощенная единичной площадью листового аппарата

в 1 секунду, показана на примере нижних листьев ценоза огурца Мева F1 в период завершения вегетационного процесса.

На рисунке 2 показано поглощение света различных длин волн, отнесенное к поглощению света наибольшей длины волны в области ФАР ( $E_{пл}/E_{пл,макс}$ ). Наибольшее и наименьшее значения отношения поглощенной энергии (8,72; 0,63) соответствовали длинам волн 700 и 410 нм. Представленная диаграмма отражает рекомендуемые значения, характерные для исследуемого сорта, которые используются экспертной системой фитомониторинга.

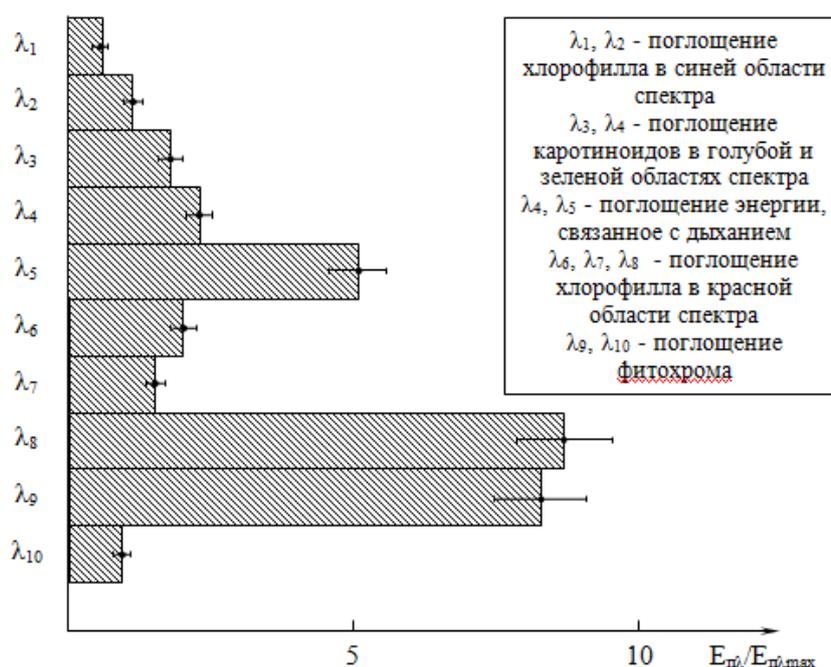


Рис. 2. Поглощение света различных длин волн, отнесенное к поглощению света наибольшей длины волны в области ФАР

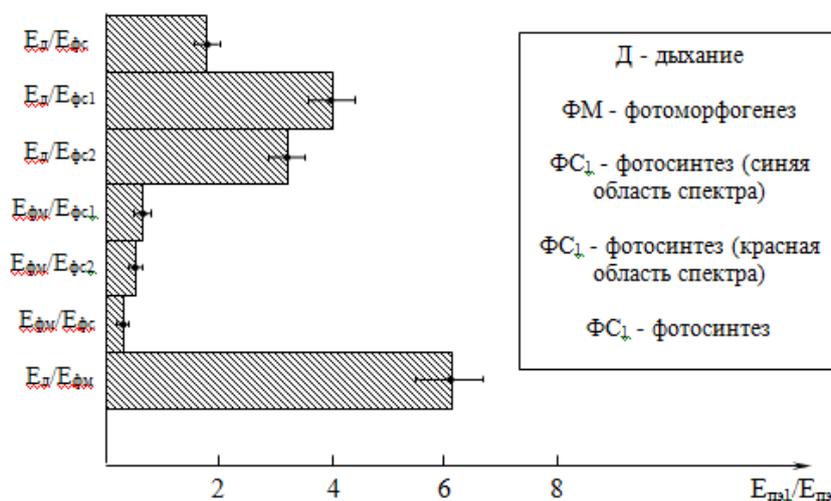


Рис. 3. Соотношение затрат энергии в основных энерготрансформирующих процессах

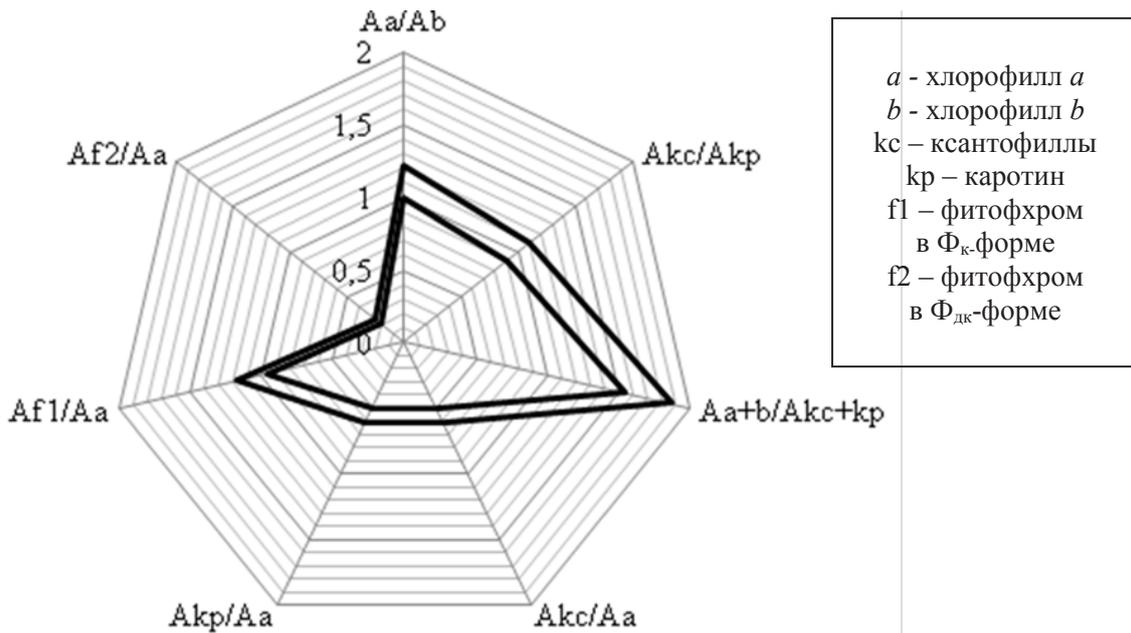


Рис. 4. Соотношение поглощения пигментов фотопоглощающего комплекса

Рекомендуемые значения соотношения затрат энергии в основных энерготрансформирующих процессах ( $E_{\text{пн1}}/E_{\text{пн2}}$ ) показаны на рисунке 3. Наибольшее значение (6,13) соответствовало соотношению затрат энергии в процессах дыхания и фотоморфогенеза; наименьшее значение (0,29) – процессам фотоморфогенеза и фотосинтеза.

Рекомендуемые значения соотношения оптической плотности (поглощения,  $A_1/A_2$ ) и, следовательно, содержание пигментов фотопоглощающего комплекса представлены на рисунке 4. В частности, для соотношения поглощения зеленых и желтых пигментов ( $A_{a+b}/A_{kc+kp}$ ) рекомендуемые значения относятся к интервалу 1,6...1,8; хлорофилла  $a$  и хлорофилла  $b$  – 1,0...1,2 и т.д.

Таким образом, представленные мероприятия охватывают все системы инструментального фитомониторинга и могут использоваться в целях его совершенствования путем выявления стрессового состояния растений с помощью оценки фотопоглощающего комплекса листового аппарата.

#### Список литературы

1. Фитомониторинг: технология управления урожайностью. Режим доступа : [http://agropraktik.ru/blog/precision\\_agriculture/65.html](http://agropraktik.ru/blog/precision_agriculture/65.html).

2. Фитомониторинг растений. Принципы работы. Режим доступа : <http://alecon.co.il/article/rastenievodstvo/fitomonitoring-rastenij-principy-raboty.html>.

3. Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко [и др.]. Мн. : ВЭВЭР, 2006. 320 с.

4. Фитомониторинг – уникальная компьютерная технология. Режим доступа : <http://greentalk.ru/topic/2518/>.

5. Басарыгина Е. М., Лицингер О. Г., Путилова Т. А. Измерительная система фитомониторинга // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1141–1146.

6. Басарыгина Е. М., Шершнева А. В. Методы и технические средства листовой диагностики // Актуальные вопросы агроинженерных наук: теория и практика : матер. национальной науч. конф. Института агроинженерии (Челябинск, 2018) / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 211–216.

7. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. 4-е изд. М. : Большая Российская энциклопедия, 1998. 944 с.

8. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов / пер. с англ. Н. П. Ивановской ; под ред. С. В. Савилова. М. : Техносфера, 2007. 368 с.

9. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / З. Марченко, М. Бальцежак ; пер. с польск. М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. 711 с.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.

---

**Басарыгина Елена Михайловна**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: b\_e\_m@mail.ru.

**Шершнев Александр Владимирович**, аспирант кафедры «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: sher@mail.ru.

**Горшкова Елена Олеговна**, директор по производству, ООО «Агрокомплекс «Чурилово».

E-mail: liop@list.ru.

\* \* \*

УДК 621.313.13:621.82.004.624

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРА НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ МОДЕЛИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УПОРНОГО ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

**В. А. Буторин, Л. А. Саплин, И. Б. Царев, Р. Т. Гусейнов**

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение в системе водоснабжения получили скважинные электронасосы с погружными электродвигателями различных марок. По результатам эксплуатации выяснилось, что погружной электродвигатель марки ПЭДВ имеет ряд слабых узлов. К этим узлам относится упорный подшипниковый узел 23,53% и обмотка погружного электродвигателя 17,11%. Как показал поиск информации о модели долговечности упорного подшипникового узла скважинных электронасосов в литературе и сети интернет, этот вопрос не раскрыт. Информацию о долговечности упорного подшипникового узла скважинных электронасосов можно получить на основании стендовых и эксплуатационных испытаний. Однако эксплуатационные испытания требуют длительного времени и применения дорогостоящего оборудования. Оптимальным вариантом являются ускоренные стендовые испытания с соблюдением воздействия на упорный подшипниковый узел эксплуатационных факторов в их широком диапазоне, соответствующем реальным условиям эксплуатации скважинных электронасосов.

*Ключевые слова:* модель долговечности, упорный подшипниковый узел, скважинный электронасос.

В результате обработке информации, предоставленной ремонтными предприятиями Челябинской области, занимающимися ремонтом скважинных электронасосов, была получена статистика их отказов. Причины распределения видов отказов скважинных электронасосов в сельскохозяйственном водоснабжении Челябинской области представлены в таблице 1 [1].

Анализ видов отказов погружных электродвигателей показывает, что на долю упорного подшипникового узла приходится 23,53%. Вследствие этого прогнозирование долговечности этого узла является актуальной задачей [1, 2, 3, 4]. Долговечность упорного подшипни-

кового узла скважинных электронасосов зависит от износа подпятника этого узла [1, 2, 3, 4]. С целью определения периодичности технического обслуживания подшипниковых узлов скважинных электронасосов нужно знать полиномиальную модель износа, выражающую зависимость этого износа от циклов включения и отключения электронасосов в процессе сельскохозяйственного водоснабжения [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

**Цель исследования** – теоретически обосновать модель долговечности упорного подшипникового узла погружных электродвигателей и экспериментальным путем установить ее

параметр, являющийся начальной скоростью изнашивания этого узла.

### Материалы и методика исследований

В первом приближении износ подшипника скважинных электронасосов возрастает прямо пропорционально наработке [2, 3]:

$$h = Vt, \quad (1)$$

где  $h$  – износ подшипника, мкм;

$t$  – наработка, циклы включений-выключений;

$V$  – скорость изнашивания, мкм/цикл.

Предварительные исследования показали, что скорость изнашивания  $V$  в процессе работы скважинного электронасоса меняется в зависимости от наработки и не остается постоянной. Для определения интенсивности изнашивания упорного подшипникового узла скважинных электронасосов целесообразно ввести ускорение  $a$ , мкм/цикл<sup>2</sup>, которое описывает быстроту изменения скорости в процессе эксплуатации [2, 3]:

$$a = \frac{dV}{dt}. \quad (2)$$

Нас будет интересовать зависимость износа подшипника  $h$  от наработки  $t$ . Скорость изнашивания по определению равна [2, 3]:

$$V = \frac{dh}{dt}. \quad (3)$$

### Результаты

Для отыскания зависимости изменения  $h(t)$  проинтегрируем выражение (2) [2, 3]:

$$adt = dV;$$

$$\int_{t=0}^t adt = \int_{V=V_0}^V dV, \quad (4)$$

где  $V_0$  – начальная скорость изнашивания;  
 $V$  – текущая скорость изнашивания;  
 $T$  – текущая наработка.

Проинтегрируем равенство (4) [2, 3]:

$$a \cdot t \Big|_0^t = V \Big|_{V_0}^V;$$

$$a(t - 0) = V - V_0. \quad (5)$$

Выражение (5) позволяет найти, как зависит скорость изнашивания от начальной скорости, ускорения и наработки [2, 3]:

$$V = V_0 + at. \quad (6)$$

Произведем интегрирование формулы (3):

$$Vdt = dh;$$

$$\int_{t=0}^t Vdt = \int_{h=0}^h dh. \quad (7)$$

После подстановки в левый интеграл выражения (7) устанавливающей зависимости  $V(t)$  получим:

$$\int_{t=0}^t (V_0 + at) dt = \int_{h=0}^h dh. \quad (8)$$

Таблица 1 – Виды отказов скважинных электронасосов в сельскохозяйственном водоснабжении по Челябинской области

№ п/п	Наименование отказа	Количество, шт.	Соотношение, %
1	Износ радиальных подшипников	14	7,49
2	Износ упорных подшипников	44	23,53
3	Неполнофазное питание	75	40,11
4	Несрабатывание защиты	13	6,95
5	Перегорание обмотки	32	17,11
6	Прочие	9	4,81
7	Всего	187	100



Проинтегрируем равенство (8):

$$V_0 \cdot t \Big|_0^t + a \cdot \frac{t^2}{2} \Big|_0^t = h \Big|_0^h ;$$

$$V_0(t-0) + a \cdot \frac{(t^2-0^2)}{2} = h-0. \quad (9)$$

Из формулы (9) можно получить зависимость износа  $h$  от наработки  $t$  [2, 3]:

$$h = V_0 t + \frac{at^2}{2}. \quad (10)$$

При достижении износом максимального значения  $H$  наработка будет равна ресурсу  $T$  [2, 3]:

$$H = V_0 T + \frac{aT^2}{2}. \quad (11)$$

Разрешив квадратное уравнение (11) относительно  $T$ , получим два корня:

$$T_1 = \frac{-2V_0 - \sqrt{4V_0^2 + 8aH}}{2a}; \quad (12)$$

$$T_2 = \frac{-2V_0 + \sqrt{4V_0^2 + 8aH}}{2a}. \quad (13)$$

Первый корень  $T_1$  – отрицательный, не имеет физического смысла, и его можно отбросить. Из формулы (13) получим выражение, позволяющее оценить долговечность упорного подшипника скважинных электронасосов:

$$T = \frac{V_0}{a} \left( \sqrt{1 + \frac{2aH}{V_0^2}} - 1 \right). \quad (14)$$

Начальная скорость  $V_0$  и ускорение  $a$ , которые входят в выражение (14), можно найти на основании зависимости износа  $h$  от наработки  $t$ . Зависимость изучалась с помощью активного планирования эксперимента [1, 2, 3, 4].

В выражении 14 два неизвестных – это  $V_0$  и  $a$ . Эта работа посвящена определению на-

чальной скорости  $V_0$ . Для этого на кафедре ЭОЭТ ЮУрГАУ разработан стенд для проведения ускоренных испытаний и установлены наиболее значимые факторы, влияющие на износ подшипниковых узлов ПЭДВ. К ним относятся: напряжение, подводимое к погружному электродвигателю, наличие песка в воде, жесткость воды. Полученные на кафедре ЭОЭТ ЮУрГАУ полиномиальные выражения в натуральных единицах измерения для  $h_1$ ;  $h_2$  представлены ниже:

$$h_1 = (1,696 - 0,00366U - 0,00353\Pi + 0,0766Ж + 0,003033\PiЖ)10^{-2} \text{ мм}; \quad (15)$$

$$h_2 = (3,443 - 0,00733U - 0,0067\Pi + 0,15333 Ж + 0,0061\PiЖ)10^{-2} \text{ мм}.$$

Из полиномиальных выражений  $h_1$  и  $h_2$  мы получили равенство  $V_0$  [2, 3].

$$V_0 = (1,67 - 0,00366U - 0,003716\Pi + 0,0766Ж + 0,003016\PiЖ)10^{-5} \text{ мм/цикл}. \quad (16)$$

Установленные полиномиальные зависимости позволяют спрогнозировать долговечность упорного подшипникового узла погружных электродвигателей по формуле 16.

### Вывод

Выражение (16) позволяет рассчитать долговечность упорного подшипникового узла погружных электродвигателей скважинных электронасосов. Величина ресурса зависит от начальной скорости изнашивания  $V_0$ , ускорения изнашивания  $a$  и предельной величины износа  $H$ , которая берется из нормативно-технической литературы. Значения  $V_0$  и  $a$  целесообразно определить по результатам стендовых ускоренных испытаний. Экспериментальным путем установлена полиномиальная зависимость параметра, являющаяся начальной скоростью изнашивания подшипникового узла погружных электродвигателей, от воздействующих факторов.

### Список литературы

1. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Влияние условий окружающей среды на подшипниковые узлы погружных электродвигателей // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : матер. IV Всерос. науч.-практ. онлайн-конф. молодых ученых / Министерство сельского хозяйства РФ ; ФГБОУ ВПО «Курганская

государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева». 2013. С. 96–98.

2. 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.

3. 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.

4. Буторин В. А., Гусейнов Р. Т. Разработка испытательного стенда для проведения ресурсных испытаний упорного подшипника погружного электродвигателя марки ПЭДВ // Вестник БГАУ. 2014. № 2 (30). С. 64–68.

5. Аипов Р. С., Валишин Д. Е., Мухортова Е. И. Сравнительные характеристики скважинных центробежных насосов и плунжерных с линейным асинхронным электроприводом // Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. А. Трушкина. 2018. С. 3–4.

6. Аипов Р. С., Валишин Д. Е. Исследование привода скважинного плунжерного насоса на базе ЦЛД с неполнофазным режимом работы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (43). С. 43–49.

7. Аипов Р. С., Валишин Д. Е. Математическая модель линейного асинхронного привода плунжерного насоса с периодической коммутацией фазы источника трехфазного напряжения // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. Т. 12. № 4. С. 13–20.

8. Аипов Р. С., Кафиев И. Р. Энергосбережение в водоснабжении применением электропривода с линейным асинхронным двигателем // Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XIX специализированной выставки «Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование». 2015. С. 46–50.

9. Герасимова М. Н., Логинов А. Ю., Потапов В. В. Анализ неисправностей центробежных насосов теплоисточников ЗАО «БайкалЭнерго» // Вестник ИрГСХА. 2017. № 80. С. 78–82.

10. Герасимова М. Н., Логинов А. Ю. Оценка технического состояния центробежного насоса по комплексному показателю // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81–1. С. 96–102.

11. Логинов А. Ю., Прудников А. Ю. Описание процесса изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя с помощью динамического звена второго порядка // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81–2. С. 111–116.

12. Экспериментальная проверка способа диагностирования эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / А. Ю. Прудников, В. В. Боннет, А. Ю. Логинов, В. В. Потапов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 11. С. 73–77.

13. Прудников А. Ю., Боннет В. В., Логинов А. Ю. Метод определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 68–72.

14. Прудников А. Ю., Боннет В. В., Логинов А. Ю. Математическая модель асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 6. С. 94–97.

15. Петько В. Г., Фомин М. Б. Анализ условий обледенения водонапорной башни Рожновского в системе водоснабжения объектов АПК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 85–89.

16. Процесс обледенения металлической водонапорной башни в системах водоснабжения объектов сельского хозяйства, выполненной по типу «бак-стойка» / М. Б. Фомин, В. Г. Петько, Л. Р. Фомина, С. А. Соловьев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 129–132.

17. Петько В. Г., Фомин М. Б. Анализ условий обледенения водонапорной башни Рожновского в системе водоснабжения объектов АПК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6. С. 85.

18. Гриценко А. В., Куков С. С. Диагностирование подшипников кривошипно-шатунного механизма по параметрам давления в центральной масляной магистрали // Материалы XLVIII Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАУ, 2009. С. 9–15.

19. Куков С. С., Гриценко А. В. Диагностирование коренных подшипников коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 3. С. 27–28.

20. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical underpinning of diagnosing the cylinder group during motoring // Procedia Engineering 2. Ser. «2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016». 2016. С. 1182–1187.

21. Куков С. С., Гриценко А. В. Диагностирование коренных подшипников кривошипно-шатунного механизма по параметрам давления



в центральной масляной магистрали // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 3 (30). С. 143–147.

22. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. С. 40–44.

23. Гриценко А. В., Глемба К. В., Куков С. С. Методические приемы повышения точности диагностирования подшипников коленчатого вала // Вестник ЧГАА. 2010. Т. 57. С. 51–56.

24. Диагностирование электрических бензиновых насосов по комплексным выходным параметрам / А. М. Плаксин [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–12. С. 2610–2614.

25. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 22–23.

26. Глемба К. В., Гриценко А. В., Ларин О. Н. Диагностирование коренных и шатунных подшипников кривошипно-шатунного механизма // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Машиностроение. 2014. Т. 14. № 1. С. 63–71.

27. 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.

28. Гриценко А. В. Диагностирование подшипников кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания по параметрам

пульсации давления в центральной масляной магистрали : дис. ... канд. техн. наук / ЧГАУ. Челябинск, 2009.

29. Результаты исследования выходных характеристик электрических насосов автомобилей при имитации сопротивления в нагнетательном топливопроводе / А. В. Гриценко [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–5. С. 991–995.

30. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков [и др.] // Вестник ЧГАУ. 2006. Т. 47. С. 67–69.

31. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов системы питания автомобилей с микропроцессорной системой управления двигателем // Материалы ЛП Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2013. С. 49–55.

32. Власов Д. Б., Гриценко А. В. Диагностирование электрических насосов автомобилей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4–1 (15–1). С. 176–180.

33. Гриценко А. В., Власов Д. Б., Плаксин А. М. Комплексное диагностирование электрического бензонасоса системы топливоподачи // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 5–4 (25–4). С. 239–243.

34. Диагностирование электрических насосов по силе тока питания при сопротивлении в топливосистеме / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов, Д. Б. Власов // Евразийское Научное Объединение. 2015. Т. 1. № 11 (11). С. 16–18.

---

**Буторин Владимир Андреевич**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: butorin\_chgau@list.ru.

**Саплин Леонид Алексеевич**, д-р техн. наук, профессор, ООО «Челябинский компрессорный завод».

E-mail: butorin\_chgau@list.ru.

**Царев Игорь Борисович**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: tsarev@citydom.ru.

**Гусейнов Руслан Тофикович**, соискатель, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ruslan-ural8@mail.ru.

\* \* \*

УДК 632.6.04/.08:632.935.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ГРЫЗУНОВ

**А. Г. Возмилов, Л. Н. Андреев, В. Н. Агапов**

Рассмотрены вопросы защиты от грызунов сельскохозяйственной продукции в период ее производства и хранения. Для истребления грызунов исследуется электрофизический метод, являющийся одним из перспективных методов борьбы с грызунами. Экспериментально определено значение напряжения, на которое грызуны начинают реагировать, а также напряжение, при котором наступает летальный исход. Начальная реакция грызунов на электрическое напряжение наблюдается при напряжении, равном  $45 \pm 12,4$  В, при среднем значении тока  $4 \pm 1,3$  мА. Летальный исход для грызунов наблюдался при воздействии на них импульсом напряжения в 8 кВ длительностью 2 сек.

*Ключевые слова:* истребление грызунов, электрофизический метод, электродератизатор.

Проблема продовольствия и обеспечение населения полноценным питанием – главная задача любого государства, которая включает в себя не только производство и переработку, но и сохранение запасов, прежде всего зерна и продуктов его переработки (муки, крупы и т.д.), а также мясной, молочной и других видов продукции.

При производстве и хранении сельскохозяйственной продукции существует ряд проблем, в том числе связанных с ущербом, наносимым грызунами-вредителями. По данным Деораса [1, 2], ущерб от серой крысы в США составляет 300 млн долларов в год, Англия ежегодно теряет 15 млн фунтов стерлингов, Франция – 15 млн франков, Индия – 700 млн рупий.

На Кубе, по подсчетам Эрпандеса и Драммонда [1, 2, 3], только в провинции Вилла-Клара крысы и домовая мышь причиняют ежегодный ущерб в 80 тыс. песо. К сожалению, статистические данные по ущербу, наносимому грызунами в России, отсутствуют, но можно предположить, что этот ущерб, в денежном эквиваленте в масштабах страны, достигает нескольких сотен миллионов рублей [4].

По результатам научных исследований отмечено, что крыса способна выбирать себе пищу по свежести и по вкусу, адаптироваться к любым природным изменениям, угадывать и обходить ловушки, привыкать к различным ядохимикатам [5, 6].



В настоящее время известно большое разнообразие методов борьбы с грызунами, которые подразделяются на две группы: профилактические методы (лишение грызунов пищи и т.п.) и истребительные методы (биологический, механический, химический, электрофизический и т.п.). Одним из перспективных способов борьбы с грызунами является электрофизический, поскольку он позволяет как отпугивать (ультразвуковые отпугиватели), так и уничтожать (электродератизаторы) грызунов [7, 8].

Для разработки эффективных электротехнических средств борьбы с грызунами необходимо изучить механизм воздействия электрического тока на грызунов. Данные о механизме воздействия электрического тока на крыс в научно-технической литературе практически отсутствуют [9, 10].

### Методы исследования

Для исследования воздействия электрического тока на грызунов было проведено две серии экспериментов:

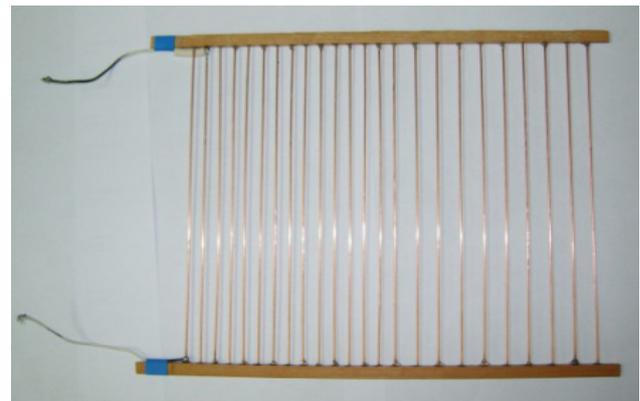
1) определение начального напряжения (порога чувствительности), на которое реагируют грызуны;

2) определение напряжения, вызывающего летальный исход у грызунов.

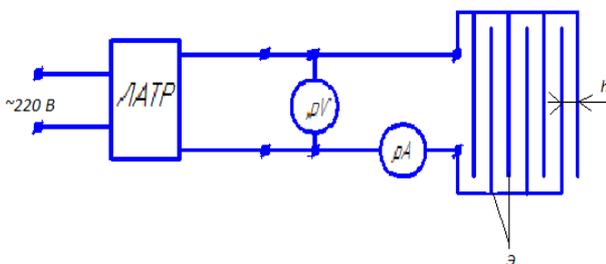
Для исследования воздействия электрического тока на грызунов был разработан и изготовлен экспериментальный стенд, состоящий из клетки, на дне которой располагалась система проволочных электродов (Э), подключенных к источнику низкого напряжения через ЛАТР и высокого напряжения ПВС 60/10. Внешний вид и принципиальные схемы стенда приведены на рисунке 1.



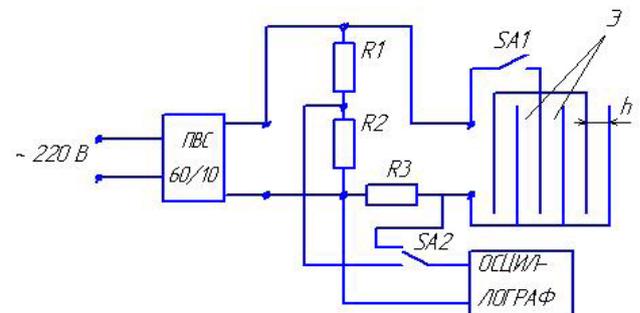
а



б



в



г

Рис. 1. Экспериментальный стенд: а – общий вид стенда; б – система проволочных электродов; в – принципиальная схема стенда ( $h$  – межэлектродное расстояние) для определения начального напряжения (порога чувствительности), на которое реагируют грызуны; г – принципиальная схема стенда для определения напряжения летального воздействия на грызунов

Параметры электродной системы (межэлектродное расстояние  $h$ ) определялись с учетом расстояний между лапками грызунов, с целью обеспечения одновременного касания конечностями грызуна, заземленного и потенциального электродов.

На рисунке 2 представлены следы лапок крысы, определенных экспериментально (а), и следы (б), представленные в [10], также схема идеализированных следов крысы (в).

При нахождении грызуна на электродной системе возможны следующие пути протекания электрического тока по телу животного:

– «петля» тока от передней конечности к другой передней конечности через грудную клетку, в этом случае межэлектродное расстояние  $h$  определяется по выражению:

$$h = l + 0,5a + 0,5a = l + a ; \quad (1)$$

– «петля» тока от передней конечности к задней (односторонней), тогда:

$$h = H + 0,5b + 0,5B ; \quad (2)$$

– «петля» тока от передней конечности к задней («по диагонали»), в этом случае:

$$h = C + C_1 + C_2, \quad (3)$$

где

$$C_1 = \sqrt{\frac{A^2}{2} + \frac{B^2}{2}} ; C_2 = \sqrt{\frac{a^2}{2} + \frac{b^2}{2}} ;$$

– «петля» тока от задней конечности к другой задней конечности, при этом:

$$h = L + 0,5B + 0,5B = L + B . \quad (4)$$

Учитывая, что  $L > l$ ,  $A > a$ ,  $B > b$ ,  $C > l$ , межэлектродное расстояние  $h$  определяем по выражению (1), тогда в случае (2), (3) и (4) контакт между лапками грызуна и электродной системой будет обеспечиваться при любом положении животного на системе электродов. Также расстояние между передними конечностями взяты за основу при определении  $h$  из тех

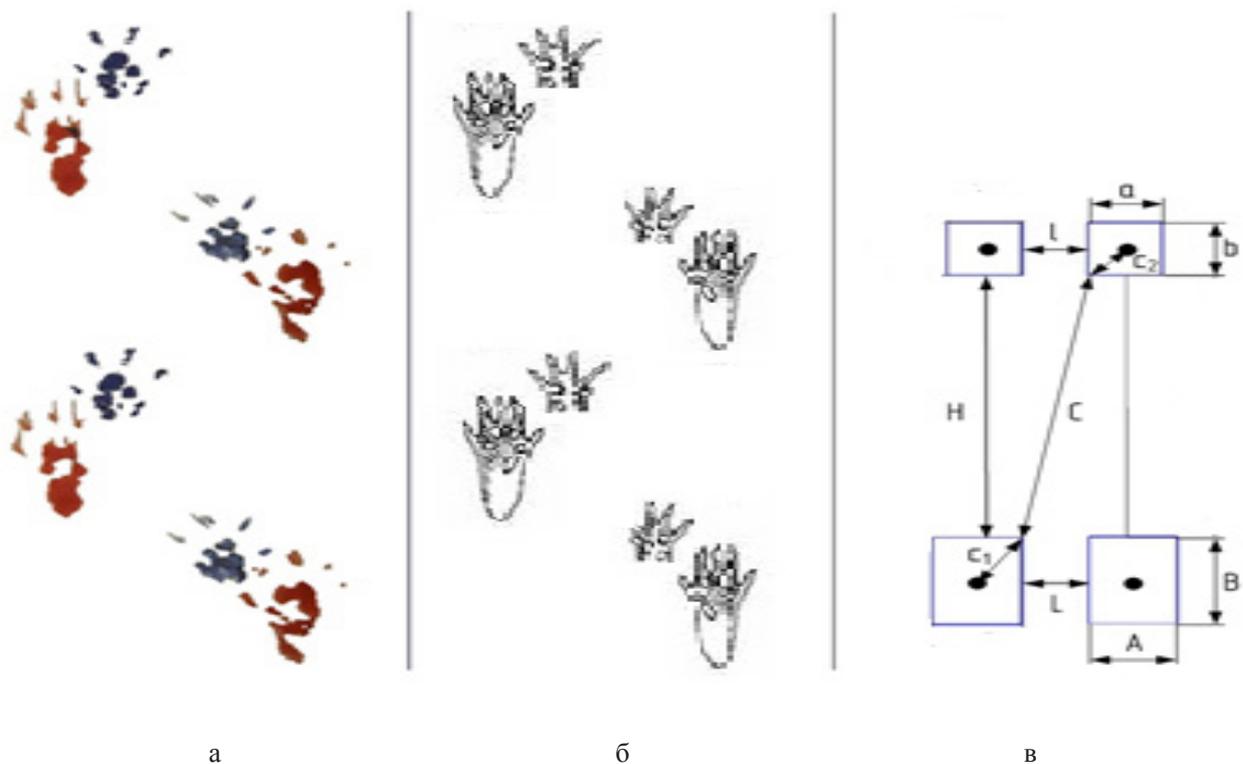


Рис. 2. Схема следов грызуна (крысы) для определения расстояний между лапками: а – экспериментально полученные отпечатки следов; б – отпечатки следов по [10]; в – идеализированная схема следов крысы



соображений, что в этом случае ток будет протекать через грудную клетку, с вероятностью поражения как сердечной мышцы, так и органов дыхания.

Исходя из реальных размеров  $l = 10$  мм и  $a = 17$  мм, по (1) было рассчитано межэлектродное расстояние  $h = 27$  мм.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях факультета электрификации ЮУрГАУ и Тюменского ГАУ СЗ.

1. Методика определения порога чувствительности животных к электрическому напряжению заключалась в следующем: в клетку помещалось по одному животному и далее с интервалом 5 В на электродную систему установки с помощью ЛАТРа подавалось переменное напряжение. При этом фиксировалось значение тока и напряжения, подаваемого на электродную систему.

В эксперименте использовались три крысы (две особи мужского пола и одна особь женского пола).

2. Исследования по определению электрических параметров, вызывающих летальный исход грызунов, проводились совместно со специалистами Института биотехнологии и ветеринарной медицины Тюменского ГАУ СЗ.

Методика эксперимента заключалась в следующем: в экспериментальную установку помещалось одно животное (лабораторная мышь). С интервалом 1 кВ на электродную систему подавалось переменное напряжение от источника

импульсов высокого напряжения. При этом велось наблюдение за поведением животных (частота дыхательных движений), фиксировалась величина напряжения, вызывающего летальный исход грызуна.

В эксперименте использовались 27 мышей (самки массой тела  $22 \pm 2$  г).

## Результаты и обсуждения

### Первая серия экспериментов

Анализ полученных данных по определению величины напряжения, на которое начинают реагировать грызуны, показывает, что реакция у крыс на электрическое напряжение находится в пределах 30÷60 В. Стабильная начальная реакция крыс находилась в пределах  $45 \pm 12,4$  В, при этом среднее значение тока равнялось  $4 \pm 1,3$  мА.

### Вторая серия экспериментов

Ранее было установлено [5], что даже при «полной петле» у грызунов смерть не сопровождается фибрилляцией сердца, либо фибрилляция возникает и прекращается после разрыва электрической цепи, т.е. смерть, как правило, обусловлена первичной остановкой дыхания.

Напряжение на электродной системе изменялось в пределах от 1 до 8 кВ с интервалом 1 кВ, длительность импульса составляла 1 и 2 сек.

В период эксперимента велось наблюдение за поведением животных, фиксировалась величина напряжения и тока, вызывающего летальный исход грызуна.



Рис. 3. Результаты эксперимента

После воздействия электрического тока 11 мышей подвергались вскрытию для определения воздействия электрического тока на кровь, головной мозг, центральную нервную систему, органы дыхания. В период проведения эксперимента 3 особи погибли сразу. Для дальнейшего наблюдения были оставлены 16 мышей, из которых 2 особи погибли на 2 и 4 сутки после эксперимента. Таким образом, общее количество погибших составило 5. Общие результаты данного эксперимента представлены на рисунке 3.

Анализ экспериментальных данных по влиянию электрического воздействия на физиологическое состояние грызунов показал: после воздействия электрическим током концентрация эритроцитов в крови снижается до 20%, содержание гемоглобина уменьшается до 20%, а лейкоцитов – до 10% и тромбоцитов – до 30% от нижнего значения рефератного интервала; значительно увеличивается частота дыхательных движений.

#### Основные результаты и выводы

1. Получено аналитическое выражение для определения межэлектродного промежутка электродной системы в зависимости от расстояния между лапками животного.

2. Стабильная начальная реакция крыс на электрическое напряжение находится в пределах  $45 \pm 12,4$  В, при среднем значении тока –  $4 \pm 1,3$  мА.

3. При воздействии на мышей импульсом напряжения в 8 кВ и длительностью 2 сек 18,5% мышей погибли.

#### Список литературы

1. Соколов Е. В., Бобров В. В. Экономический ущерб // Серая крыса. М. : Наука, 1990. С. 333–338.

2. Девель Д. В. Насекомые и грызуны-вредители зерна, крупы, муки и вещевых предметов. СПб., 1912. 101 с.

3. Агрокон. Режим доступа : <http://www.pestcontrol.ru/content/view/82>.

4. ООО НПП «ОРИОН СПб». Режим доступа : <http://www.orionspb.ru>.

5. Бентли Е. В. Борьба с грызунами // Хроника ВОЗ. 1967. Т. 21. № 9. С. 359–364.

6. Barnett S. A. A study of Behaviour: Principles of ethology and Behaviour psychology displayed mainly in the rat. L. : Methuen. 1.

7. Рыльников В. А. Средства и методы дератизации // Тезисы докладов конференции «Пестконтроль (Pestcontrol) в системе жизнеобеспечения человека». 2004. С. 1–7.

8. Тоцигин Ю. В. Основные понятия дератизации, стратегии, тактики, мониторинг // Тезисы докладов конференции «Пестконтроль (Pestcontrol) в системе жизнеобеспечения человека». 2004. С. 1–7.

9. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. 5-е изд., перераб. и доп. Л. : Энергоатомиздат, 1991. 480 с.

---

**Возмилов Александр Григорьевич**, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: [vozmiag44@rambler.ru](mailto:vozmiag44@rambler.ru).

**Андреев Леонид Николаевич**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Энергообеспечение сельского хозяйства», ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

E-mail: [andreev@tmn-tlt.ru](mailto:andreev@tmn-tlt.ru).

**Агапов Владимир Николаевич**, директор, ГАПОУ ТО «Агротехнологический колледж».

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

\* \* \*

УДК 636.5.082.474:621.384.52

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНА ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ЯИЦ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЦЫПЛЯТ В ПЕРИОД ИНКУБАЦИИ**

**А. Г. Возмилов, Д. В. Астафьев, Р. Ю. Илимбетов**

Рассмотрены результаты использования технологий озонирования в процессе дезинфекции инкубационных куриных яиц. Для дезинфекции использовалась система электрофилтрации воздуха в инкубационном шкафу, позволяющая проводить высокоэффективную непрерывную дезинфекцию не только воздушной среды, но и поверхности яйца и технологического оборудования, находящегося внутри инкубационного шкафа. В основу системы положен электрофильтр с повышенным генерированием озона на основе коронного разряда. В процессе инкубации при работающей установке концентрация пыли в воздушной среде уменьшалась с 3000 шт./л до 100 шт./л, средняя концентрация микроорганизмов снижалась с 372 микр. тел./м<sup>3</sup> до 170 микр. тел./м<sup>3</sup>, концентрация озона находилась в пределах от 5,58 до 7,7 мг/м<sup>3</sup>. За период эксперимента было проинкубировано 151 055 яиц, из них 75484 в опытном и 75 571 в контрольном шкафах. Вывод здоровых цыплят в опытном шкафу был достоверно выше на 3,44% по сравнению с контрольным.

*Ключевые слова:* озон, озонирование, электрофильтр, коронный разряд, инкубация.

В различных отраслях агропромышленного комплекса используется ряд мероприятий, направленных на уничтожение микроорганизмов (дезинфекцию) на поверхности технологического оборудования, сельскохозяйственной продукции и в воздушной среде сельскохозяйственных помещений. Наиболее распространенным способом дезинфекции по сей день остается химический способ, заключающийся в обработке объектов растворами или парами химических дезинфицирующих средств. Наряду с неоспоримыми преимуществами данного способа, такими, например, как дешевизна, простота использования, нельзя не отметить и существенные недостатки. Большинство химических ве-

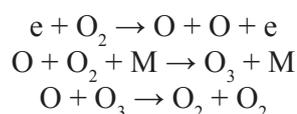
ществ, используемых для дезинфекции, например, формальдегиды, фенолы, хлорсодержащие вещества, кислоты, щелочи, попадая после применения в землю, грунтовые воды, воздушную среду, наносят существенный вред для экологии. Нарушение технологии использования данных препаратов может приводить к отравлениям людей и животных. Также длительный контакт с данными препаратами может приводить к развитию различных хронических профессиональных заболеваний персонала.

### **Теоретическая часть**

Этих недостатков можно избежать, применяя в технологиях дезинфекции, дезодорирования

и дератизации озон. Озоном уничтожаются практически все виды микроорганизмов и вирусов. Он задерживает или вообще приостанавливает развитие плесеней и грибов. Обладает высокими дезодорирующими качествами.

Первичным процессом, с которого начинается образование озона в электрических разрядах, является диссоциация молекулы кислорода при столкновении с свободным электроном. Свободные электроны образуются при ионизационных процессах во время разряда. Основные реакции, определяющие выход озона в электрическом разряде, имеют следующий вид:



Одним из основных достоинств озона перед традиционным химическим способом дезинфекции является высокая экологичность. Продуктами реакции озона с вредными веществами, как правило, являются нейтральные вещества – углекислый газ и вода или соли.

Далее, так как молекулы озона неустойчивы, то при нормальных условиях в течение непродолжительного времени они превращаются в кислород с выделением тепла. Следовательно, после дезобработки в обрабатываемой среде отсутствуют вредные для жизни и здоровья живых организмов вещества.

Также положительным добавочным эффектом озонирования является общее благотворное влияние озона в небольших концентрациях на живые организмы [1].

Таким образом, использование озона в технологических процессах агропромышленного комплекса позволяет существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Вместе с тем необходимо отметить и недостатки использования озона. Озон относится к веществам 1-го класса опасности по степени воздействия на живые организмы (чрезвычайно опасные вещества) [2], что требует дополнительных мер контроля при его использовании. Также ввиду своей неустойчивости он должен производиться непосредственно в месте использования.

Анализ практики использования озона в агропромышленном комплексе показывает, что озон может использоваться:

- в технологиях очистки воды [3];

- в животноводстве и птицеводстве (дезинфекция воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях; дезинфекция и хранение инкубационного яйца; обеззараживание кормов, дезинфекция оборудования, тары и т.д.) [4, 5, 6, 7, 8, 9, 25];

- в пищевой и перерабатывающей промышленности (дезинфекция объектов мясоперерабатывающих производств, обработка оборудования, инвентаря, тары, дезодорация различных объектов, устранение дурнопахнущих и бактериальных выбросов из камер и цехов, дезинфекция транспортных средств, холодильных камер, обеззараживание готовой продукции) [10, 11, 18, 21];

- в растениеводстве (предпосевная и послеуборочная обработка семян, хранение овощей и фруктов; сушка зерна, борьба с вредителями и болезнями растений) и т.д. [12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 22].

Например, на рисунках 1, 2 показаны соответственно возможные области применения и требуемые концентрации озона в технологических процессах промышленного птицеводства [5].



Рис. 1. Области применения озона в промышленном птицеводстве



В частности в процессе инкубации в воздушной среде инкубационного шкафа находятся патогенные и условно-патогенные микроорганизмы. При этом необходимо отметить, что температурно-влажностный режим инкубации является благоприятным для размножения микрофлоры. Исследования обсемененности воздуха в инкубаторе микроорганизмами [6, 7] показали, что количество их в процессе инкубации нарастает (от 600 микр. тел в 1 м<sup>3</sup> в первые сутки до 2000 микр. тел в 1 м<sup>3</sup> к концу инкубации). Экспериментально доказано, что летальность эмбрионов находится в прямой коррелятивной зависимости от микробной контаминации воздуха инкубационного шкафа [8].

В связи с этим большое внимание уделяется вопросам дезинфекции яиц и интенсификации эмбрионального развития цыплят в процессе инкубирования.

В современном отечественном птицеводстве наиболее распространена следующая технология: прединкубационная обработка яиц; обработка через 6 ч после закладки в инкубатор; обработка на 6-е, 12-е и 19-е сутки инкубации. Основными дезсредствами до последнего времени являются формалин и гексахлорофен. Общим недостатком используемых для дезинфекции химических средств является их токсичность для эмбрионов, обслуживающего персонала и окружающей среды [4].

В последнее время для дезинфекции яиц и стимулирования эмбрионального развития цыплят все более широкое применение находит озон, обладающий сильными дезинфицирующими свойствами, которые позволяют при концентрациях более 16 мг/м<sup>3</sup> производить качественную дезинфекцию яиц. Исследования показали, что качество дезинфекции озоном не уступает фумигированию яиц [4].

### Результаты экспериментальных исследований

В [1, 17] для использования озона в технологических процессах птицеводства предложен электрофильтр-озонатор, который помимо обработки воздушной среды озоном осуществляет ее высокоэффективную очистку от аэрозоля. В связи с вышеизложенным была разработана система электрофильтрации воздуха в инкубационном шкафу, которая позволяет проводить высокоэффективную непрерывную дезинфекцию не только воздушной среды, но и поверхности яйца и технологического оборудования, находящегося внутри инкубационного шкафа. В основу данной установки положен электрофильтр с повышенным генерированием озона на основе коронного разряда [17].

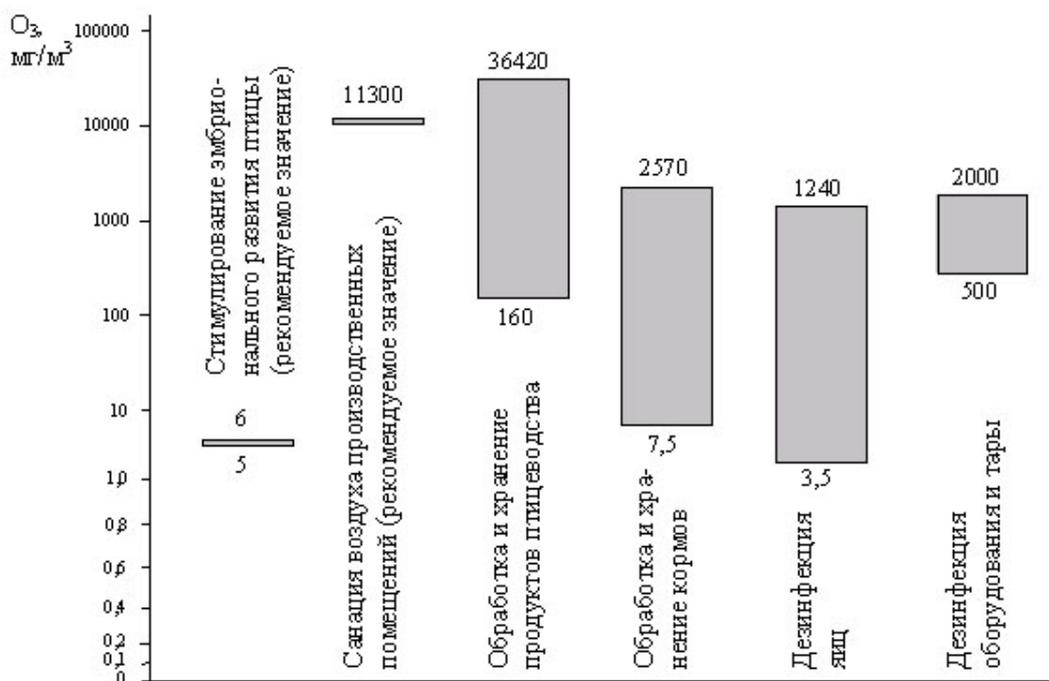
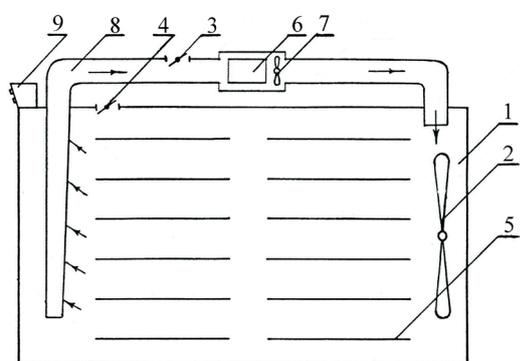


Рис. 2. Диапазоны концентраций озона при использовании озонирования воздушной среды в технологических процессах промышленного птицеводства

Исследования влияния установки электрофилтрации с повышенным генерированием озона на параметры воздушной среды в инкубационном шкафу проводились в цехе инкубации Челябинской птицефабрики.

На рисунке 3 показан поперечный разрез инкубатора с системой электрофилтрации воздуха, работающей в режиме внутренней рециркуляции. Система электрофилтрации состоит из электрофилтра, системы воздуховодов, высоковольтного источника питания и пульта управления. Технические данные электрофилтра с повышенным генерированием озона приведены в таблице 1.



1 – инкубатор; 2 – вентилятор инкубатора;  
3 – клапан приточного воздуха;  
4 – клапан вытяжного воздуха; 5 – лотки;  
6 – электрофилтр; 7 – рециркуляционный вентилятор;  
8 – воздуховоды; 9 – панель управления

Рис. 3. Поперечный разрез инкубатора с системой электрофилтрации воздуха

Программой эксперимента предусматривалось исследование влияния электрофилтрации на концентрацию пыли, микроорганизмов и озона в воздушной среде инкубационной камеры.

*Исследования влияния электрофилтрации на концентрацию пыли в воздушной среде инкубационной камеры.*

Изменения концентрации пыли в воздушной среде камеры во времени при работающей установке в виде графика представлены на рисунке 4. Из графика видно, что при включении электрофилтра концентрация пыли уменьшается по экспоненциальному закону. Установившееся значение концентрации пыли наступает

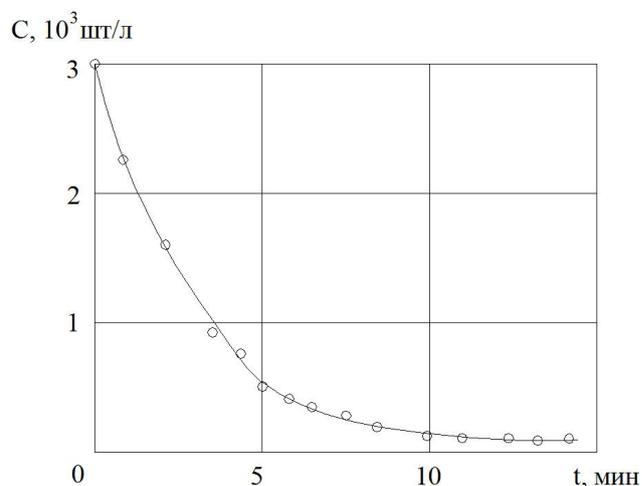


Рис. 4. Зависимость концентрации пыли в инкубационном шкафу от времени при работающей установке электрофилтрации

Таблица 1 – Техническая характеристика установки

Параметр, единица измерения	Значение
Напряжение электрической сети, В	220
Частота, Гц	50
Потребляемая мощность, кВт	не более 0,15
Воздухопроизводительность, м <sup>3</sup> /с	0,028
Эффективность очистки от частиц 1 мкм и более, %	не менее 90
Высоковольтный источник питания:	
амплитуда импульса, кВ	0–40
длительность фронта импульса, мкс	2–10
частота импульсов, Гц	100–1000
Габариты, м:	
Длина	0,45
Ширина	0,24
Высота	0,24
масса, кг	8,5



практически через 10 минут работы установки. При этом концентрация пыли уменьшается с  $3 \cdot 10^3$  шт./л до 100 шт./л. Эффективность очистки воздуха в камере при работающей установке достигает 91,1% при размерах частиц более 1 мкм.

*Исследование влияния электрофильтрации на концентрацию микроорганизмов в воздушной среде инкубационной камеры.*

Концентрация микроорганизмов в воздушной среде опытного и контрольного шкафов, а также в инкубационном зале измерялась в процессе инкубации в 1-е, 7-е, 15-е и 19-е сутки инкубации. Результаты исследований представлены на рисунке 5.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что установка электрофиль-

трации с повышенным генерированием озона эффективно снижает концентрацию микроорганизмов в воздушной среде инкубационного шкафа. Среднее значение концентрации микроорганизмов за период инкубации при озонировании составило 170 микр. тел/м<sup>3</sup>, по сравнению с 372 микр. тел/м<sup>3</sup> при традиционной технологии дезинфекции формальдегидом.

Концентрация микроорганизмов в инкубационном зале за весь период инкубации изменялась незначительно и в среднем составляла  $453 \pm 94$  микр. тел/м<sup>3</sup>.

*Исследование влияния электрофильтрации на концентрацию озона в воздушной среде инкубационной камеры.*

Концентрация озона в опытном инкубационном шкафу измерялась, как и концентрация микроорганизмов, в 1-е, 7-е, 15-е и 19-е сутки инкубации. Данные по концентрации озона представлены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что максимальная концентрация озона была в 1-е сутки инкубации, минимальная зафиксирована на 19-е сутки. Снижение концентрации озона после семи суток инкубации можно объяснить тем, что на 7-е сутки инкубации делается вторая закладка инкубационного яйца в шкаф, вследствие чего увеличивается коэффициент расхода озона.

*Исследование влияния электрофильтрации с повышенным генерированием озона на эмбриональное развитие цыплят.*

За период эксперимента было проинкубировано 151055 яиц, из них 75484 шт. в опытном и 75 571 шт. в контрольном шкафах. Для инкубации использовалось полноценное свежее (не более шести суток после снесения) яйцо. Восемь тысяч цыплят после инкубации находилось под наблюдением до 60-дневного возраста.

Результаты влияния электрофильтрации на вывод здоровых цыплят представлены в таблицах 3 и 4. В первом опыте включался только рециркуляционный вентилятор (электрофильтр был отключен), во втором опыте установка была включена полностью.

Разность между средними значениями процента вывода в опытном и контрольном шкафах в первом опыте незначительна, т.к. она намного меньше  $НСП_{05}$  (наименьшая существенная разница при уровне значимости 5%), т.е. влияние рециркуляции воздуха без его фильтрации,

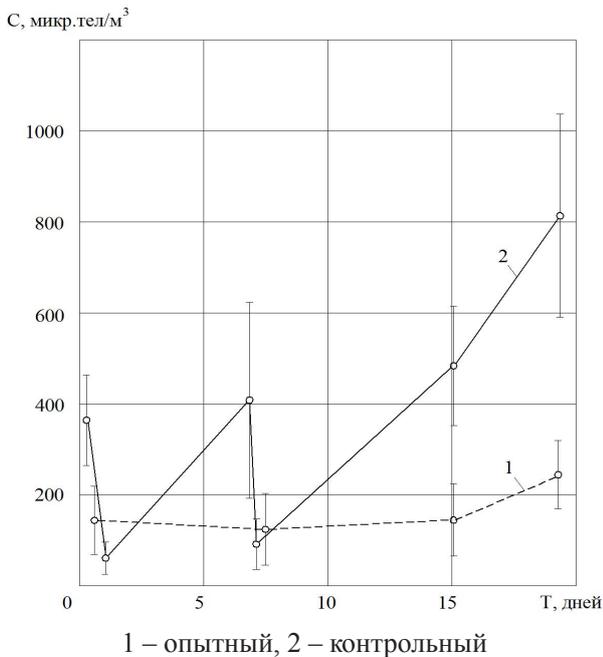


Рис. 5. Зависимость концентрации микроорганизмов от времени в воздушной среде инкубационных шкафов

Таблица 2 – Концентрация озона в инкубационном шкафу, мг/м<sup>3</sup>

День инкубации	Повторность измерения			$C_{\phi}$
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
1	7,83	7,15	8,11	7,7
7	5,63	7,13	6,18	6,31
15	5,42	6,21	5,24	5,62
19	5,2	5,93	5,61	5,58

озонирования и ионизации на процессы инкубации цыплят несущественно.

Вывод здоровых цыплят в основном эксперименте (табл. 4) в опытном шкафу по сравнению с контрольным достоверно выше на 3,44%, что значительно превышает НСР<sub>05</sub>, составляющую 1,53%. Во всех контрольных и опытных партиях проводились анализы смертности эмбрионов. Неблагоприятных отклонений в развитии эмбрионов не наблюдалось.

Наблюдение за развитием молодняка до 60-дневного возраста показало, что сохранность цыплят из опытной партии составила 98,38%, в то время как контрольная группа имела сохранность 96,94%, т.е. сохранность в опытной группе цыплят была достоверно выше на 1,44%.

### Выводы

1. Применение озона в технологических процессах агропромышленного комплекса перспективно и имеет ряд преимуществ перед традиционными способами дезинфекции и дезодорации.

Таблица 3 – Влияние электрофльтрации на вывод здоровых цыплят при отключенном электрофилт্রে

№ опыта	Вывод, %		Разность <i>d</i>	НСР <sub>05</sub>
	Опытный шкаф	Контрольный шкаф		
1	82,24	82,35	-0,11	-
2	82,63	83,21	-0,58	-
3	81,05	80,64	+0,41	-
4	84,35	83,42	+0,94	-
Сумма	330,28	329,62	+0,66	-
Среднее	82,57	82,41	0,16	2,2

Таблица 4 – Влияние электрофльтрации на вывод здоровых цыплят

№ опыта	№ партии	Вывод, %		Разность <i>d</i>	НСР <sub>05</sub>
		Опытный шкаф	Контрольный шкаф		
1	1	84,5	80,10	+4,4	
	2	85,9	82,5	+3,4	
2	1	87,8	85,5	+2,3	
	2	86,2	81,7	+4,5	
3	1	87,2	83,4	+3,8	
	2	87,7	85,3	+2,4	
4	1	84,7	81,1	+3,6	
	2	86,9	83,9	+3,0	
5	1	84,2	80,3	+3,9	
	2	85,8	82,7	+3,1	
Сумма		860,9	826,5	+34,4	
Среднее		86,09	82,65	+3,44	1,53

2. Проведенные исследования по озонированию воздушной среды инкубационного шкафа в процессе инкубации показали высокую эффективность очистки воздуха от пыли ( $\eta = 91,1\%$  от частиц размером  $\geq 1$  мкм) и микроорганизмов (снижение концентрации с 372 микр. тел/м<sup>3</sup> до 170 микр. тел/м<sup>3</sup>), результатом чего явилось повышение процента вывода цыплят на 3,44% и повышение сохранности цыплят на 1,44%.

### Список литературы

1. Тайманов С. Т. Исследование и разработка системы электроочистки воздуха и дезинфекции яиц в инкубаторе : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1995. 18 с.
2. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М. : Изд-во стандартов, 2002. 3 с.
3. Алексеева Л. П., Драгинский В. Л. Озонирование в технологии очистки природных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 4. С. 25–33.
4. Кривопишин И. П. Озон в промышленном птицеводстве. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Росагропромиздат, 1988. 175 с.
5. Возмилов А. Г., Астафьев Д. В., Матвеев С. Д. Применение озона в технологических процессах птицеводства и критерии сравнительной оценки озонаторов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 3. С. 13–15.
6. Ветеринарно-санитарные мероприятия в инкубаториях // Санитария и гигиена содержания животных / З. П. Федорова [и др.] // Научн. тр. ВАСХНИЛ. 1981. С. 283–287.



7. Марков Ю. Г., Свириденко В. В., Зайка С. И. Динамика накопления микрофлоры в инкубационных шкафах // Птицеводство. 1984. № 6. С. 32–37.
8. Кузьмин В. И. Микробная контаминация инкубатория в период инкубации и вывод цыплят // Сб. научн. тр. ВНИВИП. 1981. Т. 52. С. 100–105.
9. Федюкина Р. И., Лисовкая Т. А. Озонирование кормов для кур-несушек в производстве товарного яйца // Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии : матер. 1-го Всерос. семинара. М., 2005. С. 42–44.
10. Колодязная В. С., Супонина Т. А. Хранение пищевых продуктов с применением озона // Холодильная техника. 1975. № 6. С. 39–41.
11. Majchrowicz A. Food safety technology: a potential role for ozone? // Agr. Outlook. 1998. № 252. P. 13–15.
12. Супонина Т. А. Действие озона на микроорганизмы, поражающие картофель при хранении // Технологическая обработка и хранение пищевых продуктов. Л., 1975. Вып. 3. С. 69–75.
13. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance / F. Mendez a, D. E. Maier b, L. Mason c, C. P. Woloshuk a // Department of Botany and plant Pathology. Purdue University.
14. Leda Rita A. Faroni, Tales A. SILVA, Juliana L. Paes, Monica R. Pirozi, Reaction Kinetics of Ozone Gas in Wheat Grain Mass.
15. Перспективы использования коронного разряда в сельскохозяйственных электроозонирующих установках / И. Ф. Бородин, А. Ф. Першин, А. Ю. Евдосеева, А. В. Федоров // Сборник научных трудов МИИСП. М. : МИИСП, 1989. С. 3–9.
16. Богатырева Г. Г., Полякова С. П. Новые способы предотвращения микробиологического заражения хлеба в упаковке // Научно-технический прогресс в перерабатывающих отраслях АПК : тез. докл. Междунар. конф. М., 1995. С. 177.
17. Пат. № 77944. Электрофильтр-озонатор / А. Г. Возмилов [и др.] ; опубл. 10.11.2008, Бюл. № 31.
18. Блинова А. Ю. Использование озона для консервирования рыбы-сырца // Обработка рыбы и морепродуктов. 1998. Вып. 5 (3). С. 17–20.
19. Бородин И. Ф., Ксенз Н. В. Использование электроозонированного воздуха в сельскохозяйственном производстве // Техника в сельском хозяйстве. 1993. № 3. С. 22.
20. Бородин И. Ф., Ксенз Н. В., Дацков И. И. Электроозонированная сушка семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1993. № 7. С. 22.
21. Ewell A. W. Ozone and application in food preservation // Refrigeration engineering. 1950. № 9. P. 28–30.
22. Ozone: A new control strategy for stored grain / 1L. J. Mason, C. P. Woloshuk, F. Mendoza, D. E. Maier, S. A. Kells.
23. Pat. USA № WO 2011/087856 A2 Jonson Lynn. Albert Delron E. Case Vane Systems and methods for ozone treatment of grain.
24. Rice R. G., Netzer A. Handbook of Ozone Technology and Applications. 1982. 386 p.
25. Возмилов А. Г. Исследование и разработка двухзонного электрофильтра для очистки воздуха в промышленном птицеводстве (цех инкубации цыплят) : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1980. 21 с.

---

**Возмилов Александр Григорьевич**, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: [vozmiag44@rambler.ru](mailto:vozmiag44@rambler.ru).

**Астафьев Дмитрий Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: [dim-as82@yandex.ru](mailto:dim-as82@yandex.ru).

**Илимбетов Рафаэль Юрикович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

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

\* \* \*

УДК 697.946

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА

А. Г. Возмилов, Р. Ю. Илимбетов, Д. В. Астафьев, Н. В. Евдокимов

В статье рассматривается вопрос повышение эффективности электростатического фильтра (ЭСФ) для очистки воздуха от мелкодисперсного аэрозоля небольших по объему помещений. В связи с развитием «чистых» технологий в медицине, в электронной и пищевой промышленности данное направление исследования является актуальным. Приведенный анализ теории показал, что эффективность очистки воздуха зависит от конструктивных и режимных параметров ЭСФ. Для составления морфологической таблицы были рассмотрены подробно три основных характерных фактора для ЭСФ: тип осадительных электродов и их компоновка; питающее напряжение. В результате анализа была выбрана конструкция плоских диэлектрических электродов, расположенных параллельно с добавочными двухсторонними пластинами (ДДП), в качестве питающего напряжение было принято постоянное высоковольтное напряжение. Использование ДДП позволяет увеличить площадь осадительных электродов до 15% и осаждение частиц пыли на поверхности ДДП за счет увеличения зон с резко неоднородным электрическим полем.

*Ключевые слова:* морфологический анализ, электростатический фильтр, очистка воздуха, осадительные электроды.

В основу морфологического анализа положен морфологический метод, основанный на комбинаторике [1].

Электростатический фильтр (ЭСФ) предназначен для эффективной очистки небольших объемов воздуха от мелкодисперсного аэрозоля [2]. В отличие от известных однозонных и двухзонных электрофильтров, в нем отсутствует искусственная зарядка улавливаемых частиц аэрозоля и осаждение частиц аэрозоля происходит только за счет естественного заряда частиц  $q_{ест}$ .

Конструкция в общем виде представлена на рисунке 1 [3]. ЭСФ представляет собой конструкцию, состоящую из осадительных электродов и источника высокого напряжения (ИВН).

За критерий качества функционирования ЭСФ принимают эффективность улавливания частиц аэрозоля.

Рассмотрим силы, действующие на частицу в ЭСФ, согласно второму закону Ньютона, можно записать [4, 5]:

$$m \cdot \frac{\partial u}{\partial t} = \sum F, \quad (1)$$

где  $m$  – масса частицы, кг;

$\frac{\partial u}{\partial t}$  – ускорение частицы, м/с;



$\sum \vec{F} = \vec{F}_g + \vec{F}_k + \vec{F}_E + \vec{F}_C$  – сумма сил, действующих на частицу;

$\vec{F}_g$  – сила тяжести;

$\vec{F}_k$  – сила, обусловленная взаимодействием электрического поля и заряда частицы (кулоновская сила);

$\vec{F}_E$  – сила, обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля;

$\vec{F}_C$  – сила сопротивления среды движению частицы.

Рассмотрим силы  $F_g$ ,  $F_k$ ,  $F_E$  и  $F_C$  более подробно.

1. Силу тяжести  $F_g$  можно определить из следующего выражения:

$$F_g = mg, \quad (2)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$m$  – масса частицы, кг.

Действие сил тяжести на частицы невелико, что следует из данных о скорости падения в спокойном воздухе частицы плотностью  $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$  [5].

В течение времени нахождения в ЭСФ частица, например, диаметром 1 мкм под действием силы тяжести в среднем падает всего на несколько микрон. Учитывая этот факт, силой тяжести  $F_g$  можно пренебречь.

2. Кулоновская сила  $F_k$ , обусловленная взаимодействием электрического поля и заряда частиц, определяется как

$$F_k = E \cdot q_{\text{ест}}, \quad (3)$$

где  $E$  – напряженность электрического поля;

$q_{\text{ест}}$  – естественный электрический заряд частиц.

Из-за небольшой величины естественного заряда  $q_{\text{ест}}$  сила  $F_k$  не является определяющей и ей можно пренебречь.

3. Сила  $F_E$ , обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля, для частицы с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  определяется по выражению:

$$F_E = 2\pi\varepsilon_0 \cdot a^3 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \text{grad}E^2, \quad (4)$$

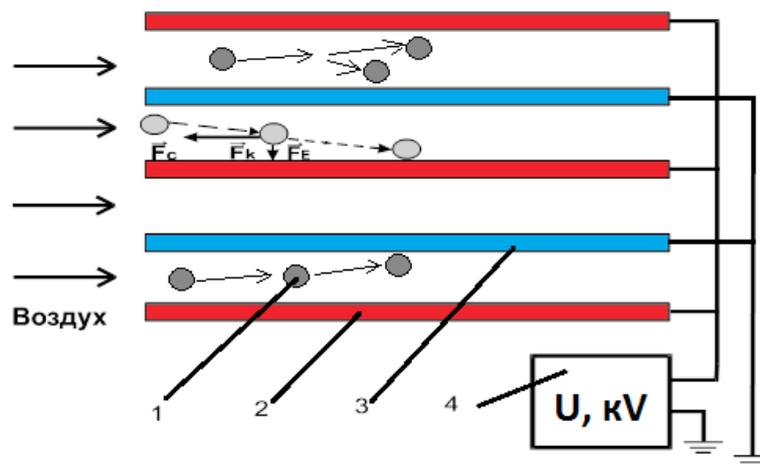
где  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная;

$a$  – радиус частиц, м;

$\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость частиц пыли.

Величина неравномерности электрического поля определяется градиентом квадрата напряженности  $\text{grad}E^2$ .

В электрических фильтрах с искусственной зоной зарядки частиц пыли этой силой пренебрегают, считая, что ее значение не превышает 1% от силы  $F_k$ , обусловленной искусственно заряженной частицей. Однако данное заключение делается из предположения исключения из рассматриваемой области зоны межэлектродного



1 – частицы пыли; 2 и 3 – осадительные электроды; 4 – источник высокого напряжения;

$F_C$  – сила сопротивления среды;  $F_k$  – сила, обусловленная взаимодействием электрического поля и заряда частиц;  $F_E$  – сила, обусловленная неравномерным распределением напряженности электрического поля

Рис. 1. Осаждение частиц пыли в электростатическом фильтре

промежутка, непосредственно примыкающей к осадительным электродам. Если не принимать во внимание это предположение, то значение  $\text{grad}E$  вблизи осадительных пластин может значительно превышать  $1 \text{ кВ/см}^2$  [6, 7].

Чаще всего частицы пыли имеют форму, отличающуюся от сферической. Так, несферичная (например, эллипсоидальная) частица, попадая в электростатическое поле, поляризуется и искажает основное поле межэлектродного промежутка. При этом основное поле стремится вернуться в свое первоначальное состояние и, действуя на частицу, выталкивает ее в сторону поля с большей напряженностью  $E_1$  (рис. 2) [7]. Силы  $F_1$  и  $F_2$ , обусловленные взаимодействием электрического поля и зарядом поляризации частицы, стремятся увлечь ее, каждая в свою сторону. Поскольку напряженность электрического поля  $E_1$  в точке  $A$  выше, чем  $E_2$  в точке  $B$ , то соответственно и сила  $F_1 > F_2$ . В результате частица будет перемещаться в сторону той осадительной пластины, где напряженность электрического поля больше.

4. Сила сопротивления среды  $F_C$

Эта сила оказывает существенное влияние на движение частицы и определяет ее установившуюся скорость. Она зависит от размеров частицы, скорости ее движения и вязкости среды.

В случае небольшой скорости движения частиц малого размера, т. е. при малых значениях числа Рейнольдса ( $Re < 5$ ), сила сопротивления среды выражается известной формулой Стокса [4]:

$$F_C = -6\pi\mu a w, \tag{5}$$

где  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости воздушной среды ( $\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ );

$a$  – радиус частицы пыли, м;

$w$  – скорость дрейфа частицы, движущейся под действием сил электрического поля, м/с.

Для частиц малого размера (не более 1 мкм) необходимо учитывать поправку к формуле Стокса, вычисленную Кенингом [4]:

$$F_C = -\frac{6\pi\mu a w}{\left(1 + \frac{Al_m}{a}\right)}, \tag{6}$$

где  $l_m$  – эквивалентная длина свободного пробега молекул, м;

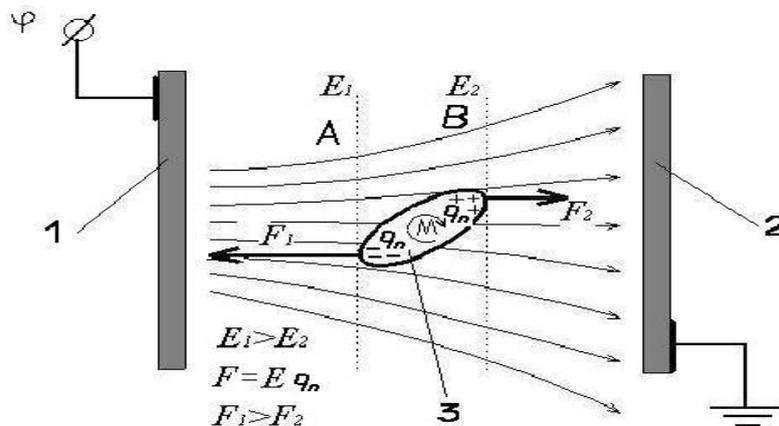
$A$  – постоянная, зависящая от свойств поверхности частицы.

Проведенный анализ сил показывает, что основной силой, определяющей траекторию движения частиц и их осаждение, является сила  $F_k, F_C, F_E$ .

Степень очистки воздуха в ЭСФ является основной характеристикой его работы. В общем случае степень очистки воздуха в электрофильтре можно определить по формуле Дейча [4]:

$$n = 1 - e^{\left(-\frac{\omega l}{dv}\right)}, \tag{7}$$

где  $w$  – скорость дрейфа частиц к осадительной пластине;



1 – потенциальный осадительный электрод; 2 – заземленный осадительный электрод; 3 – эллипсоидная частица;  $M$  – вращающий момент поля;  $E_1, E_2$  – напряженность электрического поля в данной точке;  $F_1, F_2$  – силы, обусловленные взаимодействием электрического поля и зарядом поляризации частицы

Рис. 2. Поляризация пылевой частицы в неоднородном электростатическом поле



$l$  – длина активной зоны в электрофильтре;  
 $u$  – скорость воздушного потока в электрофильтре;  
 $d$  – межэлектродное расстояние.

При известных конструктивных ( $l$  и  $d$ ) и режимном ( $u$ ) параметрах скорость дрейфа частиц определяется из соотношения рассмотренных сил:

$$F_k + F_E = F_c, \quad (8)$$

или после подстановки в (8) соответствующих выражений для  $F_k$ ,  $F_E$  и  $F_c$  получаем

$$Eq_{\text{ест}} + 2\pi\epsilon_0 \cdot a^3 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \text{grad}E^2 = \frac{6\pi\mu wa}{\left(1 + \frac{Al_m}{a}\right)}. \quad (9)$$

Из выражения (9) определяем аналитическую зависимость для скорости дрейфа частиц  $W$

$$W = \frac{Eq_{\text{ест}} + 2\pi\epsilon_0 a^3 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}}{6\pi\mu a} \left(1 + A \frac{l_m}{a}\right) \quad (10)$$

и подставим выражение (10) скорости дрейфа частиц в формулу Дейча (7), получим [7]

$$n = 1 - e^{-\left(\frac{Eq_{\text{ест}} + 2\pi\epsilon_0 a^3 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \text{grad}E^2}{6\pi\mu a} \left(1 + \frac{Al_m}{\pi}\right) l\right) dv}. \quad (11)$$

Таким образом, процесс осаждения частиц в ЭСФ протекает за счет того, что частицы пыли, имея естественный биполярный электрический заряд, под действием воздушного потока попадают в межэлектродный промежуток фильтра и под действием пондеромоторной силы  $F_E$ , в зависимости от знака естественного заряда, частицы осаждаются на соответствующих осадительных электродах фильтра.

Анализ выражения (11) показывает, что эффективность очистки коренным образом зависит от конструктивных режимов параметров ЭСФ.

#### Морфологический анализ фильтра

В качестве функции анализа можно выделить следующие:

а) осадительные электроды (материал, конфигурация, конструкция, компоновка);

б) источник питания (напряжение постоянное, переменное, высоковольтное, низковольтное, импульсное).

Следовательно, изменением конструктивных и режимных параметров работы ЭСФ существует возможность повысить эффективность улавливания аэрозольных частиц пыли за счет увеличения напряженности электрического поля и площади осадительных электродов. Одновременно необходимо добиться простоты и надежности конструкции ЭСФ с целью снижения трудоемкости и себестоимости затрат на изготовление.

Для составления морфологической таблицы рассмотрим подробно три основных характерных фактора:

- а) типы осадительных электродов;
- б) компоновку электродов;
- в) питающее напряжение.

По типам осадительные электроды можно разделить на:

- 1) диэлектрические (Д);
- 2) металлические пластины, покрытые диэлектриком (МПД);
- 3) металлические провода, расположенные в диэлектрической пластине зигзаго- или волнообразно (МПрД);
- 4) электроды с липким покрытием (ЛП);
- 5) сетчатые электроды (СЭ).

Так как диэлектрические электроды являются основным элементом конструкции ЭСФ, поэтому они заслуживают первоочередного изучения. Металлические пластины, покрытые диэлектриком, имеют недостаток – относительно сложную конструкцию, достоинство – за счет металла можно добиться высокой напряженности электрического поля.

Диэлектрические пластины с встроенными металлическими электродами ранее не изучались и, по нашему мнению, могут дать увеличение электрической силы осаждения мелкодисперсной пыли (аэрозоли), за счет повышения градиента (неравномерности) изменения напряженности электрического поля –  $\text{grad}E^2$ . Результат этого – повышение эффективности очистки фильтра.

Электроды с клейким покрытием требуют разработки специальной жидкости и способа ее нанесения на электроды и регенерацию покрытия. Ввиду сложности поставленных задач и самой конструкции ЭСФ данный тип электродов не рассматривается.

Сетчатые электроды могут быть использованы только в электрофильтрах с искусственной зоной зарядки аэрозольных частиц, так как при одинаковом распределении положительных и отрицательных заряженных частиц одним знаком не будет необходимой площади осаждения. Поэтому этот тип электродов не рассматривается.

Питающее напряжение может быть [8]:

- переменным высоковольтным;
- переменным низковольтным;
- постоянным высоковольтным;
- постоянным низковольтным; импульсным; высокочастотным.

Постоянное низковольтное питающее напряжение не дает необходимой напряженности электрического поля, поэтому применение такого типа напряжения нецелесообразно. Импульсное и высокочастотное напряжение требует относительно дорогостоящих источников питания, что противоречит требованиям простоты и надежности аппарата.

В результате в работе рассматриваются следующие варианты питающего напряжения:

- переменное высоковольтное ( $\sim \uparrow U$ );
- переменное низковольтное ( $\sim \uparrow U$ );
- постоянное высоковольтное ( $-\uparrow U$ ).

Принятые варианты компоновки осадительных электродов:

- параллельное расположение с постоянным межэлектродным расстоянием ( $\parallel -$ );

- параллельное расположение с переменным межэлектродным расстоянием ( $\parallel \sim$ ).

Пластины в этих вариантах можно расположить горизонтально и вертикально. Применение дополнительных электродов дает множество вариантов их расположения. Часть из них представлена в таблице 1.

Достаточно сложно выделить оптимальные комбинации решений из такого количества вариантов. Для проведения экспериментальных исследований предлагается выбрать те компоновочные варианты конструкции ЭСФ, при которых повышается поверхность осадительных электродов и существует высокая вероятность увеличения пондеромоторной силы, повышающей скорость осаждения частиц.

Для проведения предварительных экспериментальных исследований был выбран следующий вариант конструкции ЭСФ с увеличенной площадью осаждения: тип осадительных электродов – диэлектрические (Д-Д) как наиболее простые и перспективные в использовании для ЭСФ.

С точки зрения увеличения пондеромоторной силы, действующей на осаждение частиц пыли, наиболее подходящих по форме, выбираем конструкцию двухсторонних добавочных пластин (ДДП) (см. рис. 3).

Вид питающего напряжения – постоянное высоковольтное.

Использование добавочных пластин типа (ДДП) позволяет увеличить площадь осадительных электродов.

Таблица 1 – Варианты возможного расположения дополнительных электродов на осадительных пластинах ЭСФ

Эскиз компоновки (расположения) ИТ конфигурации дополнительных электродов		
Вертикально расположенные	Наклонно расположенные	Смешанные

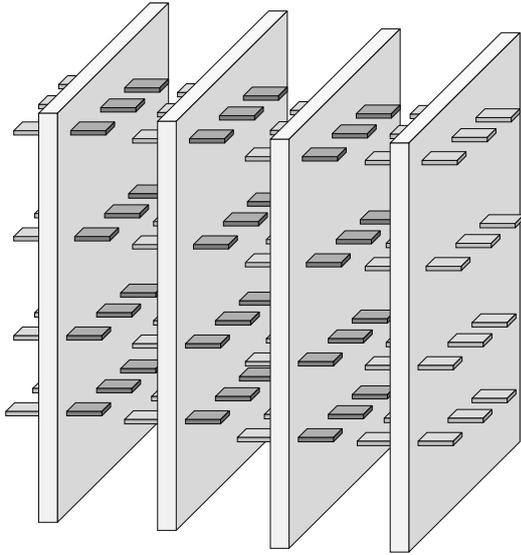


Рис. 3

тельных электродов до 15% и осаждение частиц на поверхность ДДП за счет увеличения зон с неоднородным электрическим полем.

#### Выводы

1. В качестве материала осадительных электродов необходимо использовать диэлектрик с повышенной диэлектрической проницаемостью.
2. Для увеличения площади осадительных электродов и зон с неоднородным электрическим полем необходимо использовать дополнительные электроды типа ДДП.
3. В качестве питающего напряжения рекомендуется использовать постоянное высоковольтное напряжение.

#### Список литературы

1. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества : учеб. пособ. для студентов вузов. М. : Машиностроение, 1988.
2. Чистые помещения / под ред. А. Е. Федотова. М. : АСИНКОМ, 1998. 320 с., ил.
3. Пат. РФ № 2174873. Электростатический фильтр с увеличенной площадью осаждения / И. М. Кирпичникова [и др.]. № 2000121518 ; заявл. 10.08.2000 ; опубл. 20.10.2001, Бюл. № 29.
4. Основы электрогазодинамики дисперсных систем / И. П. Верещагин [и др.]. М. : Энергия, 1974. 480 с.
5. Очистка промышленных газов от пыли / В. Н. Ужов, А. Ю. Вальдберг, Б. И. Мягков, И. К. Решидов. М. : Химия, 1981. 392 с.
6. Кирпичников И. В. Разработка и исследование электростатического фильтра для очистки воздуха от пыли в сельскохозяйственных малообъемных помещениях : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2000. 134 с.
7. Кирпичникова И. М. Энергосберегающие системы электроочистки воздуха в с.-х. помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2001. 321 с.
8. Михалков А. В. Техника высоких напряжений в примерах и задачах. М. : Высш. шк., 1965.

**Возмилов Александр Григорьевич**, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: vozmiag44@rambler.ru.

**Илимбетов Рафаэль Юрикович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: ilimbay@yandex.ru.

**Астафьев Дмитрий Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: dim-as82@yandex.ru.

**Евдокимов Никита Владимирович**, студент третьего года обучения, факультет машиностроения, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: waspn@mail.ru.

\* \* \*

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А. Г. Возмилов, В. Б. Файн, О. В. Звездакова

Результаты анализа современных технологий, используемых в животноводстве и птицеводстве, показывают наличие тенденций к укрупнению сельхозпредприятий и увеличению концентрации поголовья на отдельных площадках. Увеличение поголовья за счет повышения концентрации размещения животных и птицы позволяет существенно повысить технико-экономические показатели производства: снижаются удельные затраты на производство продукции, повышается продуктивность животных и птицы. Однако увеличение концентрации поголовья животных и птицы на сельхозпредприятиях имеет ряд негативных последствий и, прежде всего, негативное влияние на экологию. Одной из наиболее серьезных проблем, с точки зрения экологической безопасности животноводческих и птицеводческих комплексов, является проблема снижения количества загрязнений (пыль, микроорганизмы, аммиак, сероводород, дурнопахнущие вещества и т. п.) в воздушной среде животноводческих помещений и в удаляемом в окружающую среду вытяжном воздухе. Высокая концентрация загрязнений в воздушной среде помещений и воздушном бассейне животноводческих комплексов неблагоприятно влияет как на здоровье животных и птицы, так и на здоровье работников сельхозпредприятий и жителей близлежащих населенных пунктов. Для снижения негативного влияния животноводческих комплексов на окружающую среду применяют различные системы очистки и обеззараживания приточного, рециркуляционного и вытяжного воздуха животноводческих помещений. В статье на основе анализа материального баланса рассмотрено влияние вышеперечисленных систем очистки и обеззараживания воздуха на повышение экологической безопасности животноводства и птицеводства с целью разработки практической стратегии по снижению негативного воздействия животноводства на окружающую среду. Получена аналитическая зависимость изменения концентрации загрязняющих вредных веществ в воздушной среде помещения во времени с учетом основных режимных параметров систем очистки воздуха. На основе полученной аналитической зависимости проведен анализ влияния систем очистки воздушной среды животноводческих помещений на окружающую среду и сделан вывод о том, что наиболее эффективное снижение комплексного влияния животноводства и птицеводства на окружающую среду, на здоровье работников сельхозпредприятий и жителей близлежащих населенных пунктов, а также предотвращение распространения на животноводческих комплексах аэрогенных инфекций может обеспечить система, включающая в себя очистку приточного и рециркуляционного воздуха.

*Ключевые слова:* животноводство, защита окружающей среды, очистка воздуха.

Путь развития животноводства и птицеводства, по которому идут страны с наиболее развитым сельским хозяйством, – это путь индустриализации, концентрации и специализации. Данный процесс необратим, т. к. он развивается в направлении совершенствования технологических процессов и типов построек для содержания животных и птицы, повышения питательности кормов, улучшения качества продукции, повышения общей культуры ведения животноводства и птицеводства.

Результаты анализа современных технологий, используемых в животноводстве и птицеводстве, показывают наличие тенденций к укрупнению сельхозпредприятий и увели-

чению концентрации поголовья на отдельных площадках. На рисунке 1 в качестве примера представлена динамика изменения количества новых, модернизированных и реконструированных объектов птицеводства и объема производства птицы на убой в России за период 2013–2015 гг. [1].

Анализ отрасли свиноводства показал, что в результате ее модернизации, начатой в 2005 году, поголовье свиней увеличилось в 1,7 раза (с 13 811 тысяч голов в 2005 году до 23 700 тысяч голов в 2018 году). При этом число сельхозпредприятий с 2005-го до 2015 года уменьшилось в 0,8 раза, что говорит об интенсификации отрасли и увеличе-



нии среднего поголовья на одном свиноводческом комплексе (с 1000 голов в 2006 году до 30 000 голов в 2015 году) [2].

Увеличение поголовья в сельхозпредприятиях за счет повышения концентрации размеще-

ния животных и птицы существенно улучшает технико-экономические показатели производства: снижаются затраты на производство продукции, повышается продуктивность животных и птицы (рис. 2) [2, 3, 4].

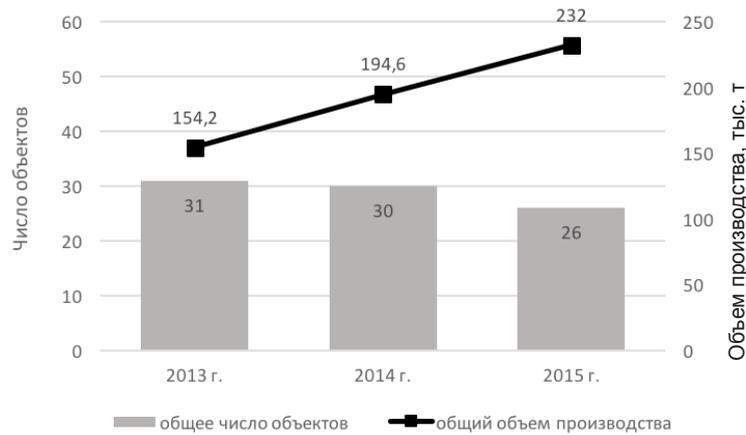


Рис. 1. Динамика количества новых, модернизированных и реконструированных объектов птицеводства и объема производства птицы на убой (в живой массе)

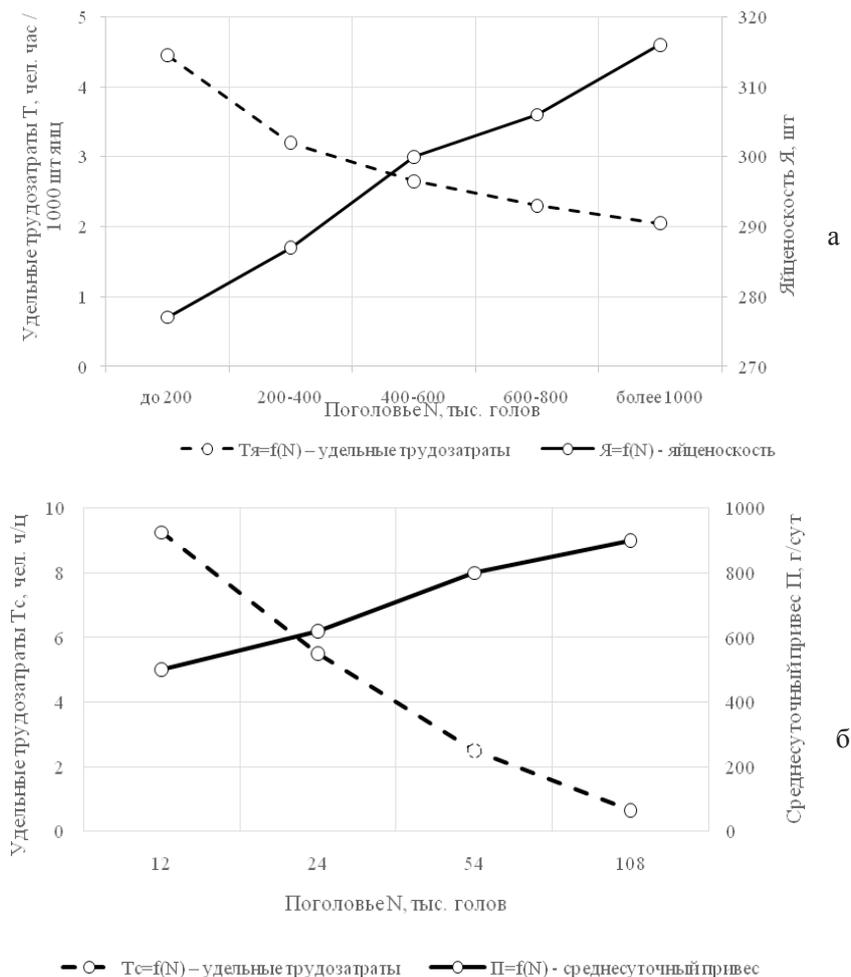


Рис. 2. Зависимость основных показателей производства птицеводческих и свиноводческих комплексов от их мощности (поголовья): а – птицеводство; б – свиноводство

Однако увеличение концентрации поголовья животных и птицы на сельхозпредприятиях имеет ряд негативных последствий, и прежде всего – негативное влияние на экологию (загрязнение воздушного бассейна животноводческих и птицеводческих комплексов и бассейна близлежащих населенных пунктов, загрязнение водоемов и почвы отходами производства) [5, 6].

Одной из наиболее серьезных проблем, с точки зрения экологической безопасности животноводческих и птицеводческих комплексов, является проблема снижения количества загрязнений (пыль, микроорганизмы, аммиак, сероводород, дурнопахнущие вещества и т. п.) в воздушной среде животноводческих и птицеводческих помещений и в удаляемом в окружающую среду вытяжном воздухе.

Высокая концентрация загрязнений в воздушной среде помещений и воздушном бассейне животноводческих комплексов неблагоприятно влияет как на здоровье животных и птицы, так и на здоровье работников сельхозпредприятий и жителей близлежащих населенных пунктов. Исследования влияния крупных свиноводческих комплексов на здоровье обслуживающего персонала и жителей населенных пунктов, расположенных вблизи комплексов, показали, что неблагоприятное влияние на здоровье людей выражается в виде негативной физиологической реакции, а именно тошноты, рвоты, головных болей, кашля, раздражения слизистых оболочек глаз, носа и горла [7].

Большой проблемой для животноводства и птицеводства является распространение ин-

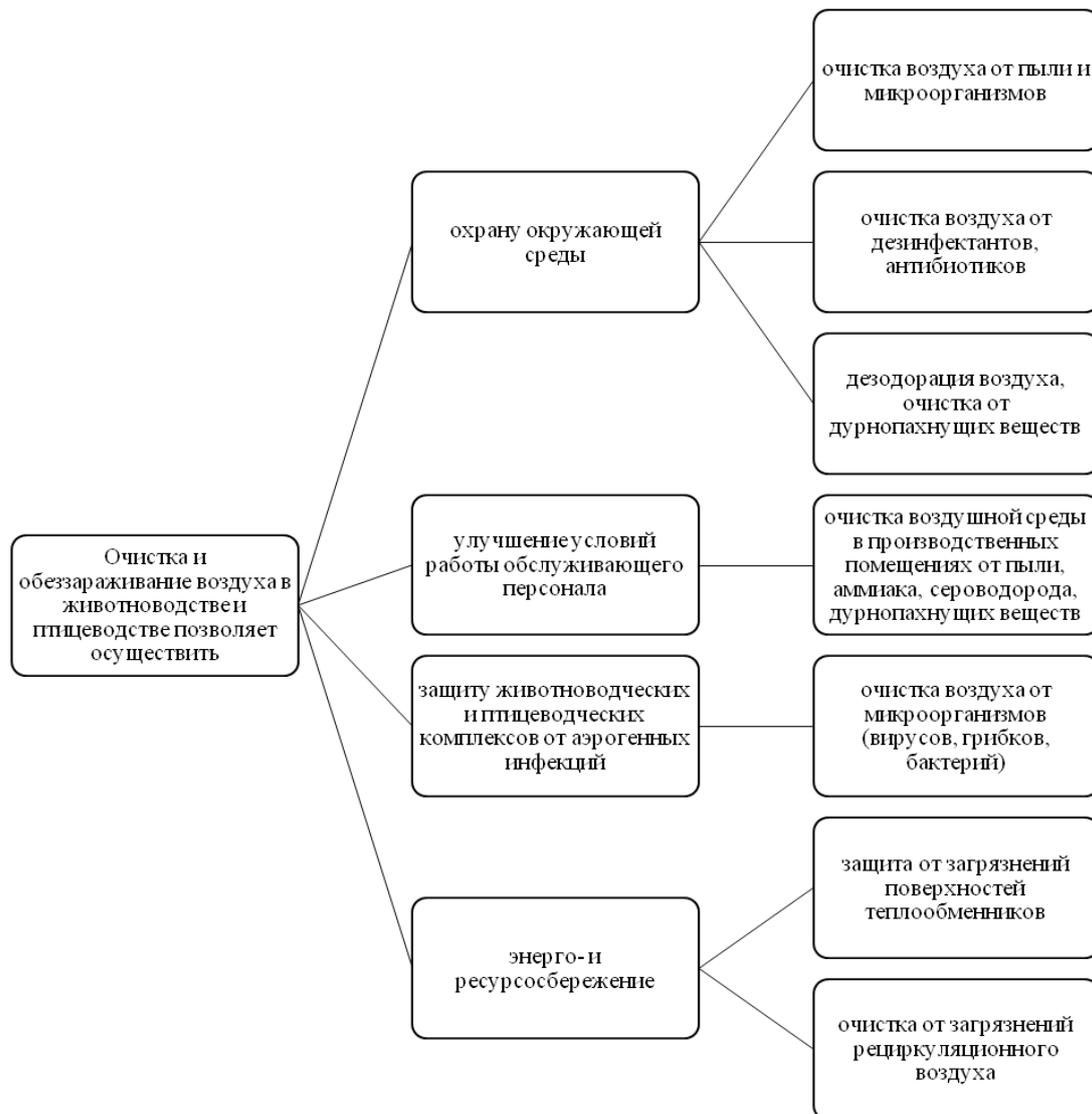


Рис. 3. Результаты, получаемые при использовании систем очистки и обеззараживании вентиляционного воздуха на животноводческих и птицеводческих комплексах



фекций аэрогенным путем. Из возможных путей передачи инфекций (насекомые, грызуны, дикая птица, корм, вода и воздух, инвентарь и тара, обслуживающий персонал и др.) наибольшую опасность представляет именно аэрогенный путь, поскольку он является одним из основных для большинства инфекционных заболеваний животных и птицы и наиболее сложным для контроля.

Для снижения негативного влияния животноводческих и птицеводческих комплексов на окружающую среду применяют различные системы очистки и обеззараживания приточного [8, 9, 10], рециркуляционного [11, 12, 13, 14] и вытяжного [15] воздуха. На рисунке 3 представлены основные результаты, получаемые при использовании систем очистки и обеззараживании вентиляционного воздуха на животноводческих и птицеводческих комплексах.

**Цель настоящего исследования** состояла в изучении влияния различных систем очистки и обеззараживания воздуха животноводческих и птицеводческих комплексов на экологию.

#### Методика исследования

На первом этапе была разработана структурная схема системы очистки воздуха в помещении.

На втором этапе в соответствии со структурной схемой было составлено дифференци-

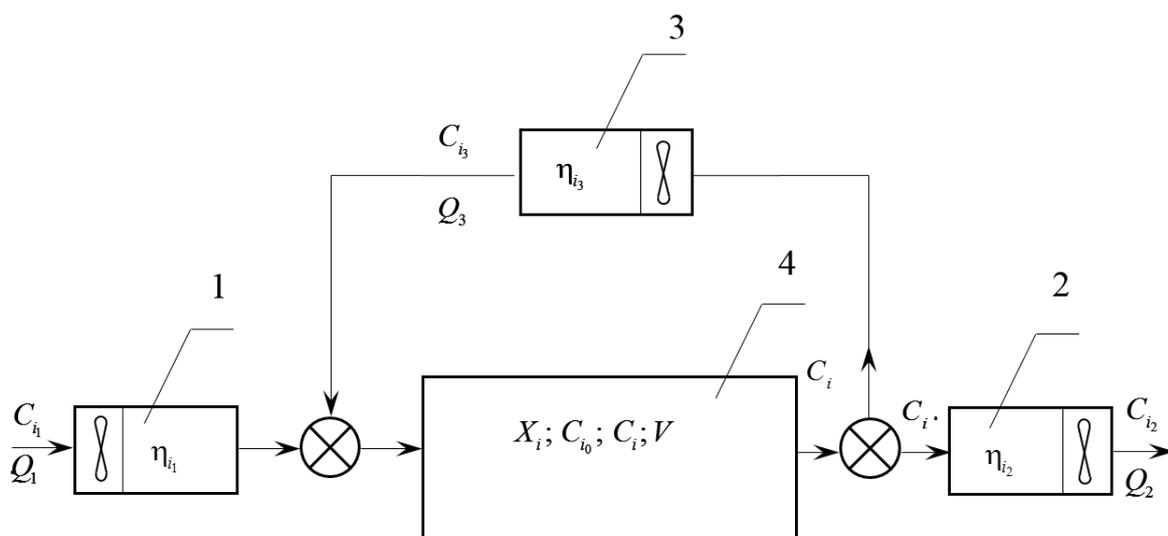
альное уравнение материального баланса загрязнений в воздухе помещения.

На третьем этапе в результате решения дифференциального уравнения было получено и проанализировано аналитическое выражение для зависимости концентрации загрязнения помещения от времени для различных систем очистки и обеззараживания воздуха.

#### Результаты исследования и их обсуждение

На рисунке 4 представлена структурная схема системы очистки воздуха в помещении.

В рассматриваемой схеме приняты следующие обозначения:  $V$  – объем помещения,  $m^3$ ;  $X_i$  – удельное выделение  $i$ -й вредодействующей компоненты в воздушную среду помещения в единицу времени,  $mg/(m^3 \cdot ч)$ ;  $Q_1 = V \cdot N$  – количество приточного воздуха, поступающего в помещение в единицу времени,  $m^3/ч$ ;  $N = \frac{Q_1}{V}$  – кратность воздухообмена,  $1/ч$ ;  $Q_2 = V \cdot N$  – количество воздуха, удаляемое из помещения,  $m^3/ч$ ;  $Q_3 = V \cdot N_1$  – количество рециркуляционного воздуха, удаляемое из помещения,  $m^3/ч$ ;  $N_1 = \frac{Q_3}{V}$  – кратность воздухообмена рециркуляционного воздуха,  $1/ч$ ;  $C_{i_0}$ ,  $C_i$  – соответственно, начальная и текущая концентрация  $i$ -й вредодействующей компоненты в воздушной среде помещения,  $mg/m^3$ ;  $C_{i_1}$  – концентрация  $i$ -й вредодействующей компоненты в приточном



1 – фильтр на притоке; 2 – фильтр на вытяжке; 3 – циркуляционный фильтр; 4 – замкнутый объем (помещение)

Рис. 4. Структурная схема системы очистки воздуха в помещении

воздухе, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{i_2} = C_i(1 - \eta_{i_2})$  – концентрация  $i$ -й вреднодействующей компоненты в воздухе, удаляемом в окружающую среду, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{i_3} = C_i(1 - \eta_{i_3})$  – концентрация  $i$ -й вреднодействующей компоненты в циркуляционном воздухе, поступающем в помещение, мг/м<sup>3</sup>;  $\eta_{i_1}$ ,  $\eta_{i_2}$ ,  $\eta_{i_3}$  – эффективность очистки воздуха от  $i$ -й вреднодействующей компоненты воздушной среды, соответственно в приточном, вытяжном и циркуляционном фильтрах.

Текущая концентрация  $C_i$ -й вреднодействующей компоненты в воздушной среде помещения изменяется во времени в зависимости от параметров системы. Для получения аналитического выражения, описывающего эту зависимость, составим в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 4, дифференциальное уравнение материального баланса для  $i$ -й вредной компоненты в воздушной среде помещения для интервала времени  $t$ ,  $t + dt$ :

$$d\phi = d\phi_1 + d\phi_2 + d\phi_3 - d\phi_4 - d\phi_5, \quad (1)$$

где  $d\phi = VdC_i$  – текущее значение количества  $i$ -й вредности в воздушной среде помещения, мг;

$d\phi_1 = C_{i_1}NV(1 - \eta_{i_1})dt$  – количество  $i$ -й вредности, поступающее с приточным воздухом, мг;

$d\phi_2 = X_iVdt$  – количество  $i$ -й вредности, выделяемое в воздушную среду помещения в результате производственной деятельности, мг;

$d\phi_3 = C_{i_3}N_1V(1 - \eta_{i_3})dt$  – количество  $i$ -й вредности, поступающее в помещение с циркуляционным воздухом, мг;

$d\phi_4 = C_iN_1Vdt$ ,  $d\phi_5 = C_iNVdt$  – количество  $i$ -й вредности, удаляемое из помещения, соответственно, с циркуляционным и вытяжным воздухом, мг.

Подставив соответствующие значения  $d\phi_1$ ,  $d\phi_2$ ,  $d\phi_3$ ,  $d\phi_4$ ,  $d\phi_5$  в (1), получим дифференциальное уравнение материального баланса для  $i$ -й вредности:

$$VdC_i = C_{i_1}NV(1 - \eta_{i_1})dt + X_iVdt + C_{i_3}N_1V(1 - \eta_{i_3})dt - C_iV(N + N_1)dt. \quad (2)$$

При составлении и решении уравнения (2) были сделаны следующие допущения:

1) количество  $i$ -й вреднодействующей компоненты, генерируемое в воздушную среду, в результате производственной деятельности, мгновенно и равномерно распространяется во всем объеме помещения;

2) эффективность всех фильтров постоянна и не зависит от концентрации  $i$ -й вреднодействующей компоненты.

Решив уравнение (2) при начальных условиях  $t = 0$ ,  $C_i = C_{i_0}$ , получим аналитическую зависимость изменения концентрации  $i$ -й вредности в воздушной среде помещения во времени

$$C_i = \frac{C_{i_1}N(1 - \eta_{i_1}) + X_i}{N + N_1\eta_{i_3}} \cdot \left(1 - e^{-(N + N_1\eta_{i_3})t}\right) + C_{i_0}e^{-(N - N_1)t}. \quad (3)$$

При  $t \rightarrow \infty$ :

$$C_{i_{\text{уст}}} = \frac{C_{i_1}N(1 - \eta_{i_1}) + X_i}{N + N_1\eta_{i_3}}. \quad (4)$$

#### Анализ систем очистки и обеззараживания воздушной среды животноводческих помещений

1. Система очистки воздуха в режиме прямоточной циркуляции (СОВПЦ)

подавляющее большинство современных животноводческих и птицеводческих помещений оснащены принудительной приточно-вытяжной вентиляцией, работающей в режиме прямой циркуляции. Структурная схема для данной системы вентиляции представлена на рисунке 5.

Аналитическое выражение  $C_i = f(C_{i_1}, X_i, N, t)$  для данного режима получим из (3) при  $C_{i_1} \neq 0$ ,  $N \neq 0$ ,  $N_1 = 0$ ,  $\eta_{i_1} = 0$ ,  $X_i \neq 0$ ,  $\eta_{i_2} = 0$ ,  $\eta_{i_3} = 0$ :

$$C_i = \frac{C_{i_1}N + X_i}{N} \cdot \left(1 - e^{-Nt}\right) + C_{i_0}e^{-Nt}. \quad (5)$$

При  $t \rightarrow \infty$  получаем аналитическую зависимость для установившегося значения концентрации  $i$ -й вредности в помещении при работе вентиляции в режиме СОВПЦ:

$$C_{i_{\text{уст}}} = \frac{C_{i_1}N + X_i}{N} = C_{i_1} + \frac{X_i}{N}. \quad (6)$$

Анализ (6) показывает, что при СОВПЦ концентрация  $i$ -й вредности в воздушной среде помещения зависит от кратности воздухообмена  $N$ , концентрации  $C_{i_1}$  удельного значения



выделения  $i$ -й вредности  $X_i$ . За счет увеличения  $N$  система СОВПЦ позволяет снижать  $C_i$  до рекомендуемых зоотехнических норм, при этом она не обеспечивает снижение концентрации вредностей в приточном и вытяжном воздухе и, как следствие, не обеспечивает защиты окружающей среды и защиты животноводческих комплексов от аэрогенных инфекций.

## 2. Система фильтрации приточного воздуха (СФПВ)

Структурная схема СФПВ представлена на рисунке 6.

Для получения аналитического выражения  $C_i = f(C_i, X_i, N, \eta_i, t)$  для данного режима подставим в (3)  $C_i \neq 0$ ,  $N \neq 0$ ,  $N_1 = 0$ ,  $\eta_i \neq 0$ ,  $X_i \neq 0$ ,  $\eta_{i_2} = 0$ ,  $\eta_{i_3} = 0$  в результате

$$C_i = \frac{C_i N(1 - \eta_i) + X_i}{N} \cdot (1 - e^{-Nt}) + C_{i_0} e^{-Nt}. \quad (7)$$

При  $t \rightarrow \infty$  получаем аналитическую зависимость для установившегося значения концентрации  $i$ -й вредности в помещении при работе вентиляции в режиме СФПВ:

$$C_{i_{\text{уст}}} = \frac{C_i N(1 - \eta_i) + X_i}{N} = C_i (1 - \eta_i) + \frac{X_i}{N}. \quad (8)$$

Анализ (8) показывает, что при СФПВ концентрация  $i$ -й вредности в воздушной среде помещения зависит от кратности воздухообмена  $N$  и удельного выделения  $i$ -й вредности  $X_i$ . Концентрация вредностей в приточном воздухе зависит от  $\eta_i$  и равна  $C_{i_{\text{прит}}} = C_i (1 - \eta_i)$ .

При СФПВ обеспечивается защита животноводческих и птицеводческих комплексов от аэрогенных инфекций, но не обеспечивается снижение концентрации вредностей до рекомендуемых зоотехнических норм и защита окружающей среды.

Основное требование, которому должна удовлетворять система очистки приточного воздуха – предотвращение аэрогенного проникновения и распространения инфекций на комплексах. Из [6, 7] известно, что фильтры, задерживающие 93...97% частиц аэрозоля размером 1 мкм и более, эффективно предотвращают аэрогенное заражение животных и птицы. Следовательно, эффективность очистки приточного воздуха с целью предотвращения аэрогенного распространения инфекций должна быть 93% и выше.

## 3. Система фильтрации рециркуляционного воздуха (СФРВ)

Структурная схема для СФРВ представлена на рисунке 7.

При подстановке в (3)  $C_i \neq 0$ ,  $N \neq 0$ ,  $N_1 \neq 0$ ,  $\eta_i = 0$ ,  $X_i \neq 0$ ,  $\eta_{i_2} = 0$ ,  $\eta_{i_3} \neq 0$

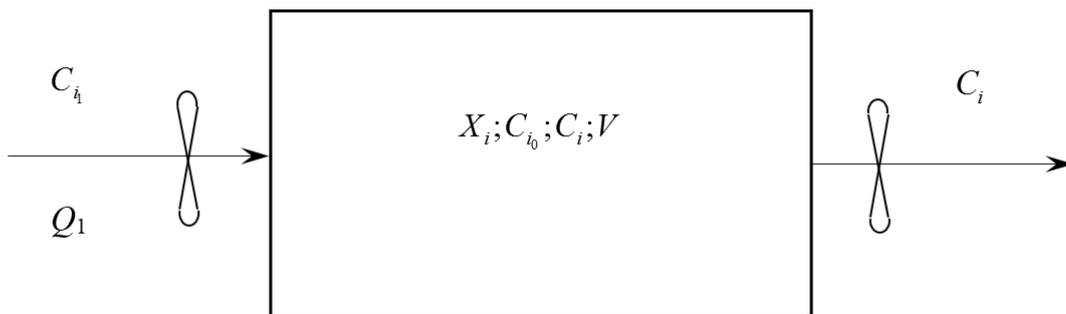


Рис. 5. Структурная схема системы, работающей в режиме прямой циркуляции (СОВПЦ)

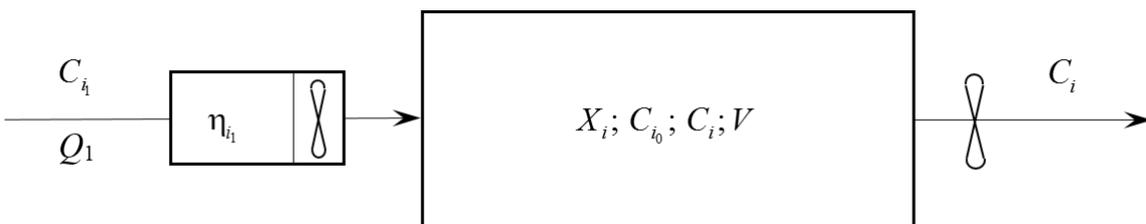


Рис. 6. Структурная схема системы фильтрации приточного воздуха (СФПВ)

получим аналитическую зависимость для  $C_i = f(C_i, N_i, X_i, \eta_{i_3}, t)$  при работе системы вентиляции в режиме СФРВ:

$$C_i = \frac{C_i N + X_i}{N + N_1 \eta_{i_3}} \cdot (1 - e^{-(N + N_1 \eta_{i_3})t}) + C_{i_0} e^{-(N - N_1 \eta_{i_3})t}. \quad (9)$$

При  $t \rightarrow \infty$  получаем аналитическую зависимость для установившегося значения концентрации  $i$ -й вредности в помещении при работе вентиляции в режиме СФРВ:

$$C_{i_{\text{уст}}} = \frac{C_i N + X_i}{N + N_1 \eta_{i_3}}. \quad (10)$$

Анализ уравнения (10) показывает, что СФРВ позволяет за счет увеличения кратности внутренней рециркуляции  $N_1$  и  $\eta_{i_3}$  снижать концентрацию  $i$ -й вредности внутри помещения, тем самым обеспечивая благоприятные условия для животных и птицы, обслуживающего персонала, снижать количество удаляемых вредностей в окружающую среду, обеспечивая экологическую безопасность для населения.

При рассмотрении вопроса очистки рециркуляционного воздуха животноводческих и птицеводческих помещений в [10, 11] рекомендуется очистка с эффективностью не менее 90%. В отличие от приточного фильтра, циркуляционный фильтр должен очищать воздух от аммиака и сероводорода, а также обладать большей пылеемкостью, т.к. концентрация аэрозолей в циркуляционном воздухе на два и более порядка выше, чем в приточном.

Учитывая то, что объемы очищаемого рециркуляционного воздуха достигают 5,55...11,11 м<sup>3</sup>/с, а концентрация пыли 35 мг/м<sup>3</sup> и более [10], в случае очистки рециркуляционного воздуха целесообразно использовать фильтры с непрерывной регенерацией.

#### 4. Система фильтрации вытяжного воздуха (СФВВ)

Структурная схема для СФВВ представлена на рисунке 8.

При работе СФВВ концентрация  $i$ -й вредности в воздухе, удаляемом из помещения в окружающую среду, изменяется во времени по закону:

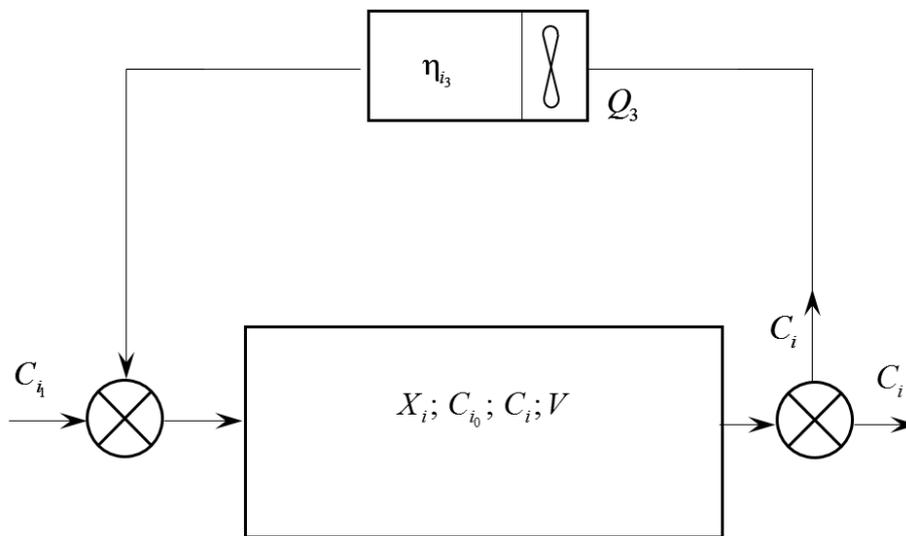


Рис. 7. Структурная схема системы фильтрации рециркуляционного воздуха (СФРВ)

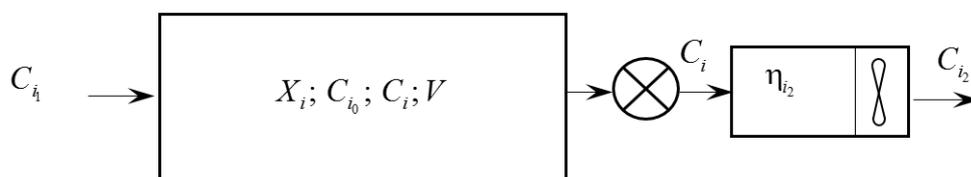


Рис. 8. Структурная схема системы вентиляции, работающей в режиме фильтрации вытяжного воздуха (СФВВ)



$$C_{i_2} = (1 - \eta_{i_2}) \left( \frac{C_i N + X_i}{N} \cdot (1 - e^{-Nt}) + C_{i_0} e^{-Nt} \right). \quad (11)$$

При  $t \rightarrow \infty$  получаем аналитическую зависимость для установившегося значения концентрации  $i$ -й вредности, удаляемой из помещения в окружающую среду при работе вентиляции в режиме СФВВ:

$$C_{i_{\text{уст}}} = (1 - \eta_{i_2}) \left( \frac{C_i N + X_i}{N} \right) = (1 - \eta_{i_2}) \left( C_i + \frac{X_i}{N} \right). \quad (12)$$

Анализ уравнения (12) показывает, что СФВВ позволяет за счет увеличения  $\eta_{i_2}$  снижать количество  $i$ -й вредности, удаляемой из помещения в окружающую среду, тем самым обеспечить экологическую безопасность.

Исходя из требований к чистоте вытяжного воздуха, изложенных в [16], а также с учетом требований к защите от загрязнения теплообменных аппаратов [17], эффективность очистки вытяжного воздуха от пыли и микроорганизмов должна быть в пределах 78...98%.

Пылеемкость воздушного фильтра, используемого для очистки вытяжного воздуха, должна быть достаточно большой, и в данном случае (так же, как и при очистке рециркуляционного воздуха) целесообразно использовать фильтры с непрерывной регенерацией.

Для предотвращения распространения неприятных запахов в воздушном бассейне животноводческих комплексов и их окрестностях данные фильтры должны обладать достаточно высокой эффективностью очистки удаляемого воздуха от неприятных дурнопахнущих веществ.

### Выводы

Рост количества крупных животноводческих и птицеводческих комплексов приводит к увеличению экологической нагрузки на окружающую среду и негативно влияет на здоровье обслуживающего персонала и жителей близлежащих населенных пунктов, животных и птиц. Для снижения экологической нагрузки на окружающую среду на комплексах используют системы очистки и обеззараживания приточного, рециркуляционного и удаляемого из животноводческих и птицеводческих помещений воздуха.

На основе проведенного анализа систем очистки воздуха наиболее эффективное сни-

жение комплексного влияния животноводства и птицеводства на окружающую среду, на здоровье работников сельхозпредприятий и жителей близлежащих населенных пунктов, а также предотвращение распространения на животноводческих комплексах аэрогенных инфекций обеспечит сочетание систем очистки приточного и рециркуляционного воздуха (СФПВ и СФРВ).

### Список литературы

1. Мурсалимов М. М. Российское птицеводство: состояние и перспективы развития // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 212–216.
2. Шалавина Е. В., Васильев Э. В. Экологические проблемы отрасли свиноводства в России // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства : теоретический и научно-практический журнал ФГБНУ «Ин-т агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» (ИАЭП). СПб. : ИАЭП, 2017. Вып. 92. С. 165–172.
3. Васильев Э. В., Шалавина Е. В. Перспективы и экологические проблемы развития птицеводства в России // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства : теоретический и научно-практический журнал ФГБНУ «Ин-т агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» (ИАЭП). СПб. : ИАЭП, 2017. Вып. 92. С. 173–185.
4. Прогноз развития животноводства РФ до 2025 г. // Всероссийский научно-исследовательский институт экономики и нормативов, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр». Режим доступа : <http://vniiein.ru/wp-content/uploads/2015/11/Prognoz-razvitiya-zhivotnovodstva-RF-do-2025-g.pdf> (дата обращения: 04.06.2019).
5. Winkel A., Mosquera J., Aarnink A. J. A., Groot Koerkamp P. W. G., Ogink N. W. M. Evaluation of a dry filter and an electrostatic precipitator for exhaust air cleaning at commercial non-cage laying hen houses. 2015. Biosystems Engineering 129. С. 212–225.
6. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium Environmental

impacts and sustainability of egg production systems H. Xin, R. S. Gates, A. R. Green, F. M. Mitloehner, P. A. Moore Jr., and C. M. Wathes# \*Iowa State University, Ames 50011-3310; †University of Illinois, Urbana-Champaign 61801; ‡University of California-Davis 95616; §USDA, Agricultural Research Service, Fayetteville, AR 72701; and #University of London, United Kingdom, WC1B 5DN

7. Thu K. M. Public health concerns for neighbors of large-scale swine production operations. 2002 // Journal of Agricultural Safety and Health. № 8 (2). С. 175–184.

8. Возмилов А. Г., Звездакова О. В. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в технологических процессах АПК // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2013. Т. 66. С. 14–24.

9. Фильтры, предохраняющие от проникновения вируса болезни Марека // Сельское хозяйство за рубежом. Сер. Животноводство. 1974. № 3. С. 39.

10. Sharkey D. Evaluation of filtered air hatchin gaubrailer pezformance Poultry. Sc. 1977. № 564. P. 1092–1097

11. Возмилов А. Г., Андреев Л. Н., Дмитриев А. А. Двухступенчатый электрофильтр для очистки рециркуляционного воздуха в животноводстве // Сборник науч. тр. по матер. Всерос. науч.-практ. конф. с Междунар. участием

«Энергосберегающие технологии». Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. С. 6–11.

12. Winkel A., Mosquera J., Aarnink A. J. A., Groot Koerkamp P. W. G., Ogink N. W. M. Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses 2016. Biosystems Engineering 150. С. 104–122.

13. Очистка вентиляционного воздуха свиноферм / А. А. Дмитриев, А. Г. Возмилов, Л. Н. Андреев, В. В. Юркин / Свиноводство. 2015. № 2. С. 19–20.

14. Возмилов А. Г., Андреев Л. Н. Энергоэффективные технологии микроклимата в животноводстве // Ветеринария. 2016. № 1. С. 12–17.

15. Kosch R., Siemers V., Van Den Weghe H. Efficiency of a bioscrubber system for the reduction of ammonia and dust emissions in a broiler house, 2005 ASAE Annual International Meeting.

16. Временные рекомендации по проектированию систем очистки воздуха животноводческих и птицеводческих помещений. М. : ГИПРОНИИ сельхоз, 1976. 44 с.

17. Методические рекомендации по применению и исследованию средств очистки и дезинфекции вентиляционного воздуха животноводческих и птицеводческих помещений. М. : ВИЭСХ, 1982. 39 с.

---

**Возмилов Александр Григорьевич**, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

E-mail: vozmiag44@rambler.ru.

**Файн Вениамин Борисович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: veniamin.fine@yandex.ru.

**Звездакова Ольга Владиленовна**, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Электрооборудование и электротехнологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: zvezda0606@yandex.ru.

\* \* \*

УДК 620.92(470.55)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, О. А. Гусева

В статье приводятся результаты исследований тепловых запасов озер, которые можно использовать в системе теплоснабжения сельскохозяйственных потребителей, расположенных в непосредственной близости от водоема. Приведена методика и результаты расчета эксергетической температурной функции, представляющей собой коэффициент работоспособности тепла водоема.

*Ключевые слова:* тепловая энергия, низкопотенциальная энергия, теплозапасы водоемов, эксергия, теплонасосная установка.

Развитие сельского хозяйства напрямую связано с ростом энерговооруженности и энергообеспеченности, в связи с чем актуальным становится вопрос о повышении энергоэффективности и внедрении энергосберегающих технологий. Малая плотность населения и удаленность сельских поселений сказывается на высоких затратах на энергообеспечение [1, 2].

Внедрение энергосберегающих технологий на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволяет использовать естественные энергетические ресурсы района, повышая энергоэффективность региона в целом. Также в пользу альтернативных ресурсосберегающих источников энергии говорят истощение природ-

ных ресурсов и ухудшение состояния экосистем окружающей среды [3, 4].

Из числа возобновляемых источников наиболее перспективным является солнечная энергия, использовать которую можно непосредственно либо в виде аккумулированной тепловой энергии [5, 6].

Использование солнечной энергии аккумулированной водой является перспективным направлением обеспечения энергией сельскохозяйственных районов [7, 8, 9].

При использовании низкопотенциальной тепловой энергии посредством теплонасосной установки (ТНУ), источником тепловой энергии которых является грунт или грунтовые

воды, весьма затратным является закладка контура испарителя ввиду трудоемкости грунтовых работ. Снизить затраты на установку ТНУ позволит использование в качестве источника теплоты открытого водоема. Достоинством такого источника низкопотенциальной энергии является его всегда положительная температура и возможность укладки короткого контура [10].

В Челябинской области имеется опыт использования низкопотенциального тепла водоема, используемого для целей теплоснабжения базы отдыха на оз. Акакуль.

Озеро Акакуль является типичным водоемом тектонического происхождения. Площадь зеркала 10 км<sup>2</sup>, средняя глубина 4,8 м, максимальная – 11 м. Первый же год использования низкопотенциального тепла в системе отопления показал недостатки в предложенной схеме компоновки установки. Помимо ошибок, совершенных при монтаже, были допущены ошибки при проектировании, в частности, был неправильно выбран теплообменник испарителя ввиду того, что расчетная температура озерной воды была принята +6 °С вместо +3 °С. Основным недостатком проекта – это неизученность теплового режима водоема и его вариация в условиях климата Южного Урала, что привело к перебоям теплоснабжения потребителя. В результате дальнейшая эксплуатация схемы использования низкопотенциального тепла была приостановлена [11, 12].

Для эффективного использования низкопотенциальной энергии природных водоемов и обеспечения бесперебойного теплоснабжения потребителей необходимо оценить энергетический потенциал водоемов.

Исследования потенциальных возможностей использования озер в качестве источников тепловой энергии уже проводились учеными. Так, в 80-е годы исследователями Ж.В. Доброжанской и Э.П. Коваленко для территории Белоруссии показана особенность формирования термической структуры озер для оценки энергетического потенциала [13]. Большой вклад в изучение энергетических возможностей использования соленых озер внес А.Н. Егоров [14]. Возможности использования тепла в основном искусственных соленых озер (гелиопрудов) проводились в отделе гелиофизики Академии наук Узбекской ССР под руководством Г.Я. Умарова [15].

## Материалы и методы

Южный Урал – край озер. На территории Челябинской области по разным оценкам насчитывается от 1300 до 3170 озер [16, 17, 18], общая площадь которых составляет 2125 км<sup>2</sup>.

Постоянные стационарные наблюдения за термическим режимом производятся на шести озерах: Тургояк, Увильды, Второе, Кундравы, Чебаркуль и Смолино. Эти озера имеют достаточно длинный ряд наблюдений за температурой воды в прибрежных зонах и на акватории по рейдовым вертикалям, имеются данные об их морфометрии – батиметрические карты и кривые объемов, площадей, необходимые для подсчета запасов тепловой энергии.

Для расчета эксергии водоемов Челябинской области использованы материалы наблюдений за среднемесячной температурой воды и воздуха (среднемесячные нормы и данные суточного хода), выполненные на опорной сети станций ФБГУ «Уральского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [19, 20, 21, 22]. Суточный ход температуры воздуха выбирался по близкорасположенной метеостанции.

## Результаты исследований

Термический режим озер формируется под воздействием многих факторов, таких как климатические условия и морфометрия озерных котловин. Различия в климате сказываются как на температуре поверхностного слоя, так и на тепловых запасах воды, а размеры котловин, кроме того, определяют и характер распределения температуры по вертикали.

Статистический анализ термических режимов озер показал, что на распределение температуры воды озер области оказывает влияние широтная и высотная зональность. Средняя температура за май-октябрь на территории Южного Урала изменяется от 9 °С на севере до 13–14° на юге. При переходе от гор к равнине на одной и той же широте температура воды за рассматриваемый период увеличивается на 1–2°. Самая высокая температура наблюдается в июле. Среднемесячные ее значения составляют на севере и в горной части 16–17°, а в южных районах 18–19°. Максимальные температуры достигают 22–28° (рис. 1, 2).

Многолетняя амплитуда изменяется от 2–3° в крупных озерах до 4–5° в мелководных. Коэффициенты вариации ( $C_v$ ) температуры



воды по сравнению с другими гидрологическими характеристиками озер сравнительно невелики – 0,05–0,10 [16].

Колебания температуры воды в течение суток по сравнению с температурой воздуха также менее значительны.

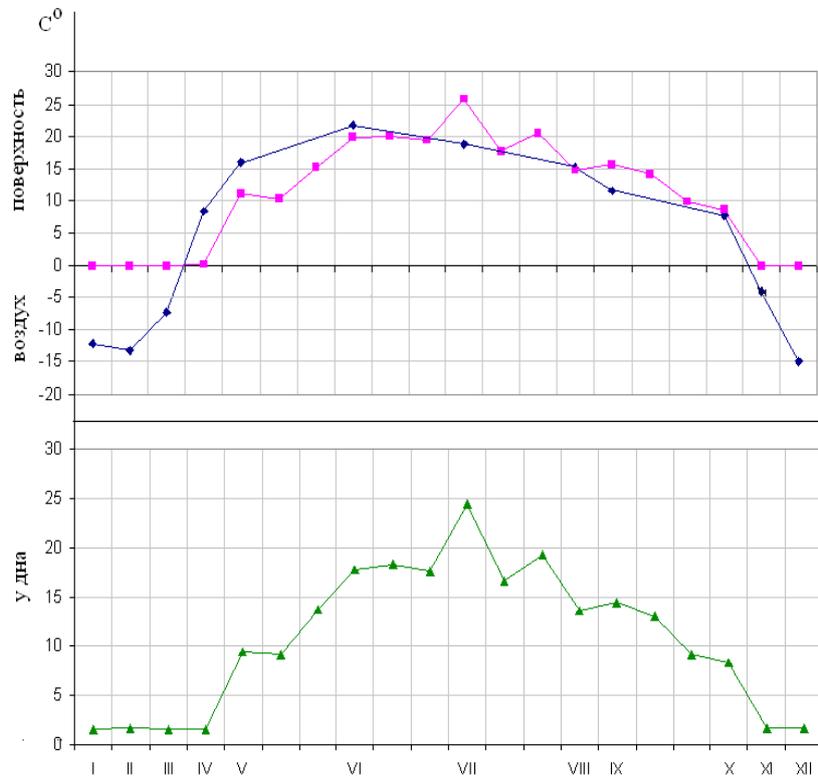


Рис. 1. Температура воды на акватории водоема по рейдовой вертикали при глубине 5,3–6,0 м оз. Смолино и температура воздуха по метеостанции г. Челябинск за 1991 год

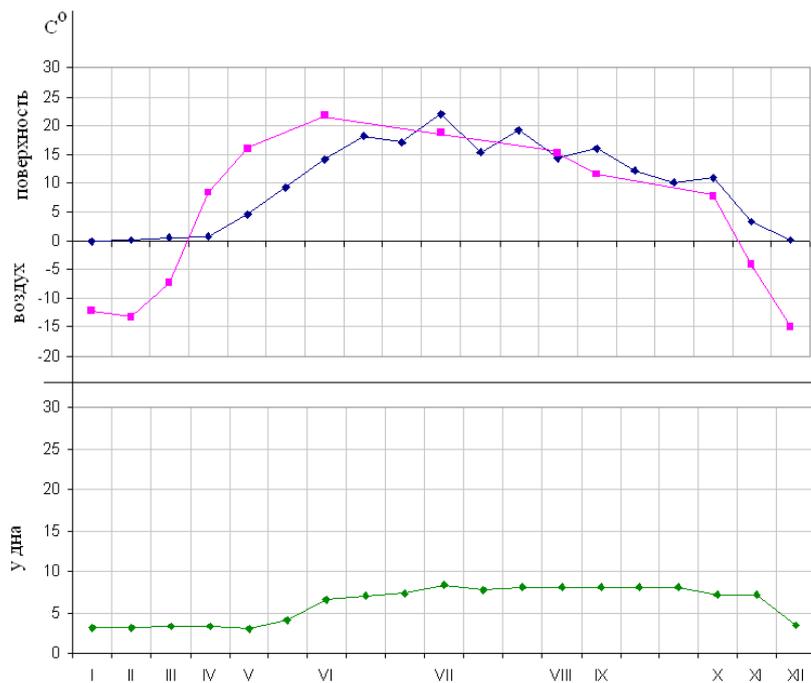


Рис. 2. Температура воды на акватории водоема по рейдовой вертикали при общей глубине 22,2–23,0 м оз. Тургойак и температура воздуха по метеостанции г. Челябинск за 1991 год

Характер распределения температуры по глубине водоема зависит в основном от того, каковы размеры и форма озерной котловины. Глубокие озера, средняя глубина которых превышает 10 м, отличаются вертикальной неоднородностью температуры воды (рис. 3). Весной и осенью им присуще наличие гомотермии, летом – прямой стратификации, а зимой – обратной.

На неглубоких озерах осеннее охлаждение происходит значительно быстрее. На этих озерах, где теплозапасы небольшие, ветровое перемешивание способствует быстрому охлаждению всей толщи воды. В результате замерзание происходит при низких температурах придонного слоя (около 1 °С).

Озерам с высокой минерализацией присущ своеобразный термический режим. В осенне-зимний период температура воды здесь падает ниже нулевой отметки. Наиболее соленые озера, например, Кулат, Таузаткуль, Горько-Рассольное, зимой либо не замерзают, либо это происходит очень поздно (в январе – феврале). Летом вода в них очень сильно прогревается, и температура поднимается до 30–35 °С. Минерализация воды в этих озерах может достигнуть 219 г/л [17, 18]. К сожалению, термический режим этих озер очень слабо изучен, хотя они могли бы быть локальным источником энергии.

Влияние морфометрических особенностей озерных котловин сказывается и на их теплоза-

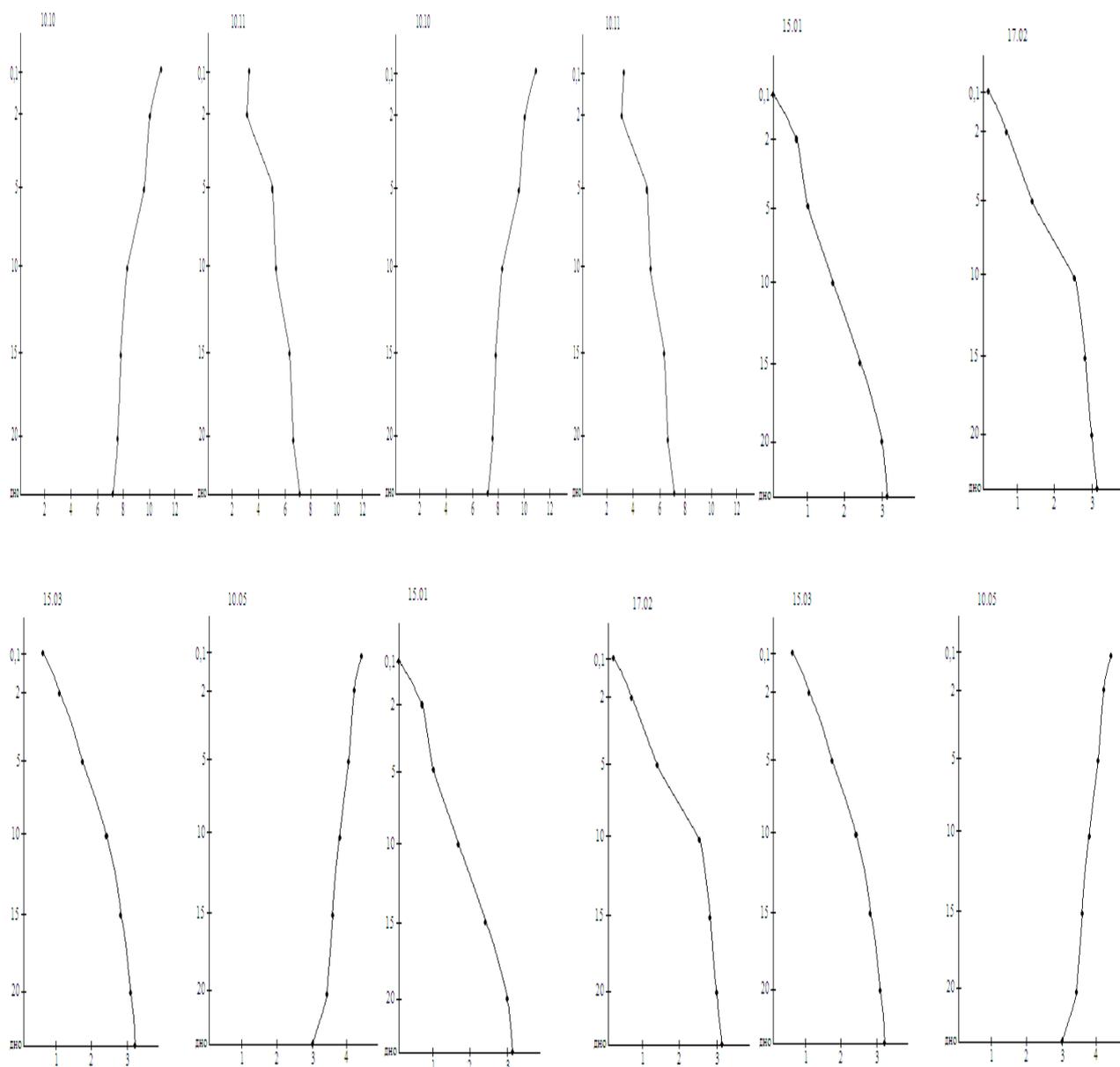


Рис. 3. Распределение температуры воды по глубине рейдовой вертикали оз. Тургойак за 1991 год



пасах. При этом величины теплозапасов озер в России публиковались в официальных источниках [18], и по Руководству Гидрометеослужбы их можно рассчитать [23].

В мире большинство исследователей для расчета теплозапасов озер используют метод американского ученого Э.А. Берджа, примененный им для озера Мендота в 1927 г. [24]. Он ввел понятие о годовом тепловом бюджете озер, который определяется как разность между максимальным и минимальным за год теплозапасом и означает количество теплоты, необходимое для нагрева от минимальной до максимальной температуры.

На Южном Урале озера относятся к слабопроточным и находятся в сходных физико-географических условиях, поэтому на теплозапасы в основном влияют их морфометрические характеристики: объем водной массы и глубина водоема [24, 25]. Они оказывают влияние на все основные параметры: общую величину теплозапасов, ее распределение по глубине, количество тепла на единицу объема и площади.

В годовом ходе теплозапасов озер прослеживаются следующие закономерности: максимальных значений запасы тепла достигают в июле; начиная с августа, в связи с уменьшением солнечной радиации, они сокращаются. Этот процесс продолжается до установления ледостава (рис. 4).

Для всех шести озер Челябинской области исследованы запасы тепла за многолетний период (табл. 1). При этом коэффициент вариации среднегодовых теплозапасов ( $C_v$ ) так же, как и у температуры воды, весьма низок, в пределах 0,05–0,08.

Для сравнения теплового режима различных водоемов вводится относительная единица, характеризующая мощность теплового потока на единицу площади зеркала водоема ( $\text{Дж}/\text{м}^2$  или  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) (табл. 2).

Анализ приведенных данных показывает высокие теплозапасы оз. Тургояк, несмотря на меньшую площадь, относительно оз. Смолино. Второе озеро, несмотря на меньшую площадь, имеет хорошие теплозапасы. Здесь сказывается влияние и других факторов на теплозапасы естественных водоемов.

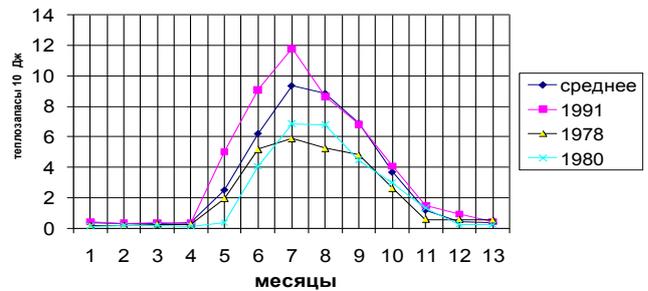


Рис. 4. Хронологический график теплозапасов по оз. Смолино

Таблица 1 – Среднемесячные теплозапасы озер Челябинской области

Название озер	Смолино	Чебаркуль	Второе	Тургояк	Кундравинское	Аргаяш	
Срок наблюдений	1978–1996	1978–1985, 1990–1996	1978–1990	1978–1985, 1990–1996	1978–1985, 1990–1996	1978–1996	
Месяцы							
Теплозапасы, 10 <sup>15</sup> Дж	I	0,334	0,584	0,38	2,97	0,126	0,087
	II	0,28	0,573	0,39	2,82	0,114	0,092
	III	0,29	0,591	0,41	3,36	0,112	0,123
	IV	0,32	0,637	0,49	3,95	0,136	0,189
	V	2,47	1,55	1,52	6,09	0,46	0,83
	VI	6,195	4,23	4,58	13,9	1,37	2,02
	VII	9,35	6,35	6,52	22,9	1,83	2,93
	VIII	8,85	6,33	6,75	24,7	1,81	2,89
	IX	6,88	5,18	5,60	22,2	1,44	2,27
	X	3,65	3,18	2,92	17,0	0,739	1,34
	XI	1,14	1,15	0,75	10,3	0,249	0,445
	XII	0,43	0,634	0,42	5,02	0,156	0,128
	Среднегодов.	3,35	2,58	2,56	10,3	0,72	1,11
$C_v$	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,07	

Исследования факторов, влияющих на теплозапасы водоемов, позволили установить тесную связь между годовым тепловым бюджетом на единицу площади и средней глубиной озера. С увеличением средней глубины озер линейно увеличивается удельный тепловой бюджет, и коэффициент корреляции составляет 0,93 (рис. 5).

Как видно из рисунка 5, для озер с сопоставимыми средними глубинами меньший тепловой бюджет имеют озера с большей площадью. Выведенная линейная зависимость теплового бюджета озер, приходящегося на единицу пло-

щади зеркала, в зависимости от глубины озера, позволяет определить тепловой бюджет озер, не имеющих стационарных наблюдений.

Количество тепла на единицу объема уменьшается с увеличением объема и максимальной глубины водоема (рис. 6), и прослеживается нелинейная связь с меньшим коэффициентом корреляции ( $r_{xy} = 0,75$ ).

Нелинейная зависимость теплового бюджета, приходящегося на единицу объема, в зависимости от глубины также может быть использована для озер, не имеющих стационарных наблюдений.

Таблица 2 – Среднегодовое удельное количество теплозапасов озер Челябинской области

Название озер		Смолино	Чебаркуль	Второе	Тургояк	Кундровинское	Аргаяш
Площадь зеркала, км <sup>2</sup>		27,0	19,8	15,6	26,5	7,6	7,5
Месяцы	I	4,62	11,0	9,10	41,9	6,19	4,48
	II	4,29	12,0	10,3	44,0	6,20	4,96
	III	4,01	11,1	9,81	47,3	5,50	5,97
	IV	4,57	12,4	12,1	57,5	6,90	9,77
	V	34,2	29,2	36,4	85,8	22,6	41,3
	VI	88,5	82,4	113,3	202,4	69,5	103,9
	VII	129,3	119,8	156,1	332,7	89,9	145,8
	VIII	122,43	119,4	161,6	348,0	88,9	140,9
	IX	98,3	100,9	138,5	323,2	73,1	116,8
	X	80,5	60,0	69,9	239,5	36,3	66,7
	XI	16,3	22,4	18,5	150,6	12,6	22,6
	XII	5,95	12,0	10,1	70,7	7,92	6,47

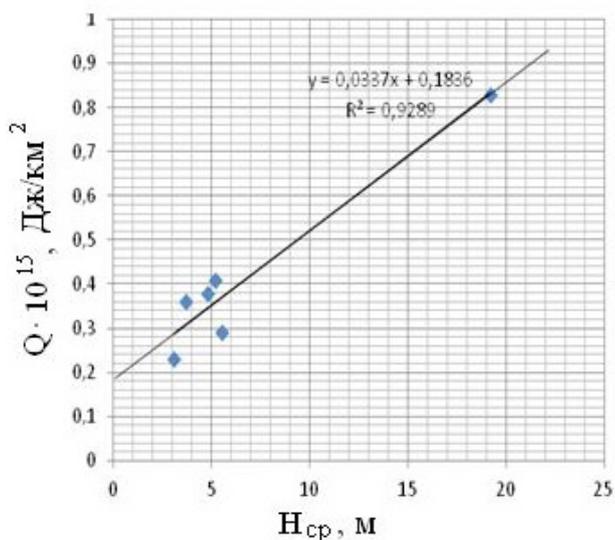


Рис. 5. Зависимость удельного теплового бюджета на единицу площади зеркала от средней глубины озера

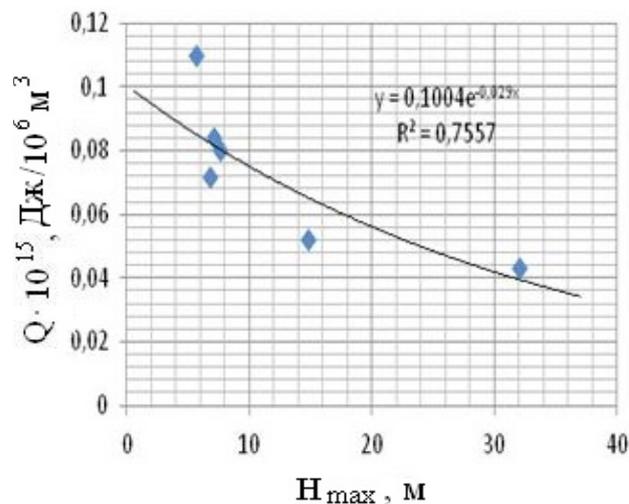


Рис. 6. Зависимость удельного теплового бюджета на единицу объема от максимальной глубины озера



Максимальная энергия низкопотенциального тепла, которая может быть превращена в другие виды энергии, определяется ее эксергией. Под эксергией теплоты обычно понимают максимальную работу, которая может быть получена при использовании этой теплоты в заданных условиях среды.

Согласно [26], эксергия тепла определяется как произведение потока тепла на коэффициент работоспособности источника тепловой энергии:

$$E_Q = Q \left( 1 - \frac{T_0}{T} \right), \quad (1)$$

где  $Q$  – поток тепла,

$T_0$  – температура окружающей среды,

$T$  – температура теплового потока.

За температуру окружающей среды принята температура атмосферы по ближайшей метеостанции, температура теплового потока принята по средней температуре всей массы объема водоема. Поток тепла рассчитывался по формуле:

$$Q = \rho \cdot W \cdot c_p \cdot (T - T_0),$$

где  $\rho$  – плотность воды, 1000 кг/м<sup>3</sup>;

$W$  – объем водоема, м<sup>3</sup>;

$c_p$  – удельная теплоемкость воды, 4,19 Дж/кг·°К.

Отношение потоков эксергии и теплоты из уравнения (1)

$$\left( 1 - \frac{T_0}{T} \right)$$

называется эксергетической температурной функцией. Оно же представляет собой коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя, в котором нет рождения энтропии, а значит, и исчезновения эксергии [26]. В нашем случае это коэффициент работоспособности тепла водоема.

В таблице 3 приведены средние месячные величины работоспособности тепла водоемов региона.

Из таблицы 3 видно, что для всех водоемов в зимние месяцы (декабрь-февраль) коэффициент работоспособности тепла выше, чем в остальные, и составляет около 5%. В весенне-летний период (апрель-июнь) этот коэффициент снижается до отрицательных величин, т.к. в период нагревания температура воды в суточном разрезе ниже температуры воздуха и градиент температуры меняет свой знак.

В годовом ходе теплозапасов водоемов прослеживается закономерность. Во всех озерах после вскрытия теплозапасы начинают возрастать, максимальных значений запасы тепла

Таблица 3 – Средние многолетние месячные величины коэффициента работоспособности озер Челябинской области, %

Название озер	Смолино	Чебаркуль	Второе	Тургойск	Кундравинское	Аргаяш	Увильды	
Срок наблюдений	1978–1996	1978–1985, 1990–1996	1978–1990	1978–1985, 1990–1996	1978–1985, 1990–1996	1978–1996	1981–1997	
Объем, 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	80,2	110	79,8	505	23,7	33,8	1014	
Месяцы	I	5,6	6,0	5,8	5,9	5,8	5,6	5,8
	II	4,9	5,4	5,1	5,2	5,2	5,0	5,1
	III	2,6	3,1	2,8	3,2	2,88	2,7	2,73
	IV	-0,70	-0,33	-0,58	-0,62	-0,54	-0,47	-0,87
	V	-0,96	-1,03	-1,21	-2,41	-1,28	-0,81	-2,15
	VI	-0,41	-0,52	-0,62	-2,72	-0,38	-0,14	-1,39
	VII	0,34	0,24	0,27	-2,35	0,24	0,10	-0,52
	VIII	0,41	0,65	0,41	-1,51	0,45	0,75	0,38
	IX	0,45	0,77	0,66	-0,07	0,39	0,80	0,80
	X	0,57	0,97	0,54	1,21	0,50	0,82	1,28
	XI	2,8	3,19	2,8	3,58	3,09	2,91	3,26
	XII	4,8	5,16	4,9	5,26	5,06	4,78	5,06

достигают в июле. Начиная с августа, в связи с уменьшением солнечной радиации, они сокращаются. Этот процесс продолжается до установления ледостава. Зимой подо льдом, вследствие теплообмена с дном, теплозапасы воды медленно возрастают. Колебания их в течение года достигают значительных величин.

Проектировать систему использования низкопотенциального тепла водоемов следует, учитывая приведенные особенности. Данные запасов тепла в водоемах позволят оценить эффективность их использования. При этом потребуется разработка специальной схемы использования низкопотенциального тепла.

Помимо природных водных сред перспективны водотоки и водоемы, имеющие тепловое загрязнение вследствие сброса воды, используемой в производственном цикле или быту (вторичные энергетические ресурсы).

Одним их перспективных схем использования низкопотенциальной энергии является применение ТНУ, при этом важно выбрать энергоустановки по энергетическим параметрам [1, 11, 27, 28].

На сегодняшний день существует достаточная база документов и нормативов, определяющих порядок и требования проектирования и строительства систем ТНУ. Основной (ключевой) момент – это выбор источника низкопотенциального тепла.

Источники низкопотенциального тепла, водоемы имеют разную степень доступности. Подача с водоемов к ТНУ обеспечивается строительством специальных водозаборов. Размещение оборудования ТНУ в процессе строительства не требует отдельных сооружений.

### Выводы

В перспективе естественные водоемы могут быть источниками низкопотенциального тепла для обеспечения энергией потребителей. Использование этих источников возможно на основе ТНУ. Для этого необходимо знать ожидаемые запасы тепла существующих водоемов, что требуют исследования низкопотенциальной тепловой энергии на основе многолетних наблюдений.

Теплозапасы водоемов тесно связаны со средней глубиной водоемов. С увеличением средней глубины водоемов линейно увеличивается удельный тепловой бюджет. Водоемы с сопоставимыми средними глубинами имеют меньший тепловой бюджет с большей площади.

Количество теплозапаса на единицу объема уменьшается с увеличением объема и максимальной глубины водоема. При этом прослеживается нелинейная связь между теплозапасом и максимальной глубиной водоема.

Выведенные зависимости позволяют определить тепловой бюджет озер, не имеющих температурных наблюдений акватории, расположенных на Южном Урале.

Максимальная энергия низкопотенциального тепла, которая может быть превращена в другие виды энергии, запасы которой определяются ее эксергией, максимальной работой, которую можно совершить при использовании этой теплоты в заданных условиях среды. Рассмотренные методы позволяют оценить энергетические ресурсы естественных водоемов для дальнейшего преобразования их в энергоустановках.

### Рекомендации

Энергетические системы на основе использования тепловой энергии водоемов могут быть наиболее эффективно использованы вблизи потребителей без передачи энергии на значительные расстояния [29].

Широкомасштабное использование тепла водоемов может оказывать негативное влияние на экосистему водных объектов. Согласно докладу секретариата Европейской экономической комиссии ООН, при изменении температуры воды не более чем на 1 °С в озерах и не более чем на 3 °С в водных потоках в процессе использования тепла водных ресурсов влияния на его экологию незначительны [30]. Именно в этих пределах целесообразно использовать низкопотенциальное тепло водоемов.

При использовании тепла вторичных энергетических ресурсов появляется возможность свести к минимуму негативные последствия теплового загрязнения водных объектов либо исключить его путем отвода количества тепла, равного подводимому.

Накопленная низкопотенциальная тепловая энергия озер может быть использована как для целей энергетики, так и для мелиорации водоемов. Использовать низкопотенциальную энергию водоемов также возможно путем преобразования ее в механическую.

Важным в дальнейших исследованиях является оценка технического потенциала низкопотенциального тепла естественных водоемов, в частности с использованием теплонасосных установок.



### Список литературы

1. Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве : учеб. пособие. Челябинск : ЧГАА, 2013. 180 с.
2. Низамутдинова Н. С., Пташкина-Гирина О. С. Место технологий, использующих возобновляемую энергию, на рынке электроэнергии Российской Федерации // Энергетика – агропромышленному комплексу России : матер. межд. науч.-практ. конф. / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. С. 119–126.
3. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Estimation of Renewable Energy Resources for Heat Supply Systems // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM. 2017. P.1–4. IEEE Conference Publications.
4. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Increasing power supply efficiency by using renewable sources. 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM. 2016. P. 1–4. IEEE Conference Publications.
5. Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Особенности использования возобновляемой энергии в сельском хозяйстве // Вестник ЧГАА. Челябинск, 2013. Вып. 66. С. 95–101.
6. Методика оценки энергетических характеристик возобновляемых источников / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, А. Т. Ахметшин, О. А. Гусева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (45). С. 114–124.
7. Goodenough J. B. The Options for Using the Sun. Technology Review, Oct. Nov. 1976. P. 63–71.
8. US National Academy of Sciences/Solar Energy for Rural Development. Development Digest. 1977. Vol. XV. № 2. P. 85–117.
9. Исследование факторов, влияющих на эффективность работы теплонасосной установки в сельском хозяйстве / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, Р. Ж. Низамутдинов, О. С. Волкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 162–164.
10. Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А., Жарков Е. В. Возможность применения теплонасосных установок для энергообеспечения автономных потребителей Челябинской области // Энергетика и энергосбережение: теория и практика : сб. матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. В. Г. Каширских, И. А. Лобур. 2018. С. 161.1–161.4.
11. Пташкина-Гирина О. С., Низамутдинов Р. Ж. Опыт использования низкопотенциальной тепловой энергии озер для систем теплоснабжения в условиях Челябинской области // Актуальные проблемы энергетики АПК : матер. VIII Междунар. науч.-практ. конференции. Саратов, 2017. С. 216–218.
12. Пташкина-Гирина О. С., Гусева О. А., Волкова О. С. Опыт внедрения теплонасосных установок в системы отопления зданий в Челябинской области // Материалы II Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. «Приоритетные направления развития энергетики в АПК». Курган : Курганская ГСХА, 2018. С. 132–137.
13. Доброжанская Ж. В., Коваленко Э. П. Возможность использования низкопотенциального тепла водоемов Белоруссии // Использование водных ресурсов. Минск : ЦНИИКИВР, 1985. С. 23–29.
14. Егоров А. Н. Рациональное использование соленых озер – стратегия устойчивого развития государства в XXI веке // Международный научный институт «Educatio». 2015. № 7 (14). Ч. 3. С. 45–47.
15. Ершов А. А., Умаров Г. Я. Солнечная энергетика. М. : Знание, 1974. С. 64.
16. Андреева М. А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск : ЮУКИ, 1973. С. 270.
17. Захаров С. Г. Озера Челябинской области : учеб. пособие. Челябинск : АБРИС, 2010. 128 с.
18. Гидрологический ежегодник Т. 6. Бассейн Карского моря (западная часть). Вып. 7. Бассейн реки Тобола (1978–1990 гг.).
19. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Л. : Гидрометеоздат, 1973. 450 с.
20. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Л. : Гидрометеоздат, 1965. 392 с.
21. Основные гидрологические характеристики. Л. : Гидрометеоздат, 1979. Т. II. Вып. 1.
22. Справочник по климату СССР. Вып. 9. Ч. 2. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области и Башкирская АССР. Температура воздуха и почвы. Л. : Гидрометеоздат, 1965. 365 с.
23. Руководство по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах

и водохранилищах. Л. : Гидрометеиздат, 1972. С. 252.

24. Общая лимнология : пособ. для студентов геогр. фак. / П. С. Лопух, О. Ф. Якушко. Минск : БГУ, 2011. Режим доступа : <http://www.elib.bsu.by>.

25. Суховило Н. Ю., Новик А. А. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на теплозапас и тепловой бюджет озер белорусского поозерья // Материалы Междунар. науч. конф. «Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата» / Белорус. гос. ун-т. Минск, 2015. 337 с. Режим доступа : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/118417>.

26. Бродянский В. М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложение. М. : Энергоатомиздат, 1988. 288 с.

27. Янговский Е. И. Потоки энергии и эксергии. М. : Наука, 1988. 144 с.

28. Коваленко Э. П. Водные ресурсы как возобновляемый источник низкопотенциальной тепловой энергии. Природные ресурсы. 1998. № 1. С. 27–33.

29. Гусева О. А., Пташкина-Гирина О. С. Оценка целесообразности электроснабжения от малых ГЭС // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81–2. С. 105–111.

30. Широкомасштабное использование методов рекуперации тепла и других нетрадиционных источников энергии: их возможное влияние на водные ресурсы. ЕЭК ООН, WATER/GE. I/R 65. 1984. 10 с.

---

**Шеръязов Сакен Койшыбаевич**, д-р техн. наук, профессор кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

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

**Пташкина-Гирина Ольга Степановна**, канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [girina2002@mail.ru](mailto:girina2002@mail.ru).

**Гусева Ольга Анатольевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: [gusevaoa2010@mail.ru](mailto:gusevaoa2010@mail.ru).

\* \* \*

УДК 619:616.98:578.828.11]:636.2:612.015

**МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ КОРОВ,  
ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА,  
В УСЛОВИЯХ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ**

**Ф. Г. Гизатуллина, Э. К. Рахматуллин, Ж. С. Рыбьянова**

Установлены сдвиги в клеточном составе крови, биохимических показателях метаболизма коров в условиях природно-техногенной провинции Башкирского Зауралья. В крови животных выявлено достаточно высокое содержание кобальта, превышающее МДУ на 50%. У коров серонегативных по РИД в крови отмечены гиперхромия, снижение количества тромбоцитов и моноцитов, гематокрита. При анализе биохимических показателей установлено повышение уровня креатинина, холестерина, активности АлАТ, неорганического фосфора относительно референтных значений и снижение содержания глюкозы,  $\beta$ -липопротеидов, активности щелочной фосфатазы, нарушение соотношения кальция и фосфора. В крови коров серопозитивных по РИД установлено достоверное снижение количества эритроцитов, гемоглобина, эозинофилов и достоверное увеличение уровня базофилов, появление миелоцитов. В биохимическом статусе крови этих коров выявлены диспротеинемия, достоверное снижение концентрации альбуминов и повышение  $\beta$ -глобулинов, достоверное уменьшение уровня мочевины, креатинина, билирубина, общего кальция.

*Ключевые слова:* коровы серонегативные и серопозитивные по РИД, лейкоз, кровь, гематологические показатели, биохимические показатели, тяжелые металлы, Башкирское Зауралье.

На территории Башкирского Зауралья сконцентрировано большое количество предприятий горнодобывающей промышленности. По данным «Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 году» [7], объем валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу от объектов предприятий по добыче и переработке медноколчеданных руд в прошедшем году составил 2,614 тысячи тонн. Интенсивная разработка медноколчеданных месторождений в течение многих десятилетий привела к формированию обширных техногенных земель, загрязнению в этом регионе не только почвы, но и водоисточников, растений, атмо-

сферы. По данным исследователей, основными экотоксикантами в Башкирском Зауралье являются тяжелые металлы [18].

Для Башкирского Зауралья характерен повышенный геохимический фон: коренные породы содержат в значительном количестве хром, никель, кобальт, мышьяк, сурьму, медь, цинк, свинец и другие тяжелые металлы [1–4, 17–21]. Кроме этого множество токсичных элементов в окружающую среду поступает в результате трансрегионального переноса со стороны ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», величина этого переноса колеблется от 191,5 до 2456,6 мкг/л [16]. Высокая загрязненность территории ионами тяжелых

металлов сказывается на животноводстве сельскохозяйственных предприятий, находящихся в зоне экологического неблагополучия. Для животных природно-техногенных провинций Башкирского Зауралья, как и всего Южного и Среднего Урала, характерны нарушения обмена веществ, изменения биохимического и иммунологического статуса животных [1–4, 8, 9, 11, 14, 17, 18]. Это обуславливает не только проявление эндемических болезней, но и приводит к развитию различных патологий. Снижение резистентности и иммунодефицит у животных влияют и на распространение лейкоза. Разработка мероприятий по профилактике и борьбе с вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС) требует учета экологических факторов, влияющих на резистентность животных. Поэтому оценка состояния продуктивного здоровья при исследовании морфобиохимического статуса крови крупного рогатого скота в условиях природно-техногенной провинции представляет практический и научный интерес.

Изучение научной литературы свидетельствует, что имеется достаточно большое количество источников, посвященных бессимптомной стадии лейкоза, особенностям гематологического и биохимического профиля организма [5, 6, 10, 12, 15, 16]. Так, имеются достоверные различия в содержании в 1 мкл крови процента лимфоцитов, базофилов и сегментоядерных нейтрофилов между серонегативными и серопозитивными коровами в бессимптомной стадии развития лейкоза [16]. Проведенные ранее биохимические исследования позволили установить изменения в организме больных животных в виде нарушения обмена аминокислоты триптофана и ее производных, а также концентрации калия и хлора в сыворотке крови, свидетельствующие о нарушении электролитного гомеостаза и другие [15].

Однако следует подчеркнуть, что аналогичных исследований инфицированных животных симментальской породы в условиях природно-техногенных провинций Башкирского Зауралья проводилось недостаточно.

**Целью работы** являлось изучение морфологических и биохимических показателей крови коров симментальской породы в бессимптомной стадии развития лейкозного процесса, в условиях природно-техногенной провинции Башкирского Зауралья.

### Материал и методы исследования

Исследование проводили в СПК «Ишкул» Абзелиловского района Республики Башкортостан в начале стойлового периода. Хозяйство было неблагополучно по лейкозу крупного рогатого скота. Ранее проведенными в Уральском регионе исследованиями И.М. Донник, И.А. Шкуратовой было установлено, что максимальное содержание тяжелых металлов выявляется у коров 5–6-летнего возраста [11], нами были выбраны для проведения исследования животные, близкие к этой возрастной группе. По принципу пар-аналогов было сформировано две группы коров симментальской породы в возрасте 4–5 лет по 6 голов, в первую группу включили РИД-негативных животных (здоровых), во вторую – РИД-позитивных (инфицированных). Лабораторные исследования проводили на базе межкафедральной лаборатории Института ветеринарной медицины ЮУрГАУ. Для оценки экологической ситуации изучали пробы воды, кормов для животных на содержание тяжелых металлов (Zn, Mn, Cu, Co, Pb, Ni). Определение металлов в этих пробах, а также в пробах крови животных проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-3 с микропроцессорным измерителем «Микон». За основу взят ГОСТ 30178-96 «Атомно-абсорбционный метод определения токсических элементов». Оценку клинического состояния животных проводили по общепринятым методикам. Для изучения морфологического состава крови и биохимических показателей сыворотки крови применяли общепринятые ветеринарные лабораторные методики [13]. При исследовании крови устанавливали ее клеточный состав, концентрацию гемоглобина, проводили подсчет лейкоцитарной формулы. Для биохимического анализа сыворотки крови определяли показатели отдельных лабораторных тестов, характеризующих белковый, углеводный, липидный, минеральный обмен, активность ферментов. Кровь для исследований брали из яремной вены в утренние часы до кормления. Подготовку проб для биохимических исследований проводили по общепринятой методике. Полученные результаты были подвергнуты биометрической обработке методом определения достоверности различий средних арифметических с использованием *t*-критерия Стьюдента.

### Результаты исследований

При изучении наличия в кормах хозяйства тяжелых металлов было установлено, что



в сене содержание меди было на уровне максимально допустимого уровня (МДУ), а в сенаже – превышение МДУ на 16%. Содержание цинка в комбикормах, сене, сенаже было ниже МДУ на 17%, 23% и 11%. Содержание в сене кобальта превышало МДУ на 36%, в сенаже – в 2 раза. Отмечали относительно низкое содержание в сене и соломе марганца, свинца и никеля, не превышающее МДУ. Содержание металлов в пробах воды из источников не превышало МДУ.

Клинический анализ периферической крови имеет очень большое значение для клинической ветеринарной медицины и физиологии. Морфологические показатели крови позволяют судить о дыхательной функции крови и общей резистентности. У коров первой и второй групп содержание эритроцитов было в пределах физиологических значений, однако если у здоровых животных количество клеток было на 4% больше по сравнению со средним значением норматива, то у инфицированных – на 8% меньше (табл. 1). Сравнение показателей животных выявило, что у коров второй группы содержание эритроцитов было на 12% меньше ( $P < 0,001$ ), чем в первой группе. Основная функция эритроцитов – обеспечение дыхания тканей, поэтому можно предположить меньшую степень насыщения кислородом клеток тканей у коров второй группы. Уровень гемоглобина в крови коров был соответственно  $131,25 \pm 4,13$  г/л и  $110,83 \pm 2,63$  г/л, у животных первой группы он превышал на 9% верхнюю границу нормы, что можно описать как гиперхромиию. У коров второй группы концентрация гемоглобина находилась в пределах физиологических значений, однако была меньше показателя первой группы на 16% ( $P < 0,01$ ). Изучение гематокрита показало, что он был ниже нормы в обеих группах на 6–8%, отличия между группами были недостоверны. Количество лейкоцитов у коров первой группы было  $7,88 \pm 0,80 \times 10^9$ /л, второй группы –  $9,67 \pm 1,10 \times 10^9$ /л, эти значения показателя крови животных были в пределах физиологических колебаний и достоверных отличий между группами не выявлено. Однако у инфицированных животных количество лейкоцитов было повышено на 17% по сравнению со средним значением нормы, а у здоровых коров – на 4% меньше. Определение числа тромбоцитов выявило снижение этого показателя на 24% в крови коров первой группы по сравне-

нию с нижней границей нормы, в крови коров второй группы – на 1%, отличия между группами были недостоверны ( $P > 0,05$ ). Снижение числа тромбоцитов может быть связано с торможением образования мегакариоцитов.

При анализе лейкоцитарной формулы крови (табл. 1) выявлены достоверные отличия между коровами первой и второй групп по содержанию базофилов, эозинофилов. В лейкоцитарной формуле крови коров второй группы были определены миелоциты, однако у коров первой группы они в крови отсутствовали. Следует отметить, что количество базофилов в крови коров было выше верхней границы нормы: только в первой группе на 0,13%, а во второй группе – на 3,63%. Основная функция базофилов – участие в иммунологических реакциях немедленного и замедленного типа. У коров первой группы содержание эозинофилов было в пределах физиологических значений, в крови коров второй группы отмечено снижение числа эозинофилов на 17 процентных пунктов по сравнению с нижней границей нормы. Сравнение значения этого показателя во второй группе показало его достоверное снижение в 2 раза ( $P < 0,01$ ) по сравнению с числом эозинофилов в крови животных первой группы. Уменьшение содержания эозинофилов отражает снижение резистентности организма к воздействию факторов внутренней и внешней среды. Содержание палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов в лейкоформуле было в пределах физиологических значений в обеих группах, достоверных отличий между ними не выявлено. Однако можно отметить тенденцию нейтрофильного сдвига влево в крови коров второй группы в связи с появлением юных миелоцитов и большего количества палочкоядерных нейтрофилов (больше на 13 процентных пункта по сравнению с первой группой). Такой ядерный сдвиг влево указывает на развитие патологического процесса. Расчет индекса сдвига (ИС) показал, что в первой группе его значение было 0,14, а во второй группе повышено и составляло величину 0,22.

Диагностическое значение биохимических исследований сложно переоценить. Определение общего белка и белковых фракций показало (табл. 2), что концентрация общего белка в сыворотке крови подопытных коров находилась на одном уровне, в пределах физиологических значений. Однако содержание альбуминов

у коров второй группы было достоверно меньше на 9,9% ( $P < 0,05$ ), по сравнению с показателем животных первой группы. На долю  $\alpha$ -глобулинов у животных первой группы приходилось  $11,19 \pm 0,44\%$ , во второй группе –  $12,34 \pm 0,37\%$ , что на 10,3 процентного пункта ( $P > 0,05$ ) было больше, чем в первой группе. Так как эта фракция включает молекулы белков «острой фазы», можно говорить о тенденции развития воспалительных процессов в организме коров второй группы. У серопозитивных

по РИД животных количество  $\beta$ -глобулинов было выше на 34,4 ( $P < 0,01$ ), а  $\gamma$ -глобулинов меньше на 1,8 процентного пункта ( $P > 0,05$ ) по сравнению с серонегативными по РИД животными. Расчет белкового коэффициента (отношение альбуминов и глобулинов), показывающего интенсивность белкового обмена, выявил, что у коров первой группы он составлял  $0,7 \pm 0,02$ , у животных второй группы –  $0,59 \pm 0,02$ , что было ниже физиологических значений. Хотя концентрация общего белка была в пределах

Таблица 1 – Морфологические показатели крови коров ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Норма	Первая группа	Вторая группа
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5,0–7,5	$6,51 \pm 0,13$	$5,72 \pm 0,05^{***}$
Гемоглобин, г/л	90–120	$131,25 \pm 4,13$	$110,83 \pm 2,63^{**}$
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	4,5–12	$7,88 \pm 0,80$	$9,67 \pm 1,10$
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	260–700	$197,83 \pm 21,68$	$258,67 \pm 20,66$
Гематокрит, %	35–45	$32,53 \pm 0,88$	$32,80 \pm 1,93$
Базофилы, %	0,0–2,0	$0,33 \pm 0,19$	$3,83 \pm 0,82^{***}$
Эозинофилы, %	3,0–8,0	$5,00 \pm 0,75$	$2,50 \pm 0,74^{**}$
Палочкоядерные нейтрофилы, %	2,0–5,0	$4,00 \pm 0,49$	$4,50 \pm 0,66$
Сегментоядерные нейтрофилы, %	20–35	$27,83 \pm 2,46$	$26,33 \pm 3,01$
Лимфоциты, %	40–75	$62,50 \pm 1,64$	$63,33 \pm 4,03$
Моноциты, %	2,0–7,0	$1,33 \pm 0,24$	$2,00 \pm 0,60$

Примечание: здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; при \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* – при  $P < 0,001$ .

Таблица 2 – Биохимические показатели сыворотки крови коров ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Физиологическая норма	Первая группа	Вторая группа
Общий белок, г/л	60,0–86,0	$78,6 \pm 0,70$	$78,0 \pm 1,19$
Альбумины, %	30,0–50,0	$41,12 \pm 0,90$	$37,05 \pm 1,30^*$
$\alpha$ -глобулины, %	7,5–22,0	$11,19 \pm 0,44$	$12,34 \pm 0,37$
$\beta$ -глобулины, %	6,2–19,8	$10,48 \pm 0,40$	$14,08 \pm 0,85^{**}$
$\gamma$ -глобулины, %	14,0–40,0	$37,21 \pm 0,89$	$36,53 \pm 1,26$
Белковый индекс (А/Г)	0,9–1,4	0,7	0,6
Креатинин, ммоль/л	14,0–107,0	$147,37 \pm 0,97$	$133,97 \pm 1,96^{***}$
Мочевина, ммоль/л	3,3–5,0	$4,91 \pm 0,14$	$3,56 \pm 0,14^{***}$
Глюкоза, ммоль/л	2,22–3,88	$1,69 \pm 0,05$	$1,63 \pm 0,04$
Холестерол, ммоль/л	2,06–4,0	$3,48 \pm 0,09$	$3,52 \pm 0,12$
$\beta$ -липопротеиды, ммоль/л	6,5–7,0	$2,53 \pm 0,06$	$2,74 \pm 0,12$
Билирубин, мкмоль/л	1,88–8,21	$3,88 \pm 0,23$	$1,86 \pm 0,21^{***}$
Щелочная фосфатаза, Е/л	84–92	$28,13 \pm 1,58$	$25,78 \pm 1,25$
АсАТ, мк ммоль/ч л	0,4–0,64	$0,59 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,04$
АлАТ, мк ммоль/ч л	0,2–0,42	$0,57 \pm 0,01$	$0,69 \pm 0,02$
Общий кальций, ммоль/л	2,5–3,13	$2,40 \pm 0,05$	$1,33 \pm 0,11^{**}$
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,45–1,94	$3,87 \pm 0,40$	$3,40 \pm 0,08$



физиологических значений, изменение процентного соотношения белковых фракций свидетельствует о развитии процесса диспротеинемии. Диспротеинемия была больше выражена у серопозитивных по РИД животных, у них белковый индекс был меньше на 15,7% ( $P < 0,01$ ) по сравнению с первой группой.

Основной конечный продукт распада белка в организме мочевины, его содержание в крови подопытных коров было в пределах физиологических колебаний. Однако необходимо указать, что уровень мочевины у коров второй группы был снижен на 27,5% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с таким показателем животных первой группы. Видимо, это связано с повышением утилизации белка и заболеванием печени. Другой продукт распада белка – креатинин в сыворотке крови коров обеих групп был выше физиологических значений, но его уровень в первой группе был повышен на 10% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с показателем второй группы. На наш взгляд, повышение креатинина обусловлено у животных нарушением функции печени и почек.

Глюкоза – основной источник энергии для клеток организма, ее определение выявило, что содержание декстрозы у здоровых коров составляло  $1,69 \pm 0,05$  ммоль/л, а у инфицированных коров –  $1,63 \pm 0,04$  ммоль/л, что было соответственно на 23,9% и на 26,6% меньше нижней границы нормы. Уменьшение концентрации глюкозы можно объяснить снижением гормональной функции щитовидной железы, надпочечников. Содержание холестерина у подопытных животных было примерно на одном уровне в пределах физиологических значений. При изучении  $\beta$ -липопротеидов было установлено, что их уровень в сыворотке крови животных обеих групп понижен соответственно на 61,1% и 57,8% по сравнению с нижней границей нормы, достоверных различий между группами не установлено. Концентрация билирубина в плазме крови коров первой группы была близка к среднему значению нормы, во второй группе отмечено снижение показателя на 52,1% ( $P < 0,001$ ) по сравнению с содержанием билирубина в плазме крови первой группы.

В анализе биохимических показателей крови особая роль отводится индикаторным ферментам. Показатели щелочной фосфатазы у подопытных животных были меньше нормальной активности в 2,4–2,6 раза. Активность щелочной фосфатазы обычно снижается

при гипотиреозе. Большое значение в обмене аминокислот и углеводов играют внутриклеточные ферменты, катализирующие реакцию трансаминирования: аланинаминотрансфераза (АлАТ) и аспартатаминотрансфераза (АсАТ). Трансаминазы обладают высокой каталитической активностью при синтезе белка в организме. Изучение лабораторных данных показало, что активность АсАТ у животных первой группы была в пределах физиологических значений. У коров второй группы активность АсАТ была на уровне  $0,68 \pm 0,04$  мкмоль/ч л, на 15,3% ( $P > 0,05$ ) больше, чем у коров первой группы. Активность АлАТ у подопытных животных была больше физиологических значений, у серопозитивных по РИД коров она была повышена – на 5% ( $P > 0,05$ ), по сравнению с показателем коров серонегативных по РИД.

Изучение основных электролитов плазмы (табл. 2) выявило незначительное снижение содержания общего кальция у коров первой группы и более заметное изменение показателя на 46,8% у коров второй группы по сравнению с нижней границей физиологических значений. Гипокальцемия обусловлена, вероятно, нарушением функции печени. По уровню общего кальция между животными групп имеются достоверные отличия ( $P < 0,01$ ). Следует отметить более высокую концентрацию в сыворотке крови коров неорганического фосфора: в первой группе превышение верхней границы нормы составляло 99,5%, во второй группе – 75,25%, что позволяет говорить о гиперфосфатемии. Достоверных отличий между группами по уровню неорганического фосфора не отмечено. Повышение концентрации неорганического фосфора бывает при почечной недостаточности и гипопаратиреозе.

Исследование содержания металлов в сыворотке крови коров (табл. 3), показало, что у коров обеих групп высокое содержание кобальта – превышающее максимально допустимый уровень (МДУ) на 50%. Кобальт является жизненно необходимым микроэлементом, влияющим на активность ряда ферментов, углеводный и минеральный обмен. Однако в больших дозах кобальт действует токсически, вызывает гиперплазию щитовидной железы, поражение нервной системы и сердца. Вместе с тем кобальт антагонист никеля, ослабляет интоксикацию при его избытке. Достоверных отличий по содержанию металлов в крови животных обеих

групп не выявлено, имеются незначительные отличия, так, в крови животных второй группы немного меньше содержание меди, свинца, но увеличен уровень никеля.

### Выводы. Рекомендации

Проведенные исследования показали, что биогеохимические особенности Башкирского Зауралья существенно влияют на физиологические показатели крови и биохимический статус организма коров. Так, в группе коров условно здоровых (серонегативных по РИД) в крови отмечены гиперхромия, снижение количества тромбоцитов и моноцитов, гематокрита. При анализе биохимических показателей установлено повышение уровня креатинина, холестерина, активности АлАТ, неорганического фосфора относительно референтных значений и снижение содержания глюкозы,  $\beta$ -липопротеидов, активности щелочной фосфатазы, нарушение соотношения кальция и фосфора. В крови животных обеих групп выявлено достаточно высокое содержание кобальта, превышающее максимально допустимый уровень на 50%, а также относительно большое количество свинца и цинка, которые могут накапливаться, меди, никеля. Выявленные изменения в процессах метаболизма животных приводят к сбою адаптационных механизмов продуктивных животных.

Ослабление естественной резистентности способствует развитию у части животных патологий, в том числе инфицированию ВЛКРС. У коров второй группы, сформированной из животных серопозитивных по РИД, при изучении морфологических показателей крови установлено достоверное снижение количества эритроцитов на 12% и гемоглобина на 16%, содержания эозинофилов в 2 раза и достоверное

увеличение уровня базофилов на 3,5%, появление миелоцитов, отмечена тенденция нейтрофильного сдвига влево в лейкоцитарной формуле в сравнении с данными первой группы. При оценке состояния биохимического статуса крови коров, инфицированных ВЛКРС, установлено достоверное снижение концентрации альбуминов на 9,9 процентного пункта и повышение  $\beta$ -глобулинов на 34,4 процентного пункта по сравнению с содержанием белковых фракций животных первой группы. При содержании общего белка в пределах нормы наблюдалась диспротеинемия. Также отмечено достоверное уменьшение уровня мочевины на 27,5%, креатинина на 10%, билирубина на 52,15, общего кальция на 46,8% по сравнению с биохимическими показателями условно здоровых коров.

Полученные результаты свидетельствуют, что в биохимическом статусе крови коров, инфицированных ВЛКРС, имеются определенные изменения, связанные с патологическими процессами в клетках тканей печени, почек, нарушениями в деятельности сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и других. При разработке мероприятий по борьбе с ВЛКРС нужно учитывать особенности биогеохимических провинций и иммунобиохимический статус крупного рогатого скота на этих территориях.

Для более эффективного проведения коррекции клинико-физиологического состояния коров в условиях природно-техногенной провинции с повышенным содержанием тяжелых металлов в окружающей среде и повышения естественной резистентности необходимо регулярно проводить полное исследование физиологических, гематологических и биохимических показателей животных. Нужен поиск новых средств элиминации тяжелых металлов из организма и ослабления их негативного дей-

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в сыворотке крови коров ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Средняя нормативная величина (МДУ)	Первая группа	% к МДУ	Вторая группа	% к МДУ
Медь, мг/л	0,7–1,0	0,68 $\pm$ 0,02	–32,0	0,64 $\pm$ 0,01	–36,0
Цинк, мг/л	3,0–5,0	2,49 $\pm$ 0,02	–50,2	2,49 $\pm$ 0,03	–50,2
Кобальт, мг/л	0,04	0,06 $\pm$ 0,001	+50,0	0,06 $\pm$ 0,001	+50,0
Марганец, мг/л	0,15	0,06 $\pm$ 0,001	–60,0	0,06 $\pm$ 0,001	–60,0
Свинец, мг/л	0,25	0,13 $\pm$ 0,001	–48,0	0,11 $\pm$ 0,001	–56,0
Никель, мг/л	0,12	0,06 $\pm$ 0,001	–50,0	0,07 $\pm$ 0,001	–42,0



ствия на органы и ткани животных. Для целей терапии животных в природно-техногенных провинциях и зонах возможно применение минеральных энтеросорбентов (бентониты, глауконит, вермикулит, другие цеолиты, высокодисперсный кремнезем, активированные угли и другие вещества) и энтеросорбентов органического происхождения (полифенолы, гуматы, полисахариды).

### Список литературы

1. Баимова С. Р., Редькина Н. Н., Лыкасова И. А. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях животных в Башкирском Зауралье // Вестник Башкирского университета. 2007. Т. 12. № 12. С. 27–28.
2. Баимова С. Р. Тяжелые металлы в системе «почва – растения – животные» в условиях Башкирского Зауралья : дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2009. 151 с.
3. Тяжелые металлы в системе «почва-растения-животные» в условиях Башкирского Зауралья и Челябинской области / С. Р. Баимова [и др.]. Троицк : ФГОУ ВПО УГАВМ, 2009. 140 с.
4. Баимова С. Р., Редькина Н. Н., Байков А. Г. Об экологических рисках от загрязнения растительности тяжелыми металлами природного и техногенного происхождения в Башкирском Зауралье // Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. № 3. С. 865–867.
5. Гизатуллина Ф. Г. Особенности морфо-биохимического статуса крови коров, инфицированных ВЛКРС, в условиях природно-техногенных биогеохимических провинций Южного Урала // Наука (Костанай). 2014. № 4–1. С. 85–88.
6. Гизатуллина Ф. Г., Рахматуллин Э. К., Гизатуллин И. А. Клинико-физиологическое состояние коров, инфицированных вирусом лейкоза крупного рогатого скота, в условиях биогеохимической провинции // АПК России. 2015. Т. 72. № 1. С. 142–144.
7. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 году. Уфа : Минэкологии РБ, 2019. 276 с.
8. Донник И. М. Оценка здоровья лошадей в различных экологических зонах // Аграрный вестник Урала. 2008. № 9 (51). С. 78–79.
9. Физиологические особенности животных в районах техногенного загрязнения / И. М. Донник [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1 (93). С. 26–28.
10. Иванова О. Ю., Пронин В. В., Иванов О. В. Изучение динамики гематологических показателей у коров на разных стадиях лейкозного процесса // Вестник Ульяновской ГСХА. 2015. № 3 (31). С. 85–88.
11. Кривоногова А. С., Исаева А. Г., Баранова А. А. Физиологические и иммунологические показатели животных при накоплении повышенных концентраций тяжелых металлов в их органах и тканях // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6 (112). С. 15–20.
12. Зависимость восприимчивости крупного рогатого скота к лейкозу от биохимических показателей крови / М. Л. Малинин [и др.] // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. Ч. 8. С. 1758–1761.
13. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под ред. И. П. Кондрахина. М. : КолосС, 2004. 520 с.
14. Самсонова Т. С. Массовые заболевания крупного рогатого скота в условиях напряженной экологической обстановки: особенности диагностики и терапии // АПК России. 2018. Т. 25. № 1. С. 147–153.
15. Симонян Г. А., Гулюкин М. И. Вклад ученых ВНИИЭВ в изучение лейкоза крупного рогатого скота // Ветеринария. 2009. № 3. С. 37–59.
16. Смирнов Ю. П., Суворова И. Л. Некоторые гематологические показатели у коров в бессимптомной стадии развития лейкозного процесса // Ветеринарный консультант. 2008. № 21. С. 7–9.
17. Влияние горнорудного комплекса Зауралья на химический состав почв / И. К. Хабиров [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 1. С. 111–114.
18. Шагиева Ю. А., Суяндукоев Я. Т. Техногенез и проблема экологической безопасности в Башкирском Зауралье // Создание высокопродуктивных агроэкосистем на основе новой парадигмы природопользования : сб. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рожд. проф. С. Н. Тайчинова. Уфа : БГАУ, 2001. С. 63–69.
19. Шагиева Ю. А. Тяжелые металлы в почвах и растениях Башкирского Зауралья в условиях техногенеза : дис. ... канд. биол. наук. Уфа : Сибай, 2002. 180 с.
20. Шагиева Ю. А. Особенности загрязнения тяжелыми металлами черноземов степного Зауралья в зоне воздействия горнорудного

производства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 10 (75). С. 409–410.

21. Янтурин С. И., Сингизова Г. Ш., Абсаямов Т. А. Влияние горнорудных предприятий

Башкирского Зауралья на загрязнение почв тяжелыми металлами // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 654–655.

---

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

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

**Рахматуллин Эмиль Касымович**, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБУ «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»).

E-mail: [amil59@yandex.ru](mailto:amil59@yandex.ru).

**Рыбьянова Жанна Сергеевна**, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

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

\* \* \*

УДК 636.22/.28.053.2:612.017.1

## **ВЛИЯНИЕ ГИПОДИНАМИИ НА ИММУННЫЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА ТЕЛЯТ**

**Ф. Г. Гизатуллина, Э. И. Шигабутдинова**

Результаты исследования дополняют современные представления в области ветеринарной медицины о закономерностях молекулярно-клеточных адаптационных процессов в иммунной системе организма телят при стрессе, связанном с гиподинамией и гипокинезией. Установлены негативные изменения гуморального и клеточного звеньев иммунной системы организма телят при их адаптации к длительному месячному воздействию стресс-фактора, вызванного ограничением двигательной активности.

*Ключевые слова:* телята, гиподинамия, гипокинезия, иммунный статус, клеточные факторы иммунитета, факторы гуморального иммунитета, гистамин.

Двигательная активность является важным свойством животных, это одно из условий их нормальной жизнедеятельности и развития. Известно, что ограничение двигательной активности влияет на здоровье животных. Длительное действие гиподинамии и гипокинезии является сильным стресс-фактором, который вызывает разнообразные изменения и сдвиги в физиологическом состоянии сельскохозяйственных животных, обуславливает патологические процессы, включая и иммунопатологическое состояние иммунной системы [2–12, 14].

По данным исследователей, в основе физиологических и патофизиологических механизмов основных звеньев нарушений, вызванных гипо-

динамией, лежат изменения энергетического, газового и пластического обменов. Гиподинамия приводит к комплексу адаптационных и морфофункциональных изменений в процессах тканевого и органного обменов, таких как снижение интенсивности катаболизма и анаболизма, накопление недоокисленных промежуточных и конечных продуктов обмена в крови и тканях, уменьшение числа микрокапилляров и кровоснабжения органов, деминерализация костей, снижение аппетита и общей неспецифической резистентности организма, ухудшение воспроизводительной способности и, как следствие, снижение продуктивности [2, 5–12, 14]. При гиподинамии и гипокинезии в лимфоидных

иммунокомпетентных органах развиваются изменения, влияющие на иммунологический статус организма и вызывающие угнетение его иммунологической реактивности [20].

Для улучшения иммунобиохимического статуса животных, его коррекции, повышения общей резистентности, уменьшения отрицательных последствий гиподинамии и сохранения продуктивного здоровья крупного рогатого скота предложено большое количество препаратов, средств и биологически активных веществ [1, 13–15, 17–21].

Проблема адаптации животных к условиям гиподинамии и гипокинезии сложна и многогранна. Несмотря на то, что проблеме гиподинамии и гипокинезии уделяется достаточное внимание во всем мире, многие вопросы патогенеза расстройств, развития иммунодефицита и способов их устранения все еще требуют своего решения. Это предопределило изучение влияния длительной гиподинамии на состояние клеточного и гуморального звена иммунного ответа, неспецифической эффекторной системы защиты организма животных.

**Целью исследования** явилось изучение особенностей влияния длительной гиподинамии как стрессового фактора на иммунный статус организма телят.

#### **Материал и методы исследования**

Изучение влияния гиподинамии на показатели, характеризующие неспецифическую резистентность, функциональную активность клеточного и гуморального звеньев иммунной системы телят проводили в условиях ООО совхоз «Полевой» Сосновского района Челябинской области. Для исследования были взяты 6 клинически здоровых телят (бычков) чернопестрой породы в возрасте 20–30 дней, подобранных по принципу приближенных аналогов, на которых был проведен опыт по изучению влияния длительной (в течение месяца) гиподинамии на организм животных. У животных перед экспериментом, в условиях нормальной двигательной активности, была взята кровь для определения исходных (фоновых) показателей, характеризующих состояние клеточного и гуморального звеньев иммунной системы. Потом телят поместили на период опыта в индивидуальные клетки Эверса, куда обычно помещают телят после рождения и которые исключают передвижение животных. В конце

опыта у телят повторно взяли кровь для оценки изменений, происходящих в иммунном статусе организма. Иммунологические исследования проводили на базе ЦНИЛ Южно-Уральского государственного медицинского университета. В цельной крови и сыворотке определяли фагоцитарные свойства нейтрофилов, лизоцимную, бактерицидную активность сыворотки крови, комплемент, количество Т- и В-лимфоцитов и содержание иммуноглобулинов классов М и G, циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) по общепринятым в ветеринарной медицине методам [16]. Основные тесты лабораторной иммунодиагностики были разделены на тесты I и II уровней.

Иммунологические тесты I уровня включали: 1. Выделение лимфоцитов из крови проводили по методу А. Воцод (1968) в модификации Л.В. Хейфец и В.А. Абалкина (1973). 2. Определение В-лимфоцитов по методу Е. Кэбонт, М. Майер, (1968). 3. Изучение содержания теофиллинрезистентных и теофиллинчувствительных Т-лимфоцитов проводили по методу теофиллинзависимого Е-розеткообразования (V. Limatibul et al., 1978, N. Damle, S. Gupta, 1982, И.Д. Понякина и др., 1983). 4. Фагоцитарная активность нейтрофилов определялась по методу Ю.Н. Одинцова и Ю.Г. Рассадина (1970). 5. Оценку функционально-метаболической активности нейтрофилов (НСТ-тест) проводили тестом восстановления нитросинего тетразолия по методу, описанному Г. Фримель (1987). 6. Активность лизоцима сыворотки крови определяли методом нефелометрии, описанным В.Г. Дорофейчуком. 7. Определение бактерицидной активности сыворотки крови проводили в отношении грамотрицательных бактерий фото-нефелометрическим методом О.В. Смирновой и Т.В. Кузьминой.

Иммунологические тесты II уровня включали: 1. Определение концентрации циркулирующих иммунных комплексов по методу В.Г. Гашковой в соавт. (1978). 2. Количественный анализ отдельных классов иммуноглобулинов (М, G) определяли по методу G. Manchini (1964). 3. Определение активности комплемента в сыворотке крови проводили классическим методом гемолитического титрования комплемента по 100%-му гемолизу (А.С. Резникова, 1967; Е. Кэбот, М. Майер, 1968). 4. Содержание гистамина определяли спектрофотометрическим методом В.Н. Соминского с соавторами



в модификации Э.Н. Коробейниковой (1989). Полученные данные сравнивали с физиологическими пределами содержания тех или иных иммунологических показателей в норме по литературным источникам.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась методом вариационной статистики. Уровень достоверности вычисляли с использованием стандартного значения критерия достоверности по Стьюденту. Доверительную вероятность (P) считали статистически достоверной при  $P < 0,05$ .

### Результаты исследования

В результате проведенного опыта получены результаты, которые показывают, что исходные величины показателей иммунного статуса в начале опыта находились в пределах физиологических значений. Результаты исследования через 30 дней опыта свидетельствуют о негативном влиянии длительной гиподинамии на состояние неспецифической резистентности телят. Так, показатели, характеризующие состояние неспецифической резистентности организма телят, изменялись следующим образом (табл. 1).

Фоновый показатель фагоцитарной активности нейтрофилов составлял 47,28%, а через месяц гиподинамии он снизился до 39,44%, или на 16,6 процентных пункта ( $P < 0,05$ ). Средний и максимальный фагоцитарные индексы (показатели) также существенно снизились по сравнению с фоновыми показателями соответственно на 35,63 и 36,81% ( $P < 0,01$ ).

Для оценки функционально-метаболической активности нейтрофильных лейко-

цитов периферической крови использовали НСТ-тест, при этом изучали как спонтанную НСТ-активность (естественную), так и индуцированную НСТ-активность на фоне стимуляции (в частности пирогеналом). В результате проведенных исследований установлено, что как спонтанная, так и индуцированная метаболическая активность нейтрофилов на фоне длительной гиподинамии существенно изменяется.

Так, если степень активности клеток в спонтанной НСТ-реакции перед опытом составляла  $49,14 \pm 1,68\%$ , то через месяц гиподинамии она достоверно снизилась до  $41,24 \pm 1,72\%$ , или на 16,08% ( $P < 0,01$ ). На фоне снижения общей спонтанной активности клеток резко уменьшилась и их функциональная активность (интенсивность НСТ-теста) на 37,0% ( $P < 0,05$ ).

Индукцированная НСТ активность нейтрофильных лейкоцитов у телят через месяц гиподинамии понизилась на 16,0% ( $P < 0,05$ ). Функциональная активность (интенсивность НСТ-теста) нейтрофилов при стимуляции повысилась по сравнению со спонтанной, как и фагоцитарная активность, что свидетельствует о нормальной ответной реакции клеточного звена иммунной системы организма телят. После месячной гиподинамии она также снизилась на 45,29% ( $P < 0,001$ ), то есть почти в 2 раза.

Изучая динамику показателей, характеризующих функциональное состояние нейтрофильных лейкоцитов в НСТ-тесте, следует отметить, что как спонтанная, так и индуцированная интенсивность снизились более существенно, чем общая фагоцитарная активность клеток. Данный факт указывает на то, что на фоне длительной гиподинамии резко снижается

Таблица 1 – Влияние гиподинамии на показатели неспецифической защиты иммунной системы телят ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Норма	Фоновые значения	Через месяц гиподинамии
Фагоцитарная активность, %	39,00–56,00	$47,28 \pm 1,36$	$39,44 \pm 1,56^*$
Фагоцитарный индекс средний	3,0–6,0	$3,34 \pm 0,12$	$2,15 \pm 0,09^{**}$
Фагоцитарный индекс максимальный	6,00–12,00	$6,52 \pm 0,18$	$4,12 \pm 0,17^{**}$
Спонтанная НСТ-активность, %	26,0–60,0	$49,14 \pm 1,68$	$41,24 \pm 1,72^{**}$
Индекс спонтанной НСТ-активности, усл. ед.	0,6–3,0	$2,35 \pm 0,21$	$1,48 \pm 0,18^{**}$
Индукцированная НСТ-активность, %	37,0–60,0	$51,64 \pm 1,26$	$43,38 \pm 1,62^*$
Индекс индуцированной НСТ-активности, усл. ед.	0,40–3,80	$3,18 \pm 0,22$	$1,74 \pm 0,14^{***}$

Примечание: здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; при \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* при  $P < 0,001$ .

функциональная активность клеточного звена иммунной системы. Это вызывает более глубокие негативные сдвиги со стороны показателей, характеризующих состояние неспецифической резистентности организма телят.

При анализе реакции клеточного звена иммунной системы организма телят (табл. 2) на месячную гиподинамию следует отметить снижение общего количества лимфоцитов на 12,76 процентных пункта ( $P < 0,05$ ). Уровень иммунокомпетентных клеток (Т- и В-лимфоцитов) уменьшился на 23,5 и 37,2 процентных пункта ( $P < 0,01$ ) соответственно. Причем следует отметить, что более существенное понижение отмечено в В-лимфоцитарном звене лимфоцитов. Условия длительной гиподинамии вызывают напряжение лимфопоэтической функции красного костного мозга, что подтверждается повышением количества молодых незрелых форм лимфоцитов, каковыми являются О-лимфоциты, уровень которых после гиподинамии повысился на 39,8 процентных пункта ( $P < 0,01$ ).

Среди множества метаболитов, циркулирующих во внутренней среде и принимающих участие в регуляции обменных процессов организма, одно из ведущих мест занимает гистамин. Клинико-иммунологические исследования

ряда авторов свидетельствуют о большой роли гистамина в регуляции иммунного ответа организма [14]. Известно, что иммобилизационный стресс может вызывать повышение уровня свободного гистамина в крови, поэтому представлялось важным моментом определение у телят на фоне длительной гиподинамии уровня этого биогенного амина, образующегося при декарбоксации гистидина. При этом было установлено, что уровень гистамина в крови телят (табл. 3) после гиподинамии повысился на 54,42% ( $P < 0,01$ ) или почти в 2,2 раза. Повышение концентрации гистамина в крови, по-видимому, связано с усиленным его высвобождением из мест биосинтеза. Длительная гиподинамия и гипокинезия еще более углубляют дисбаланс между процессами биосинтеза, депонирования, секреции гистамина и его разрушения гистаминазой.

На фоне высокого уровня гистамина происходило угнетение функционального состояния гуморального звена иммунной системы телят, что проявилось резким снижением уровня лизоцима через месяц гиподинамии на 35,60% ( $P < 0,01$ ). Это является ответной реакцией организма животных, так как лизоцим является естественным антигистаминным фактором, присутствующим в организме животных, по-

Таблица 2 – Влияние гиподинамии на клеточное звено иммунной системы телят ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Норма	Фоновые показатели	Через 30 дней гиподинамии
Лимфоциты, %	30,0–65,0	32,45±1,64	28,31±1,21*
Т-лимфоциты, %	24,50–47,00	34,18±1,23	26,14±1,43**
В-лимфоциты, %	4,70–30,00	23,56±1,86	14,8±1,74**
О-лимфоциты, %	30,00–80,00	42,26±1,34	59,06±1,42**

Примечание: здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; при \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* при  $P < 0,001$ .

Таблица 3 – Влияние гиподинамии на гуморальное звено иммунной системы телят ( $X \pm S_x$ ,  $n = 6$ )

Показатель	Норма	Фоновые данные	Через месяц гиподинамии
ЦИК, усл. ед.	42,00–48,00	46,63±1,62	70,84±1,68**
Лизоцим, мкг/мл	10,00–30,00	16,24±1,17	10,46±0,82**
Комплемент, %	40,0–45,0	34,42±1,48	39,63±1,23*
БАСК, %	33,50–55,00	56,43±1,84	49,21±1,48*
Ig M, г/л	1,30–4,50	4,16±0,06	2,64±0,04***
Ig G, г/л	10,00–38,00	36,52±1,83	30,60±1,64*
Гистамин, мкмоль/л	0,30–0,60	0,31±0,07	0,68±0,09***

Примечание: здесь и далее \* значение достоверно при  $P < 0,05$ ; при \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* при  $P < 0,001$ .



этому определенная его часть расходуется на элиминацию гистамина в крови телят.

При исследовании динамики уровня иммуноглобулинов классов М и G сыворотки крови телят (табл. 3) установлено, что содержание Ig М перед опытом составляло  $4,16 \pm 0,06$  г/л, а на фоне гиподинамии оно снизилось до  $2,64 \pm 0,04$  г/л, или на 36,54% ( $P < 0,01$ ). Учитывая то, что Ig М является иммуноглобулином первичного ответа, можно отметить, что на фоне длительной гиподинамии резко снижается защита против инфекций, которую на первом этапе осуществляют иммуноглобулины первичного ответа. Кроме того, отмечено снижение Ig G на 16,22% ( $P < 0,01$ ), что является также неблагоприятным прогностическим признаком в плане иммунного ответа в случае развития инфекционного процесса в условиях длительной гиподинамии. Молодняк крупного рогатого скота особенно подвержен инфекциям в первые месяцы жизни.

Наряду со снижением таких важных показателей, характеризующих состояние гуморального звена иммунной системы телят, как лизоцим и иммуноглобулины, отмечено уменьшение на фоне длительной гиподинамии и общей бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) на 12,80 процентного пункта ( $P < 0,05$ ).

Резкое угнетение функционального состояния клеточного и гуморального звеньев иммунной системы телят на фоне длительной гиподинамии указывает на развитие вторичного иммунодефицита, который развивается на фоне включения механизмов иммунопатологии. Это подтверждается повышением циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) с  $46,63 \pm 1,62$  усл. ед. до  $70,84 \pm 1,68$  усл. ед., или на 34,18% ( $P < 0,01$ ), и активацией системы комплемента, уровень которого на фоне гиподинамии повысился на 15,1 процентного пункта ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, обобщая полученные данные по изучению влияния длительной гиподинамии на состояние неспецифической резистентности, клеточного и гуморального звеньев иммунной системы организма телят, можно сделать вывод о том, что месячная гиподинамия вызывает довольно существенное угнетение иммунной системы на фоне резкого повышения уровня гистамина и развития вторичного иммунодефицита гуморального и клеточного типа. Высокий уровень свободного гистамина вызывает патологические сдвиги в организме

телят, что приводит к нарушению ряда функций, в нейрогуморальной регуляции которых он играет важную роль. Результаты опыта свидетельствуют о снижении общей резистентности и прежде всего об ослаблении иммунитета телят при гиподинамии.

### Список литературы

1. Белобороденко М. А. Коррекция функции органов репродукции у коров, находящихся в условиях гиподинамии // Ветеринарная патология. 2009. № 2. С. 53–55.
2. Белобороденко М. А. Течение беременности и родов у первотелок, находящихся в условиях гиподинамии // Ветеринарная патология. 2009. № 2. С. 55–58.
3. Возрастная динамика формирования пищевого поведения у телят при свободном движении и гиподинамии / Т. Ф. Василенко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 2. С. 95–99.
4. Гизатуллин А. Н., Молоканов В. А. Иммунобиохимический статус у животных при длительной адаптации к гипокинезии // Аграрный вестник Урала. 2008. № 7 (49). С. 55–56.
5. Гизатуллин А. Н. Сравнительная характеристика обмена белков и активности ферментов у животных при разном объеме мышечной деятельности // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2011. Т. 207. С. 132–137.
6. Гизатуллин А. Н. Характеристика биохимических показателей крови бычков при адаптации к гипокинезии // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2014. Т. 219. С. 113–117.
7. Гизатуллин А. Н. Влияние гипокинезии и гиподинамии на состояние антиоксидантной системы организма животных // Наука. 2014. № 4–1. С. 83–86.
8. Данилов Е. В. Мозжечок при гиподинамии // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2008. № 1. С. 143–155.
9. Коваленко Е. А., Гуровский Н. Н. Гипокинезия. М. : Медицина, 1980. 319 с.
10. Латюшин Я. В. Закономерности молекулярно-клеточных адаптационных процессов в системе крови при остром и хроническом гипокинетическом стрессе : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Челябинск, 2010. 36 с.

11. Гиподинамия как стрессовый фактор / С. А. Лобанов [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. 2006. № 1. С. 72–74.

12. Ломтатидзе А. И., Шурманова Е. И. Причины вынужденной гиподинамии у крупного рогатого скота и ее влияние на воспроизводительные особенности // Молодежь и наука. 2016. № 12. С. 24–28.

13. Молоканов В. А., Шигабутдинова Э. И., Макарова Л. И. Коррекция иммунобиохимического статуса у животных при длительной адаптации к гипокинезии // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 4. С. 13–16.

14. Роль гистамина в организме животных / В. А. Молоканов, Э. Н. Коробейникова, К. М. Камсаев, Э. И. Шигабутдинова. Челябинск, 2006. 208 с.

15. Ребезов М. Б., Топурия Г. М., Топурия Л. Ю. Коррекция иммунного статуса у крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2 (94). С. 52–58.

16. Топурия Л. Ю., Топурия Г. М. Иммунологические методы исследований в ветеринарной медицине. Оренбург : Изд. центр ОГАУ, 2006. 42 с.

17. Топурия Г. М., Топурия Л. Ю. Иммунный статус крупного рогатого скота при применении гамавита // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (29). С. 69–71.

18. Топурия Л. Ю. Коррекция иммунного статуса у телят в молочный период выращивания // Аграрный вестник Урала. 2016. № 10 (152). С. 68–71.

19. Трутаев И. В., Шабунин С. В., Бузлама В. С. Синтетические олигопептиды против гиподинамии и гипокинезии // Вестник РАСХН. 2007. № 3. С. 61–62.

20. Трутаев И. В., Шабунин С. В., Бузлама В. С. Уменьшение отрицательных последствий гиподинамии животных с помощью олигопептидов // Вестник РАСХН. 2009. № 1. С. 67–69.

21. Шигабутдинова Э. И. Коррекция иммунного статуса у животных при длительной адаптации к гипокинезии // Актуальные проблемы ветеринарной медицины : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. юбилею П. С. Лазарева. Троицк : УГАВМ, 2003. С. 114–116.

---

**Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна**, д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Шигабутдинова Эльвира Ильдусовна**, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: Troick78@mail.ru.

\* \* \*

УДК 619:615.371]636.52/.58

## РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ АНТИСТРЕССОВЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ КУР

**А. В. Мифтахутдинов, Э. М. Аминова**

Для исследования особенностей функционирования иммунной системы был оценен уровень выработки антител в ответ на вакцинацию у птицы разного возраста, содержащейся в условиях птицефабрики промышленного типа по плану-графику мониторинга в зависимости от схемы вакцинации на следующие заболевания: инфекционная бурсальная болезнь, инфекционный бронхит кур, реовирусная инфекция, пневмовирусная инфекция, инфекционный энцефаломиелит. Титры антител на каждое заболевание оценивались в нескольких возрастах спустя 2–4 недели после вакцинации. Время отбора крови зависело от типа вакцины и скорости выработки иммунного ответа (живая или инактивированная вакцина). Для профилактики стрессов у кур в период вакцинации разработано фармакологическое средство СПАО-комплекс в дозе 185 мг/кг массы тела по схеме за двое суток до вакцинации, в день вакцинации и в течение двух дней после нее. Применение СПАО-комплекс при вакцинации позволило повысить активность специфического звена иммунной системы, обеспечило однородный и высокий уровень антител и обусловило снижение коэффициента вариабельности на 1,3–7,2% по сравнению с показателями кур, не получавшими антистрессовой терапии.

*Ключевые слова:* стресс у кур, СПАО-комплекс, антитела, вакцинация.

Птица современных кроссов имеет высокий генетический потенциал, который не всегда может быть реализован по причине стресса [1, 2]. Интенсивный производственный процесс обуславливает стрессирование птицы на различных этапах [3, 4]. Исследования, проведенные в последние годы, показали, что важное значение должно уделяться фармакологической профилактике стрессов [5, 6]. Для увеличения производственных показателей и снижения потерь от стрессов у кур на базе ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ был разработан современный фармакологический комплекс СПАО (стресс-протектор антиоксидант). «СПАО-комплекс» включает в себя смешанные фармакопейные

и иные фармацевтические субстанции, которые сертифицированы в России. Данный комплекс для животных содержит в себе активный комплекс, оказывающий влияние на метаболизм кур и содержащий лимоннокислую соль лития, витамины, витаминоподобные вещества [7].

**Цель работы** – изучение особенностей функционирования специфического звена иммунной системы кур при вакцинациях на фоне применения разработанного фармакологического антистрессового средства.

### **Материалы и методы**

Для оценки особенностей функционирования иммунной системы был оценен уровень

выработки антител в ответ на вакцинацию у птицы разного возраста, содержащейся в условиях птицефабрики промышленного типа по плану-графику мониторинга в зависимости от схемы вакцинации на следующие заболевания: инфекционная бурсальная болезнь, инфекционный бронхит кур, реовирусная инфекция, пневмовирусная инфекция, инфекционный энцефаломиелит. От каждой группы было отобрано 25 проб. В качестве исследуемого материала выступала сыворотка крови. Оценка выработки антител осуществлялась с помощью тест-систем BioChek, Голландия, и программного обеспечения BioChek II. Считывание результатов производили с помощью спектрофотометра Тесап, Австрия, на длине волны 405 нм. Титры антител на каждое заболевание оценивались в нескольких возрастах спустя 2–4 недели после вакцинации. Время отбора крови зависело от типа вакцины и скорости выработки иммунного ответа (живая или инактивированная вакцина).

#### Результаты исследований и их обсуждение

«СПАО-комплекс» (Стресс-протектор антиоксидант – комплексный препарат для птиц) – фармакологическая композиция, содержащая активный комплекс, включающий лимоннокислую соль лития, витамины, витаминоподобные

и другие вещества, оказывающие влияние на метаболизм. По внешнему виду препарат представляет собой порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде.

Разработанная фармакологическая композиция СПАО-комплекс включает цитрат лития, аскорбиновую кислоту, глюкозу, янтарную кислоту, бутафосфан, L-карнитин тартрат в следующих соотношениях, мас. %: цитрат лития – 10; аскорбиновая кислота – 15; янтарная кислота – 10; бутафосфан – 30; L-карнитин тартрат – 15; глюкоза – остальное до 100. Для производства фармакологического комплекса СПАО использовали следующее сырье и материалы:

1. Цитрат лития 4-водный производится по ТУ 6-09-431-84.
2. Аскорбиновая кислота, соответствующая ФС 42-2668-95.
3. Янтарная кислота, соответствующая ГОСТ 6341-75.
4. Бутафосфан чистотой не ниже 99%.

Экспериментальным путем было определено, что эффективная терапевтическая доза «СПАО-комплекс» составляет 185 мг/кг массы тела при применении схемы дачи препарата с водой за двое суток до вакцинации, в день вакцинации и в течение двух дней после нее.

Таблица 1 – Средний титр антител на инфекционный энцефаломиелит

Возраст	Средний титр опыт	Средний титр контроль	Мин норма
18 недель	2404	2404	5000
37 недель	5015	4581	5000
53 недели	5365	4480	5000
62 недели	3205	2251	5000

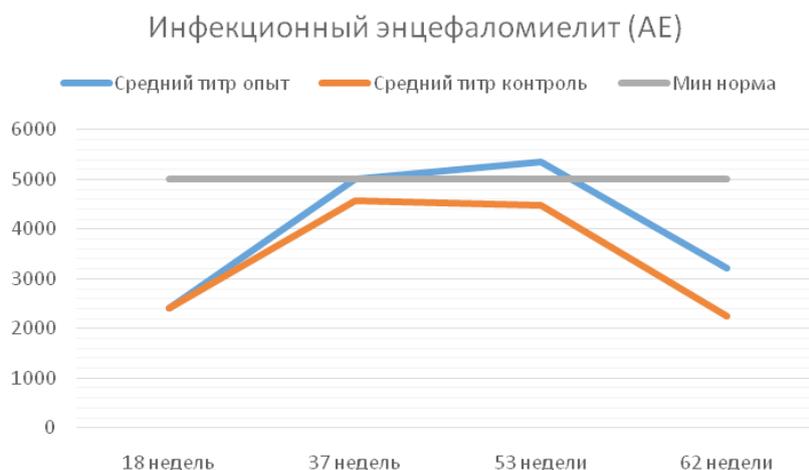


Рис. 1. Динамика титров антител в зависимости от возраста на инфекционный энцефаломиелит



Был оценен уровень выработки антител в ответ на вакцинацию у птицы разного возраста по плану-графику мониторинга. Титры антител на каждое заболевание оценивались в нескольких возрастах спустя 2–4 недели после вакцинации. В таблицах 1–5 приведены сравнительные данные по степени выработки антител в опытной группе (при применении СПАО-комплекса) и в контрольной группе, а также норма антител, которая должна быть получена при данной схеме вакцинации. На рисунках 1–5 дополнительно представлена динамика титров антител в зависимости от возраста кур.

Как видно из графиков по разным заболеваниям выше, контрольная группа в контрольных точках контроля качества вакцинации показала более низкий уровень антител, чем опытная группа, в которой применялся СПАО-комплекс. В опытной группе выработка анти-

тел, а следовательно, и ответ на вакцинацию были интенсивнее. Кроме того, опытная группа максимально приблизилась к минимальному значению нормы, а иногда была и выше нормы.

Помимо оценки среднего титра антител, был проанализирован коэффициент вариабельности (CV, %) по данным корпусам и получены следующие средние значения (рис. 6–10).

Как видно из графиков, коэффициент вариабельности ниже в опытной группе по сравнению с контрольной. Коэффициент вариабельности характеризует степень однородности выработки антител. При выполнении всех условий при вакцинации и нормальном состоянии иммунного статуса птицы коэффициент будет низким в пределах нормы. Высокий коэффициент вариабельности создается за счет низких титров (пропуски вакцинации) или за счет высоких титров (циркуляция полевого вируса).

Таблица 2 – Средний титр антител на инфекционную бурсальную болезнь

Возраст	Средний титр опыт	Средний титр контроль	Мин норма
0 дней	4238	2743	3000
3 дня	5354	3889	3000
4 дня	5977	3977	3000
6 дней	3456	3465	3000
9 дней	2495	2495	3000
12 дней	1287	1287	3000
15 дней	621	621	3000
16 дней	561	561	3000
30 дней	472	472	3000
38 дней	3953	3345	6000
41 неделя	9482	9482	6000
53 недели	12218	4218	6000

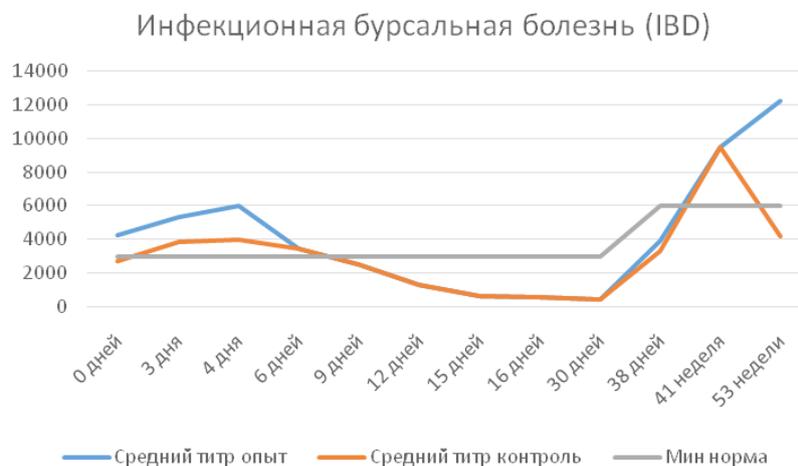


Рис. 2. Динамика титров антител в зависимости от возраста на инфекционную бурсальную болезнь

Таблица 3 – Средний титр антител на инфекционный бронхит кур

Возраст	Средний титр опыт	Средний титр контроль	Мин норма
6 дней	627	350	1000
9 дней	307	307	1000
11 дней	798	213	1000
17 дней	689	310	1000
21 день	81	81	1000
25 дней	648	444	1000
38 дней	761	604	1000
55 дней	1601	1321	1000
10 недель	1981	1381	6000
41 неделя	6533	4033	6000
53 недели	10769	8400	6000

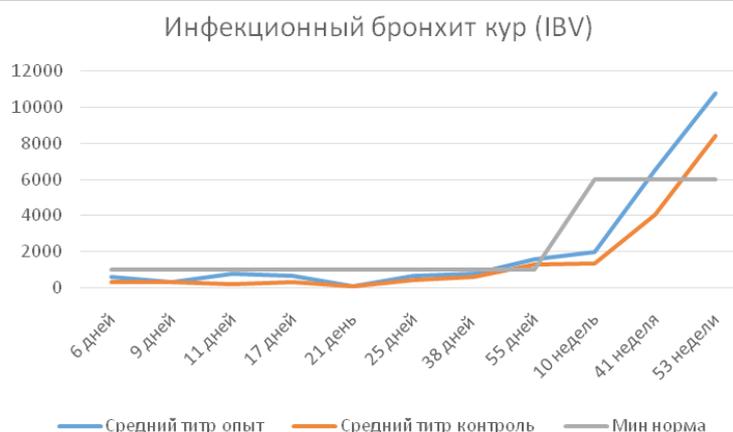


Рис. 3. Динамика титров антител в зависимости от возраста на инфекционный бронхит кур

Таблица 4 – Средний титр антител на реовирусную инфекцию

Возраст	Средний титр опыт	Средний титр контроль	Мин норма
5 дней	4179	1179	2000
12 дней	924	924	2000
38 дней	1810	1460	2000
55 дней	2881	1981	2000
24 недели	8058	7058	7000
40 недель	9210	7877	7000
53 недели	12555	8555	7000
55 недель	6639	5639	7000

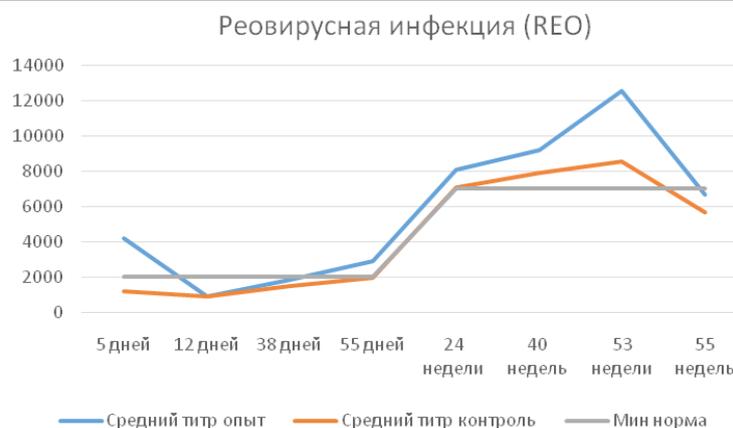


Рис. 4. Динамика титров антител в зависимости от возраста на реовирусную инфекцию



Таблица 5 – Средний титр антител на пневмовирусную инфекцию

Возраст	Средний титр опыт	Средний титр контроль	Мин норма
37 дней	280	280	2000
38 дней	162	162	2000
39 дней	300	300	2000
53 недели	12240	10240	7000

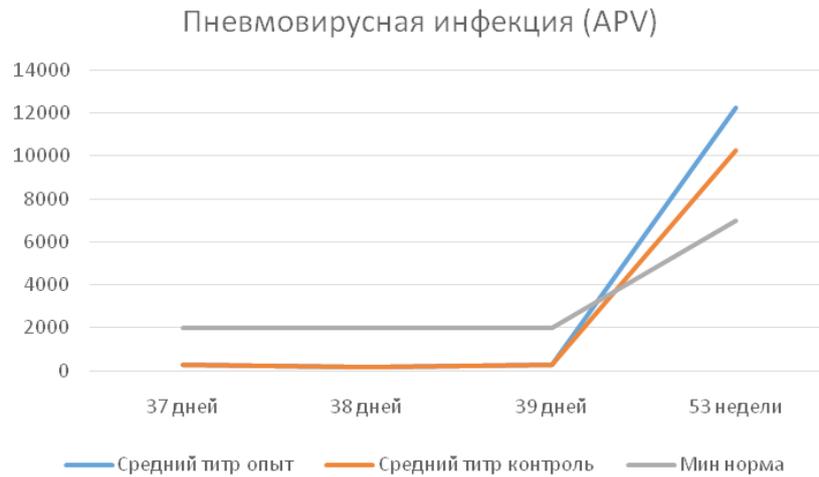


Рис. 5. Динамика титров антител в зависимости от возраста на пневмовирусную инфекцию

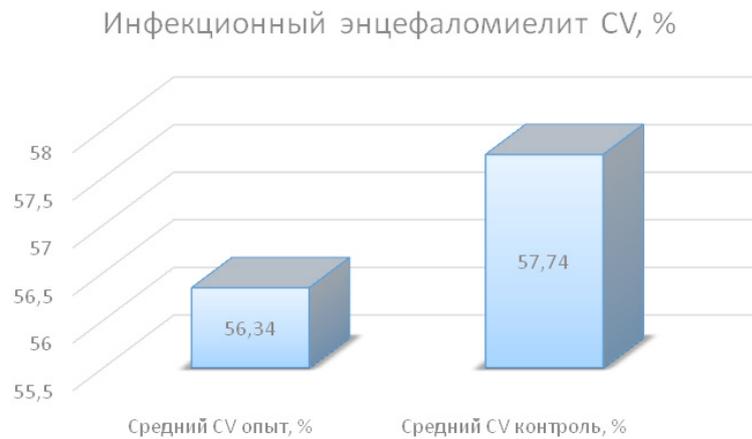


Рис. 6. Коэффициент вариальности титров антител на инфекционный энцефаломиелит

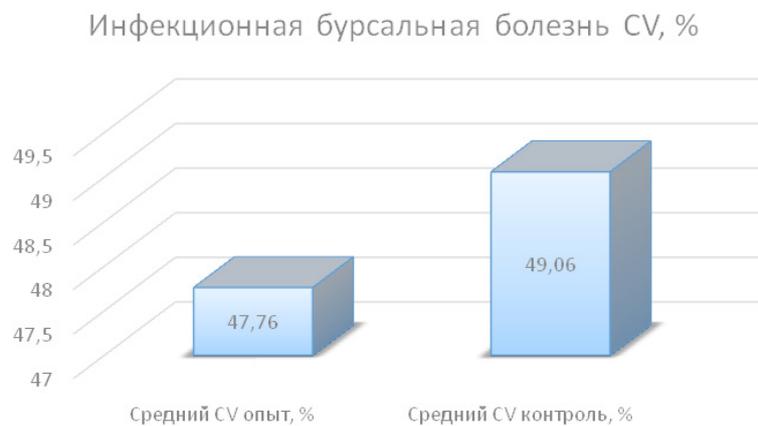


Рис. 7. Коэффициент вариальности титров антител на инфекционную бурсальную болезнь

Представленные в работе закономерности подтверждаются многочисленными исследованиями, полученными на разных видах животных и людях. Имеются данные об отрицательной связи между стрессом и реакцией антител на вакцинацию, что наиболее очевидно для тимус-зависимых вакцин [8]. Исследования, проводимые в течение длительного времени после вакцинации, также указывают на высокую зависимость перенесенного стресса и эффективно-

сти вакцинации. Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система и симпатическая нервная система являются медиаторами связи между стрессом и реакцией антител, что характерно для многих видов животных [9, 10] и, как показали результаты наших исследований, для кур. Полученные на сегодняшний день результаты экспериментальных исследований достаточно убедительно говорят о необходимости дальнейших научных изысканий в этом направлении.

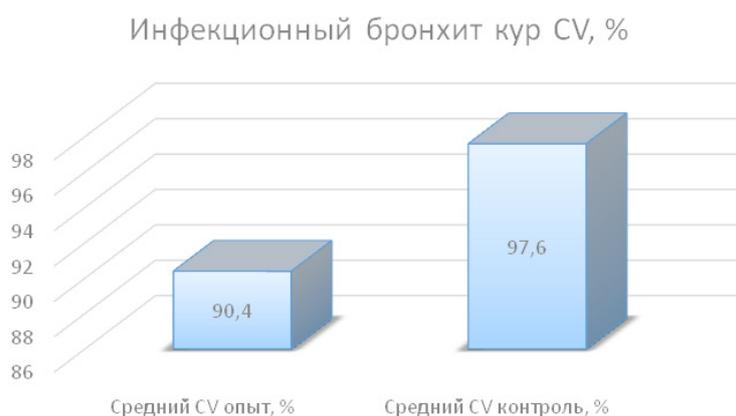


Рис. 8. Коэффициент вариальности титров антител на инфекционный бронхит кур



Рис. 9. Коэффициент вариальности титров антител на реовирусную инфекцию

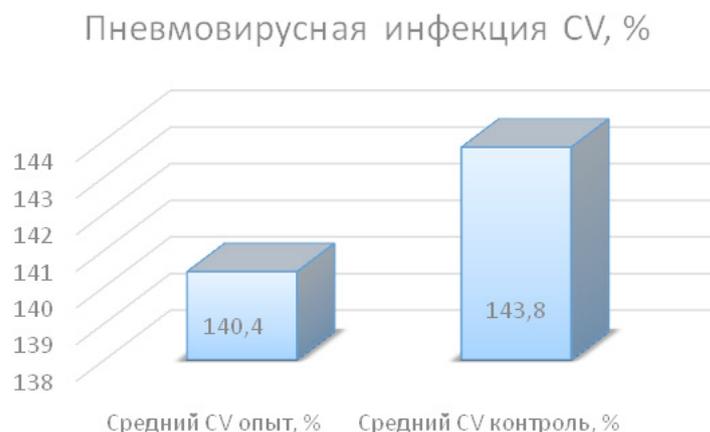


Рис. 10. Коэффициент вариальности титров антител на пневмовирусную инфекцию



### Выводы

Профилактика стрессов у птиц литий-содержащим фармакологическим средством СПАО-комплекс при вакцинации обеспечивает однородный и высокий уровень антител, а значит высокий уровень защиты птицы от полевого агента, непрерывно циркулирующего в стаде. Применение СПАО-комплекс при вакцинации позволяет повысить активность специфического звена иммунной системы, обеспечивает однородный и высокий уровень антител и обуславливает снижение коэффициента вариабельности на 1,3–7,2% по сравнению с показателями кур, не получавшими фармакологическое средство.

### Список литературы

1. Фисинин В. И., Кавтрашвили А. Ш. Тепловой стресс у птицы. Сообщение I. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 2. С. 162–171.
2. Стрессы и стрессовая чувствительность кур в мясном птицеводстве. Диагностика и профилактика / В. И. Фисинин [и др.]. Троицк, 2013.
3. Мифтахутдинов А. В. Экспериментальные подходы к диагностике стрессов в птицеводстве (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 2. С. 20–30.
4. Кочиш И. И. Динамика изменения свободных аминокислот сыворотки крови цыплят-бройлеров при воздействии соли лития / И. И. Кочиш [и др.] // Доклады РАСХН. 2009. № 6. С. 47–49.
5. Wein Y., Bar Shira E., Friedman A. Avoiding handling-induced stress in poultry: use of uniform parameters to accurately determine physiological stress. *PoultryScience*. 2017. № 96 (1). P. 65–73. DOI: 10.3382/ps/pew245.
6. Surai P. F., Fisinin V. I. Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses // *World's Poultry Science Journal*. 2016. № 72 (4). P. 721–734. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933916000714>.
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. С. 54–58.
8. Burns Victoria E Antibody response to vaccination and psychosocial stress in humans: relationships and mechanisms/ Burns, Victoria E; Carroll, Douglas; Ring, Christopher; Drayson, Mark // *Vaccine*. 2003. Vol. 21. Issue 19–20. P. 2523–2534.
9. Segerstrom S. C., Miller, G. E. Psychological Stress and the Human Immune System: A Meta-Analytic Study of 30 Years of Inquiry // *Psychological Bulletin*. 2004. Vol. 130. № 4. P. 601–630.
10. Varying antibody responses of laying hens housed in an aviary system and in furnished cages / M. I. Auerbach, G. Glunder, M. Beyerbach, R. M. Weber // *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 2014. Vol. 127. P. 267–273.

**Мифтахутдинов Алевтин Викторович**, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

**Аминева Эльмира Муллагалиевна**, аспирант кафедры морфологии, физиологии и фармакологии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nirugavm@mail.ru.

\* \* \*

УДК 637.524.2

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРНОГО МЯСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕННЫХ КОЛБАС И СОСИСОК**

**С. В. Ганенко**

Для улучшения качественных характеристик вареных колбас и сосисок, а также для увеличения их выхода в статье предлагается применять только натуральное мясное сырье, в частности использовать наиболее полно нативные свойства парного мяса. Представленная методика проведения эксперимента по определению влагосвязывающей способности (ВСС) и водоудерживающей способности (ВУС) парного мяса позволила определить наиболее оптимальное время внесения льдодводяной смеси в мясное сырье. Исследованиями установлено, что внесение льдодводяной смеси в парное мясо или его гидратация наиболее эффективно при его первичном измельчении на волчке, при этом показатель ВСС мяса – 52%. Установлено, что с увеличением диаметра отверстий выходных решеток волчка увеличивается и площадь их активной зоны, в обратной пропорциональности с этим параметром связана влагосвязывающая способность мяса в процессе его гидратации. Частица, полученная в результате измельчения неоднородной структуры, содержит активную зону, которая подвергается гидратации, и кусочек плотной неизмельченной ткани, который в процессе гидратации не взаимодействует с водой. Чем мельче степень измельчения сырья, тем активная зона гидратации больше.

*Ключевые слова:* парное мясо, физико-технологические свойства парного мяса, влагосвязывающая способность, водоудерживающая способность, степень измельчения мясного сырья, гидратация.

Мясо убойных животных в парном состоянии содержит на 50% больше солерастворимых белков, чем охлажденное, имеет высокий уровень рН (6,3–6,7) и высокий уровень влагосвязывающей и водоудерживающей способностей [1].

Как показала практика переработки парного мяса, использование последнего для производства вареных колбас и сосисок позволит увеличить выход готовой продукции как минимум на 30–40% [2].

Относительно малое время (2–3 часа) эффективной первичной обработки парного мяса определило поиск способов консервации нативных физико-технологических свойств мясного

сырья на период его переработки в колбасные изделия [3, 4].

**Целью данной работы** является определение наиболее эффективных способов гидратации парного мяса на стадии его первичной обработки.

Гидратация мясного сырья должна проводиться во время измельчения кусков парного мяса до размеров отдельных кусочков 2–3 мм. Гидратация парного мяса будет проводиться холодной водой или льдодводяной смесью, что позволит одновременно с впитыванием мясом влаги осуществить его охлаждение, это будет способствовать сохранению нативных свойств парного мяса на более длительное время.



Для проверки предложенной гипотезы были проведены лабораторные эксперименты по оценке эффективности нового способа гидратации парного мяса.

### Методика исследований

Методика исследования заключалась в определении ВСС и ВУС парного мяса в момент его непосредственной гидратации при измельчении. Затем вода вносилась через 10 секунд после измельчения мяса, затем через 10, 20 и уже 40 минут.

Количество воды, вносимой для гидратации парного мяса, составляло для каждого эксперимента 55% от массы мясного сырья. Измельчение проводилось на лабораторной мясорубке с диаметром отверстий выходной решетки 3 мм.

Полученный фарш после каждого эксперимента взвешивался и осаждался в течение 5 минут на специальном мелкоячеистом сите, через которое несвязанная влага стекала в специальную емкость и взвешивалась. По разности вносимой и отсеченной влаги определялось изменение ВСС и ВУС получаемого мясного фарша.

### Расчеты и результаты исследований

Результаты исследований обработаны и представлены в таблице 1.

По результатам исследований построен график (рис. 1), а также получено полиномиальное уравнение процесса гидратации:

$$W = -4E - 0,9x^3 + 1E - 0,5x^2 - 0,0208x + 48,653; R^2 = 0,9423. \quad (1)$$

Таким образом, внесение холодной воды в парное мясо наиболее эффективно именно в момент измельчения жилованного парного мяса, показатель ВСС при этом составляет 52%, а уже через 10 с после измельчения мяса ВСС снижается до 45% (см. рис. 1) [5].

Ранее было установлено, что степень влагосвязывающей способности парного мяса и его водоудерживающая способность в большей мере зависят от момента времени внесения холодной воды. Во многом это связано и с конструктивными особенностями режущего аппарата волчка, в частности зависит от диаметра отверстий решетки. Для подтверждения

Таблица 1 – Результаты исследований

Время внесения холодной воды в измельчаемое сырье – $t$ , с	0	10	600	1200	2400
Влагосвязывающая способность сырья – $W$ , %	52	45	40,7	37,5	25

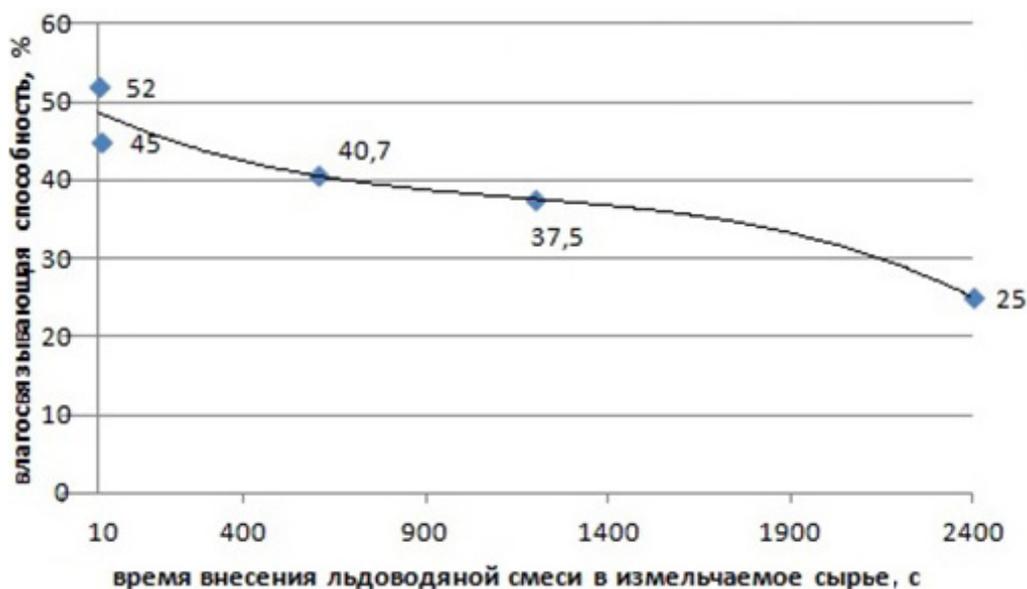


Рис. 1. Зависимость ВСС парного мяса от момента внесения холодной воды (льдодводяная смесь) в измельчаемое сырье

результатов предварительного эксперимента с решеткой с диаметром отверстий 3 мм был проведен эксперимент на волчке с использованием решет с отверстиями разного диаметра (Ø 1,5; 2; 3; 4; 7 мм). Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

На основании эмпирических данных и с использованием вычислительного приложения получена математическая модель, описывающая закон изменения показателя влагосвязывающей способности мяса в зависимости от

продолжительности процесса первичной обработки парного мяса после убоя.

$$W(t) = 0,0005t^6 - 0,01t^5 + 0,0321t^4 + 0,4451t^3 - 3,0322t^2 + 0,932t + 31,611. \quad (2)$$

На графике видно (рис. 2), что чем меньше диаметр отверстия выходной решетки, тем выше степень впитывания мясом воды. Связано это с тем, что более крупные кусочки мяса, по-

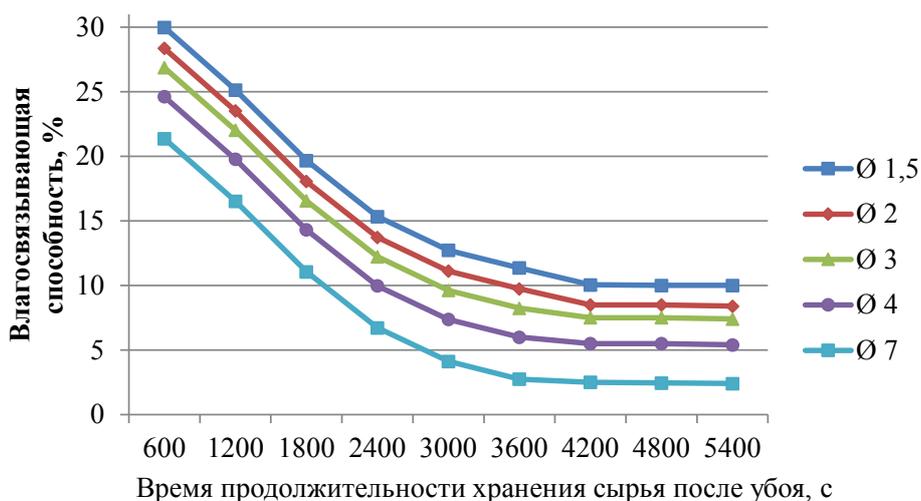


Рис. 2. Зависимость влагосвязывающей способности мяса (%) от продолжительности хранения сыра после убоя (с) и от диаметра отверстий решеток волчка (мм)

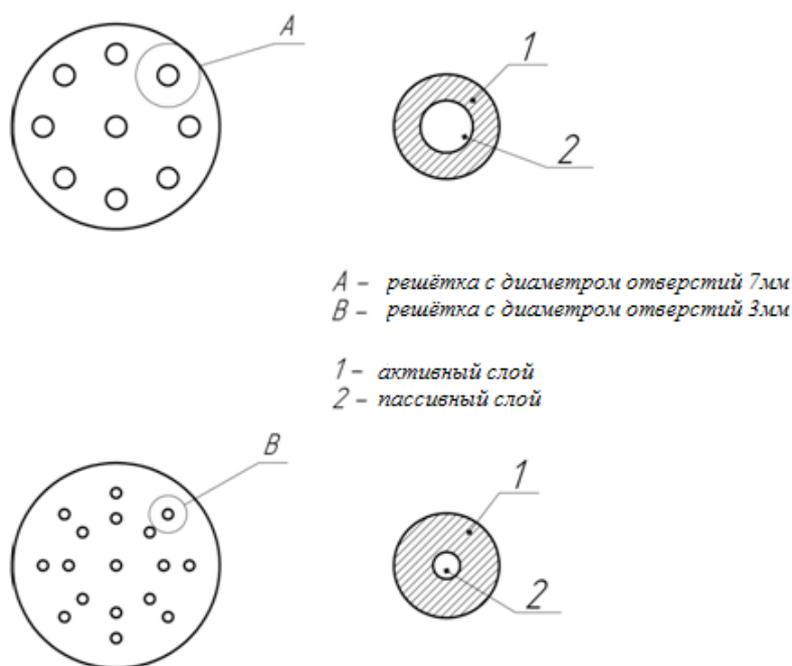


Рис. 3. Представление активного и пассивного слоя в отдельно взятом мясном кусочке, прошедшем через решетку волчка



лучаемые на решетках с большим диаметром, не могут гидратировать в полной мере, так как влага не проникает в глубокие слои мяса. Тогда как фарш, полученный с помощью решеток с меньшим диаметром отверстий, способен практически полностью гидратировать (рис. 3).

Для расчета активной площади резания решеток, была использована следующая формула:

$$S = n \frac{\pi D^2}{4}, \text{ мм}^2, \quad (3)$$

где  $n$  – число отверстий в решетке;

$D$  – диаметр отверстия решетки, мм.

Результаты расчетов представлены ниже.

На рисунке 4 представлена зависимость показателя влагосвязывающей способности от площади резания решеток. Очевидно, что чем больше диаметр отверстия выходной решетки, тем ниже степень гидратации.

### Выводы

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Представленный процесс обработки парного мяса на бойне обеспечит высокий выход вареных колбас и сосисок:

– наиболее эффективный способ сохранения нативных свойств парного мяса – это гидра-

тация его льдодояной смесью при первичном измельчении;

– парное мясо сразу же после убоя и разделки убойных туш имеет высокую ВСС, поэтому влагу необходимо вносить непосредственно в момент его измельчения на волчке.

2. Исследован процесс измельчения сырья на волчке с различной степенью резания сырья на кусочки, установлено:

– с увеличением диаметра отверстий выходных решеток увеличивается и площадь их активной зоны, в обратной пропорциональности с этим параметром связана влагосвязывающая и водоудерживающая способности мяса в процессе гидратации;

– степень измельчения сырья на решетках с различным диаметром отверстий взаимосвязана с показателем активности мяса при гидратации. Мясо, полученное на «мелкой решетке», более активно, гидратационная способность его выше на 9%.

3. Предварительно исследован механизм реакции измельченной частицы на процесс гидратации. Частица, полученная в результате измельчения, неоднородной структуры, содержит активную зону, которая подвергается гидратации, и кусочек плотной неизмельченной ткани, которая в процессе гидратации не взаимодействует с водой. Чем мельче степень измельчения сырья, тем активная зона гидратации больше.

Таблица 2 – Результаты исследований

S1 – Ø 1,5	S2 – Ø 2	S3 – Ø 3	S4 – Ø 4	S5 – Ø 7
169,56	235,50	353,25	452,16	807,77

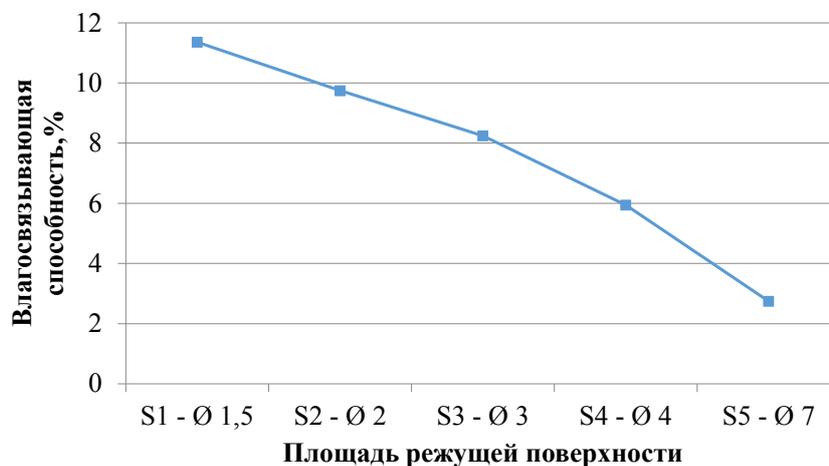


Рис. 4. Зависимость степени влагосвязывающей способности от площади режущей поверхности решеток

### Список литературы

1. Биотехнология мяса и мясопродуктов: курс лекций / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, Л. А. Текутьева, Т. А. Шепель. М. : ДеЛи принт, 2009. 296 с.
2. Жаринов А. И., Кудряшов Л. С. Что надо знать о парном мясе. М. : Мясная индустрия, 2005. № 6. 78 с.
3. Ганенко С. В., Крылова Н. В., Еремеева Ю. В. Обоснование технологии и устройства для стабилизации физико-технологических свойств парного мяса // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2013. Т. 64. С. 11–14.
4. Ганенко С. В., Еремеева Ю. В., Крылова Н. В. К вопросу о первичной обработке парного мяса на малых бойнях // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. Т. 69. С. 80–83.
5. Ганенко С. В., Масленникова К. Д. Обоснование технологии и разработка технических средств подготовки мясного сырья для производства вареных колбас // Сервис технических систем – основа безопасного функционирования машин и оборудования предприятий АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Ин-та агроинженерии, посвящ. 110-летию со дня рождения д-ра техн. наук, проф. И. Е. Ульмана (Челябинск, 2018). Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 278–282.

---

**Ганенко Сергей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры технического сервиса, оборудования и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

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

\* \* \*

УДК 663.252

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИНОГРАДНОГО ПИЩЕВОГО ВОЛОКНА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ВИНА**

**Т. М. Панахов, Х. А. Солтанов, М. А. Гусейнов**

Для улучшения качества натуральных столовых вин было исследовано использование вторичного сырья винодельческой промышленности, в частности виноградной выжимки. В ходе исследования в качестве вторичного сырья была взята кожица виноградной ягоды в высушенном и порошкообразном виде или в виде пищевого волокна. В связи с этим проведено исследование выжимки, полученной с использованием современного технологического оборудования и технологии переработки винограда. Основываясь на научно-исследовательских работах, можно отметить, что сушка инфракрасными лучами обеспечивает получение виноградного пищевого волокна лучшего качества, что оказывает положительное воздействие на технологический процесс производства вина.

*Ключевые слова:* вино, виноград, виноградное пищевое волокно, физико-химический и сенсорный анализ.

На предприятиях пищевой промышленности в процессе производства продуктов питания остаются богатые пищевыми волокнами отходы. Их использование всегда представляло особый интерес для производства новых ассортиментов продуктов питания и повышения биологической ценности. В составе отходов пищевой промышленности есть много полноценных белков, масел, легкоусвояемых углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов и других веществ. Однако сырье, полученное от переработки винограда, используется нечасто и неэффективно. Нет никаких сомнений в том, что использование полученных из этого сырья пищевых волокон в пищевой

промышленности и виноделии может приносить еще больший доход [13, 14].

В связи с благоприятным воздействием пищевых волокон растительного происхождения на здоровье человека растительные волокна нашли свое применение в обогащении пищевых продуктов [31, 5, 16, 20].

Известно, что применение виноградного порошка повышает пищевую ценность йогурта [3]. Также путем добавления виноградного порошка в коровье молоко разработан рецепт мягкого сыра. Это оказало положительное влияние на органолептические и потребительские свойства продукта [8, 32].

Итальянские специалисты доказали перспективность использования виноградного порошка в производстве мармеладных конфет и его большой потенциал для кондитерской промышленности. Обогащение мармелада виноградным порошком увеличило количество антоцианов, флавоноидов и процианидов, а следовательно, антиоксидантную активность, что обеспечило стабильность при приготовлении. Кроме того, конфеты, обогащенные волокнами, продемонстрировали хорошие текстурные свойства, а продолжительность приготовления сократилась [15].

Есть исследования, которые доказали, что пищевые волокна, полученные из винограда, являются эффективным ингибитором окисления липидов [2]. Согласно этим исследованиям, рекомендуется использовать их в качестве натурального антиоксиданта в сыром курином мясе и колбасных изделиях [10]. Однако в этом направлении проведено относительно мало исследований, а экспериментальные данные не систематизированы.

Кожица виноградной ягоды содержит такие ценные компоненты, как полифенолы, лигнины, ароматизаторы, красители и минеральные вещества, аминокислоты и витамины. Кроме того, кожица виноградной ягоды содержит другие компоненты, в том числе образованный гемицеллюлозой, целлюлозой и фенилпропанолигнином полисахаридолигнинный комплекс, который составляет пищевые волокна [6, 7, 12].

#### **Объекты и методы исследований**

В качестве объектов исследования были взяты четыре варианта, обработанных гребнеотделителем. В первом варианте была взята выжимка, оставшаяся после отделения сусла от смеси белых сортов винограда (сладкая выжимка). Во втором варианте была взята сладкая выжимка, полученная из сорта розового винограда, в третьем варианте была взята выжимка, полученная из красных сортов винограда и выдержанная в мякоти, а в четвертом варианте была взята выжимка, полученная из красных сортов винограда и сброженная.

Для сбраживания виноградного сусла использовались сухие дрожжи *Sacharomyces cerevisiae*. Свежесть сырья была проверена экспертизой [33].

Эта методика основана на анализе продукта на стадиях его обработки. Показатели

урожайности (элементы плодоношения), а также химические показатели сортов винограда были изучены с использованием традиционных и современных методов [9, 17–19]. Фактические данные, полученные в ходе исследования, обрабатывались математическим и статистическим методами [35].

Механический состав выжимки был определен путем взвешивания ее компонентов на весах [11, 36, 37]. Количество сухого вещества в сырье было определено после сушки образца при 105 °С до получения постоянной массы [30]. Количество сухого вещества в экстрактах было определено рефрактометрическим методом [26], а количество целлюлозы – методом Кюршена и Ганека. 1 г измельченного продукта поместили в пробирку объемом 120 см<sup>3</sup>, добавили 40 см<sup>3</sup> смеси кислоты (3,6 см<sup>3</sup> азотной кислоты с плотностью 1,4 и 36,4 см<sup>3</sup> 80%-го раствора уксусной кислоты), пробирку закрыли и нагрели на песчаной бане в течение 1 часа. Содержимое пробирки отфильтровали через стеклянный фильтр в кипящем состоянии. После извлечения экстракта осадок промыли 1–2 раза в 0,2 мл кипящего спиртового раствора гидроксида натрия, а затем несколько раз смесью дистиллированной воды и 10 см<sup>3</sup> спиртового эфира. Чистый белый осадок высушили при 100...105 °С до получения постоянной массы и взвесили на эксикаторе после охлаждения [1]. Для определения количества гемицеллюлозы образец сырья был экстрагирован в 6%-м гидроксиде натрия при температуре 20...25 °С в течение 1 часа. Полученный раствор нейтрализовали соляной кислотой, отфильтровали через предварительно взвешенный фильтр и высушили. Количество гемицеллюлозы определили по разнице между массой образца и фильтрованной массой [1]. Определение лигнина основано на методе Класона [1]. Основные компоненты химического состава выжимки, виноматериала и виноградного сусла, массовая концентрация приведенного экстракта, титруемых и летучих кислот, а также содержание этилового спирта определено на основе методов, указанных в стандартах [22, 23, 27–29], массовая доля пектиновых веществ – по объемному методу С. Райка [34]. Для определения общего азота за основу был взят метод Несслера [1]. Для определения массовой доли белка был использован метод Лоури [1]. Количество редуцирующих веществ было определено по методу Бертрана [1]. Определение витамина С было осуществлено



по стандарту ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Количественное определение антоцианинов было проведено спектрофотометрическим методом путем оптического измерения выхода кислоты при длине волны 520 нм. Микробиологический контроль над сырьем и полученными экстрактами был проведен в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [4]. Органолептические показатели экстрактов были определены в соответствии со стандартами [24, 25]. Светостойкость экстрактов была определена на основе изменений полноты раствора, экспонированного под прямыми солнечными лучами в течение трех месяцев, с помощью фотоэлектроколориметра на разных длинах волн. Стойкость к высокой температуре была определена на основе изменений полноты продукта, выдержанного при нагревании (80 °С) и кипении (100 °С), с помощью фотоэлектроколориметра на разных длинах волн. Качественный и количественный анализ биологически активных ингредиентов экстрактов был проведен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [21].

### Обсуждение результатов

Пищевые волокна были получены из белой сладкой выжимки смешанных сортов белого винограда. Высушенные пищевые волокна были диспергированы по различным степеням измельчения и сгруппированы с помощью сит (табл. 1).

Сусло сорта винограда «Баяншира» забродили активными сухими дрожжами вида *Saccharomyces cerevisiae* Killer Bayanus, расы

Таблица 1 – Характеристика вариантов эксперимента

№ образцов	Тип сушки	Степень измельчения волокна
1	Инфракрасный	1 мм
2	Инфракрасный	3 мм
3	Инфракрасный	5 мм
4	Инфракрасный	Неизмельченное
5	Сушильный шкаф	1 мм
6	Сушильный шкаф	3 мм
7	Сушильный шкаф	5 мм
8	Сушильный шкаф	Неизмельченное

ИОС 18-2007, предварительно иммобилизованными в вариантах виноградных пищевых волокон. Контрольный образец забродили в «интактных» клетках дрожжей (без использования виноградного пищевого волокна).

Сразу после добавления в материал дрожжей, иммобилизованных в измельченных до 1–3 мм частицах виноградного пищевого волокна, часть виноградных пищевых волокон осела на дно емкости, а крупные частицы плавали на поверхности жидкости.

На второй день все варианты помутнели. Это указывает на начало брожения и накопление дрожжевой биомассы. За исключением шестого и второго варианта, во всех остальных вариантах образовалась пена. Это характеризует образование углекислого газа и начало сбраживания сахара. Во втором и шестом вариантах это произошло на третий день, что указывает на интенсивность лаг-фазы. На этой фазе дрожжи размножаются, наблюдается постоянное движение частиц во всем объеме, а бродящее сусло становится еще более мутным.

После завершения брожения виноматериалы отстоялись. Во втором, третьем, шестом и седьмом вариантах (виноградные волокна, измельченные в частицы размерами 1–3 мм) виноградные пищевые волокна вместе с дрожжами образовали густой осадок. Это облегчило последующий процесс декантации. В четвертом и восьмом вариантах (виноградные пищевые волокна, измельченные до 5 мм) часть волокон вместе с дрожжами образовали на дне емкости гущу, а другая часть образовала «шапку».

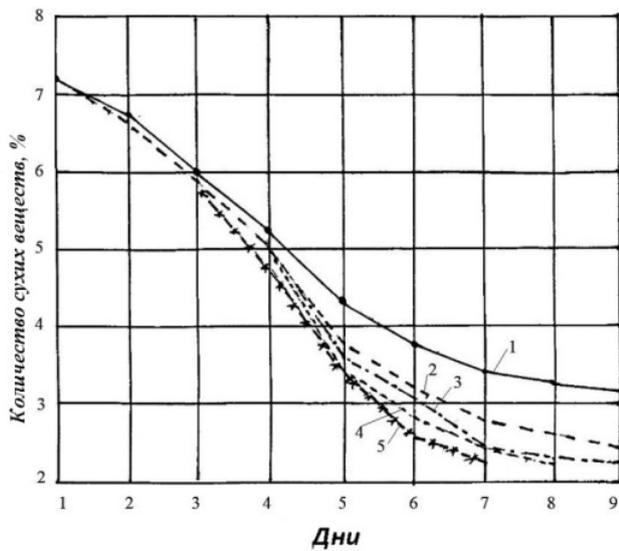
Характер изменения сухих веществ во время брожения сусла с участием виноградного пищевого волокна графически изображен на рисунках 1 и 2.

Установлена иммобилизация дрожжевых клеток на виноградном пищевом волокне в интенсификации процесса сбраживания. Наилучшие результаты получаются при использовании пищевых волокон, измельченных на частицы размером 3–6 мм. При этом продолжительность сбраживания сокращается, и достигается полное брожение сахара.

Следует отметить, что в третьем образце (пищевые волокна были измельчены до 3 мм и высушены инфракрасными лучами) продолжительность брожения была сокращена на 2 дня.

Чтобы понять, как виноградные пищевые волокна влияют на цвет изготавливаемого вина,

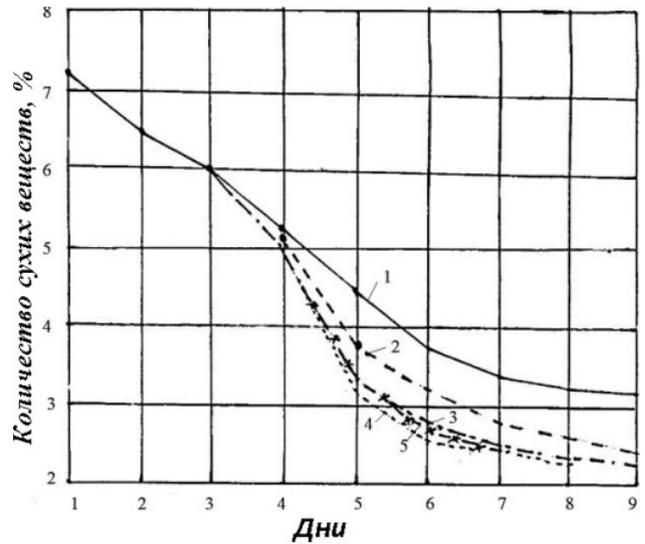
была определена общая интенсивность окраски (общая оптическая плотность при длинах волн 420 и 520 нм) (рис. 3). Низкие показатели интенсивности окраски характеризуют не обладающую золотистым и янтарным оттенком. Такая ситуация положительно оценивается для белых натуральных столовых виноматериалов.



1 – контрольный вариант; 2 – 5-й вариант;  
3 – 2-й вариант; 4 – 4-й вариант; 5 – 3-й вариант

Рис. 1. Изменение количества сухих веществ во время сбраживания сула с применением дрожжей, иммобилизованных в виноградных пищевых волокнах, высушенных в инфракрасной сушилке

Во всех вариантах применения пищевых волокон интенсивность окраски была меньше по сравнению с контрольным вариантом. Образцы 3, 4, 5, 6, 7, 8 приобрели светло-соломенный цвет. 9-й образец (измельченные и высушенные в сушильном шкафу пищевые волокна) приобрел желтовато-золотистый



1 – контрольный вариант; 2 – 9-й вариант;  
3 – 6-й вариант; 4 – 7-й вариант; 5 – 8-й вариант

Рис. 2. Изменение количества сухих веществ во время сбраживания сула с применением дрожжей, иммобилизованных в виноградных пищевых волокнах, высушенных в сушильном шкафу

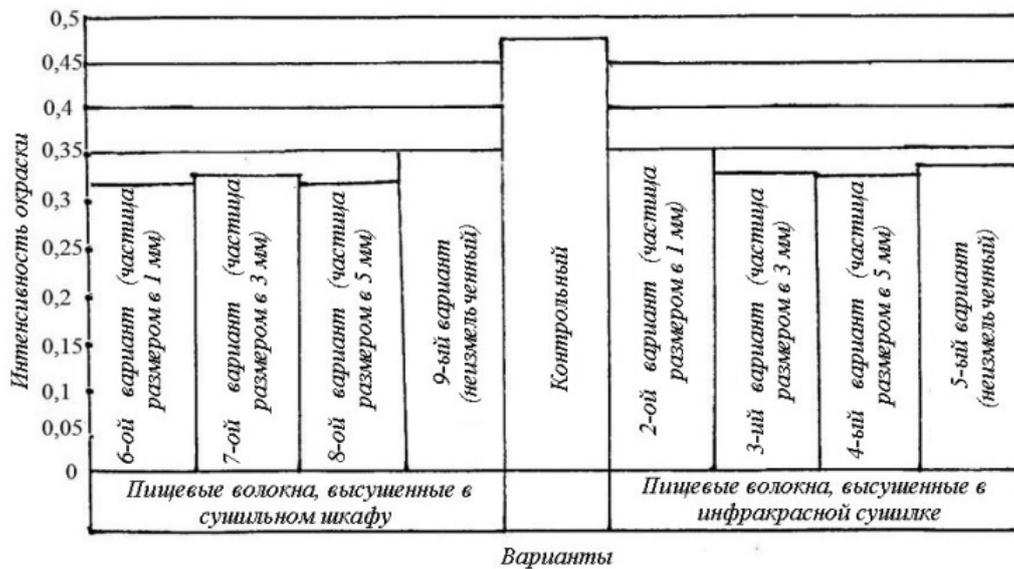


Рис. 3. Влияние типа сушки и степени измельчения виноградного пищевого волокна на интенсивность окраски виноматериалов



отенок, а контрольный вариант – соломенный цвет.

Основываясь на массовых концентрациях приведенного экстракта (рис. 4), можно отметить, что во время брожения вино обогащается волокном. Их переход в вино зависит от степени измельчения и метода сушки.

При использовании в вариантах 6–9 высушенного в сушильном шкафу пищевого волокна приведенный экстракт составил 18,8...20,9 г/дм<sup>3</sup>. Количество приведенных экстрактов в вариантах, в которых были использованы пищевые волокна, высушенные в инфракрасном сушильном устройстве, составило 19,4...21,8 г/дм<sup>3</sup>.

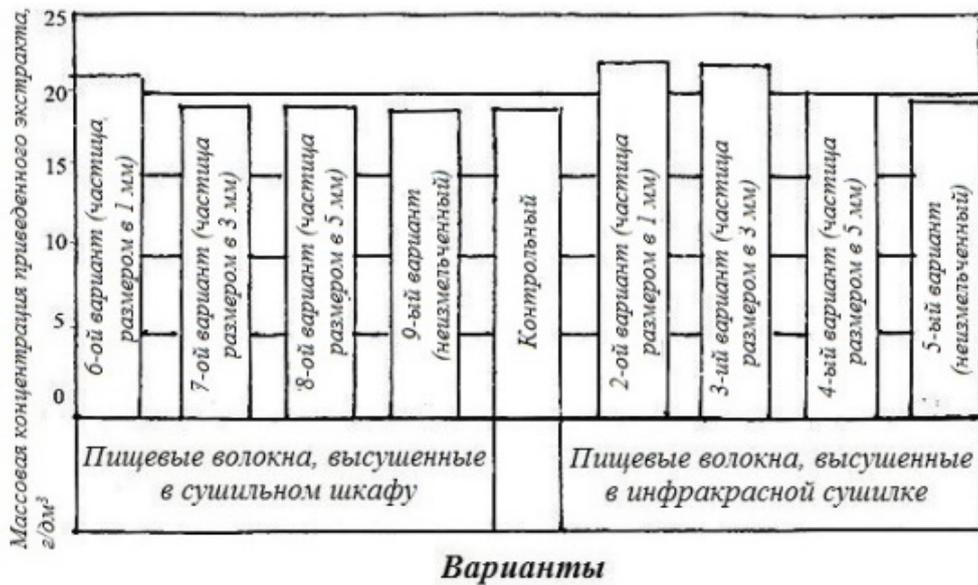


Рис. 4. Влияние типа сушки и степени измельчения виноградных пищевых волокон на массовую концентрацию экстракта

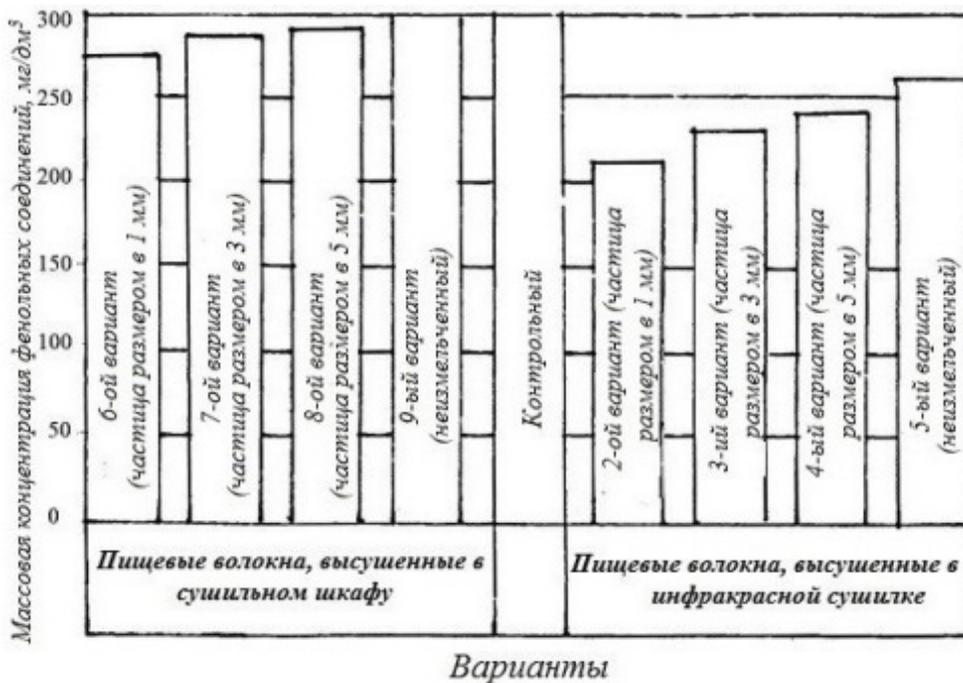


Рис. 5. Влияние типа сушки и степени измельчения виноградных пищевых волокон на массовую концентрацию фенольных соединений

Было установлено, что концентрация приведенных экстрактов в образцах, в которых были применены виноградные пищевые волокна, высушенные в сушильном шкафу, частицы которых были измельчены до 1 мм, составила на 2,1 г/дм<sup>3</sup> больше по сравнению с контрольным вариантом, а при применении пищевых волокон одинакового размера, высушенных инфракрасными лучами, приведенный экстракт составил на 3 г/дм<sup>3</sup> больше по сравнению с контрольным вариантом. Это указывает на то, что материал, высушенный инфракрасными лучами, обладает более высоким качеством.

Использование виноградного пищевого волокна в процессе брожения приводит к снижению массовой концентрации фенольных соединений, которые играют роль в окраске вина. Фенольные соединения коррелируют с вышеупомянутыми показателями интенсивности окраски. Добавление пищевого волокна, высу-

шенного с помощью инфракрасного излучения, уменьшает экстрактивную массу и содержание фенольных веществ (рис. 5). Это очень важно в приготовлении натурального белого вина, потому что при изготовлении такого типа вина появляется необходимость в активации процесса окисления с участием фенольных соединений. При этом степень измельчения пищевых волокон также влияет на количество фенольных соединений. Чем выше степень измельчения, тем меньше количество фенольных соединений в экспериментальных вариантах.

Полученные в ходе эксперимента значения (табл. 2, 3) показывают, что виноградное пищевое волокно оказывает существенное влияние на химический состав виноматериала. Следует отметить, что существует высокая корреляция между массовой концентрацией приведенного экстракта и глицерином. Это указывает на то, что применение пищевых волокон помогает

Таблица 2 – Влияние типа сушки и степени измельчения виноградных пищевых волокон на физико-химические показатели виноматериала

Варианты	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация кислот, г/дм <sup>3</sup>		рН	Глицерин, г/дм <sup>3</sup>
		Титруемые	летучие		
1-й (контрольный)	9,25	8,4	0,56	3,09	4,12
2-й (инфракр., 1 мм)	8,56	6,2	0,28	3,08	6,70
3-й (инфракр., 3 мм)	8,56	6,0	0,33	3,11	6,55
4-й (инфракр., 5 мм)	8,48	5,9	0,32	3,11	6,60
5-й (инфракр. целый)	8,16	5,7	0,34	3,10	6,82
6-й (шкаф, 1 мм)	9,78	6,9	0,43	2,91	6,08
7-й (шкаф, 3 мм)	9,52	7,2	0,31	2,88	5,78
8-й (шкаф, 5 мм)	9,85	7,4	0,33	2,87	5,25
9-й (шкаф, целый)	9,25	7,2	0,36	2,76	4,88

Таблица 3 – Влияние типа сушки и степени измельчения виноградных пищевых волокон на массовую концентрацию органических кислот

Варианты	Органические кислоты, г/дм <sup>3</sup>				
	винная	яблочная	лимонная	янтарная	молочная
1-й (контрольный)	4,77	1,98	0,47	0,87	1,80
2-й (инфракр., 1 мм)	2,43	1,13	0,36	0,74	1,54
3-й (инфракр., 3 мм)	2,28	1,23	0,36	0,68	1,54
4-й (инфракр., 5 мм)	1,82	1,28	0,38	0,58	1,37
5-й (инфракр. целый)	1,96	1,47	0,30	0,56	1,28
6-й (шкаф, 1 мм)	4,32	1,61	0,27	0,79	2,21
7-й (шкаф, 3 мм)	4,50	1,66	0,28	0,76	2,18
8-й (шкаф, 5 мм)	4,66	1,91	0,29	0,73	2,09
9-й (шкаф, целый)	4,56	1,96	0,34	0,70	1,92



процессу брожения пройти через глицеропиро-виноградный путь и выработать большое количество глицерина.

В экспериментальных вариантах, в частности в 6-м, 7-м, 3-м и 5-м вариантах, в концентрации яблочной кислоты было обнаружено значительное снижение, что может быть связано с активацией ферментной системы в цикле трикарбоновых кислот.

### Список литературы

1. Алиев М. М., Ханкишиев Ю. Х. Физико-химические методы контроля качества продукции : учеб. пособие. Гянджа : АКТА, 2008. 156 с.
2. Бодякова А. В., Христюк В. Т., Черненко Е. И. О путях совершенствования технологии комплексной переработки вторичных ресурсов виноделия // Индустрия напитков. 2012. № 3. С. 14–15.
3. Deng Q., Penner M. N., Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins // Food Research International. 2011. № 44. P. 2712–2720.
4. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.
5. Biowaste and vegetable compost utilization in agriculture: An agronomie and environmental assessment / R. Horn, R. Fleige, S. Peth, X. H. Peng // 17 th Conference of the International-Soil-Tillage-Research-Organisation. Kiel : Catena Verlag. 2006. P. 388–394.
6. Оценка новых интродуцентных сортов винограда в условиях Азербайджана / М. А. Гусейнов, Х. Н. Насибов, А. С. Шюкюров, В. С. Салимов // АПК России. 2018. Т. 25. № 3. С. 444–447.
7. Гусейнов М., Солтанов Х. Совершенствование технологии производства натурального вина // Sylwan. 2019. № 163 (4). С. 2–13.
8. Ибрагимова Л. Р., Гаммацаев К. Р. Использование вторичных продуктов переработки виноградно-винодельческой отрасли // Научные труды КубГТУ. Краснодар, 2015. С. 111–114.
9. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1963. С. 152.
10. Литовка Ю. А., Громовых Т. И. Биоконверсия растительного сырья : лаборат. практикум. Красноярск : СибГТУ, 2007. С. 99.
11. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. д. т. н. В. Г. Гержиковой. Симферополь : Таврида, 2002. С. 258.
12. Насибов Х. Н., Гусейнов М. А. Исследование некоторых факторов осветления виноматериалов. Перспективные технологии и сортименты в виноградарстве и виноделии. ФГБНУ / Северо-Кавказский Федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 18. С. 176–179.
13. Nerantzis E. T., Tamaridis P. Integrated Enology-Utilization of winery by-products // Journal of Science & Technology. 2006. Vol. 40. № 4. P. 659–673.
14. Nogales R., Cifuentes, Benitez E. Vermicomposting of Winery Wastes: A laboratory Study. Journal of Environmental science and Health. 2005. Vol. 40. № 4. P. 659–673.
15. Исследование технологических свойств продуктов переработки винограда для использования в кондитерской промышленности / В. И. Оболкина, Т. В. Калиновская, И. А. Крапивницкая, С. Г. Киянина // Научные труды «Хранительна наука, техника и технологии-2013». Т. IX. С. 772–776.
16. Otles S., Ozgöz S. Health effect of dietary. Acta Sel. Pol. Technol. Aliment. 2014. № 13. P. 191–202.
17. Панахов Т. М., Гусейнов М. А., Насибов Х. Н. Исследование качества вина, произведенного новыми сортами винограда в Азербайджане // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1223–1226.
18. Панахов Т. М., Гусейнов М. А., Насибов Х. Н. Технологическая оценка новых гибридных сортов винограда // Виноделие и виноградарство. 2018. № 4. С. 32–35.
19. Панахов Т. М., Шафизаде Д. А., Гусейнов М. А. Разработка метода устранения заболеваний и дефектов вин с использованием продуктов переработки дуба // Виноделие и виноградарство. 2018. № 1. С. 29–33.
20. Papathanasopoulos A. Camilleri M Dietari Fiber Supplements: Effect in obesity and Metabolic Syndrome and relations ship to Gastrointestinal. Function Gastroenterology. 2010. Vol. 138. Issue 1. P. 65–72.
21. Гержикова В. Г. Методы технологического контроля в виноделии. Симферополь : Таврида, 2001. С. 624.
22. ГОСТ 13192-1973 Вино, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. М. : Стандартинформ, 2011. С. 10.
23. ГОСТ 32114-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы

определения массовой концентрации титруемых кислот. М. : Стандартинформ, 2013. С. 8.

24. ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа. М. : Стандартинформ, 2013. С. 16.

25. ГОСТ 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2014. С. 14.

26. ГОСТ ISO 2173-2013 Продукция переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М. : Стандартинформ, 2014. С. 12.

27. ГОСТ 32001-2012 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот. М. : Стандартинформ, 2014. С. 8.

28. ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. М. : Стандартинформ, 2014. С. 8.

29. ГОСТ 32000-2012 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта. М. : Стандартинформ, 2014. С. 8.

30. ГОСТ 28038-2013 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения микотоксина патулина. М. : Стандартинформ, 2014. С. 24.

31. Пищевые волокна в клинической практике / В. Г. Радченко [и др.] // Клинические

перспективы гастроэнтерологии, генологии. 2010. № 1. С. 20–21.

32. Функционально технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий / Т. В. Рензьева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 4 (35). С. 43–49.

33. Экспертиза свежих плодов и овощей : учеб. пособие / Т. В. Плотникова, В. М. Позняковский, Т. В. Ларина, Л. Г. Елисеева. Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2001. С. 302.

34. Подшуваленко Н. С., Касьянов Г. И. Удаление солей винной кислоты из виноградного сока и вина // Сборник матер. Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар : ГУ КНИИХиП, 2005. С. 123–124.

35. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Высш. шк., 1973. С. 320.

36. Изучение изменчивости и наследования признаков в некоторых гибридных популяциях винограда / В. С. Салимов [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. № 3. С. 47–49.

37. Салимов В., Габриэлла Де Л., Асадуллаев Р. Ампелографические особенности и молекулярное исследование аборигенных виноградных сортов Азербайджана с помощью микросателлитов // Албанский журнал сельскохозяйственных наук. 2015. № 14 (4). С. 420–430.

---

**Панахов Тариел Магомед**, д-р техн. наук, заместитель директора, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия.

E-mail: panahov1953@gmail.com.

**Солтанов Хикмет Абулфаз**, диссертант, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия.

E-mail: h\_soltanov@mail.ru.

**Гусейнов Мовлуд Арастун**, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия.

E-mail: movludh@mail.ru.

\* \* \*

## НУТРИЕНТНО-МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ СТРЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО БИОКОМПЛЕКСА НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Г. А. Подзорова, А. Н. Австриевских, В. М. Позняковский

Представлены материалы для научного обоснования рецептурного состава комбинированного биокомплекса на растительной основе в форме биологически активной добавки (БАД). Рассмотрена биохимическая характеристика действующих начал, синергические свойства которых направлены на нутриентно-метаболическую поддержку организма в условиях стресса. Рецептурная формула БАД включает следующие компоненты, мг в 1 капсуле: глицин – 140; зверобоя травы экстракт – 112,5; гриффонии семян экстракт – 53 (5-гидрокситриптофан – 40); L-теанин – 50; пассифлоры цветков экстракт, 4% – 40 (флавоноиды в пересчете на витексин, не менее – 1,6); аскорбиновая кислота (С) – 30; пиридоксина гидрохлорид (В<sub>6</sub>) – 1,0. Проведены физико-химические, микробиологические и органолептические испытания качественных характеристик, в том числе критериев безопасности, испытуемого продукта. Хранение осуществляли в сухом защищенном от света месте, при 25 °С, относительной влажности не более 70%, на протяжении 27 месяцев. Результаты исследований позволили установить регламентируемые качественные характеристики, в том числе пищевой ценности, мг/1 капсуле: пиридоксин – 1,0 (0,8–1,2); аскорбиновая кислота – 33,75 (27–40,5); флавоноиды в пересчете на витексин, не менее – 1,6. Критерии безопасности соответствовали требованиям нормативных документов, что позволило установить сроки хранения при указанных режимах – 2 года с запасом «прочности» – 3 месяца. Рассмотрен возможный механизм стресс-регулирующего действия БАД, в основе которого лежит антиоксидантная активность и анаболические свойства рецептурных ингредиентов, направленных на восстановление разрушенных биоресурсов и повышение устойчивости к стрессу. Это позволяет позиционировать разработанный продукт в качестве адаптогенного средства, регулирующего обменные процессы в условиях стресса с повышением неспецифической резистентности организма.

*Ключевые слова:* растительный биокомплекс, регламентированные показатели качества, безопасность, функциональные свойства, стресс, коррекция метаболизма.

Жизнь современного человека неизбежно связана с воздействием стресса, который может носить постоянный и разнонаправленный характер. При отсутствии метаболической поддержки адаптационные возможности организма не безграничны и не в состоянии справиться с оптимизацией обменных процессов, что заканчивается срывом адаптации и развитием патологических изменений. Приоритетная роль в выравнивании «метаболических качелей» отводится фактору питания – специализированным продуктам, в том числе биологически активным добавкам (БАД) с направленными функциональными свойствами [1]. Этот путь является наиболее доступным, эффективным и

безопасным, о чем свидетельствуют многовековой опыт восточной медицины и достижения современной нутрициологии [2, 3].

**Цель исследования** – разработать новую формулу биокомплекса на растительной основе для обеспечения коррекции метаболических процессов в условиях стресса.

### Материалы и методы

В качестве материалов использовано исходное растительное сырье, лабораторные и производственные образцы фитокомплекса. Применяли стандартные и специальные методы исследования показателей безопасности и качества используемого сырья и готовых

форм БАД согласно требованиям нормативного документа [4]. Сумму изомеров ГХЦГ, ДДТ, а также содержание гептахлора и алдрина исследовали с использованием газо-жидкостной хроматографии (хроматограф Agilent 6890 N) (ГОСТ 30349), токсичные металлы (ГОСТ 30178) – ртуть, мышьяк, свинец, кадмий, минералы – цинк (Р 4.1.1672), марганец и хром (ГОСТ 30178) – с применением атомно-абсорбционной спектрофотометрии (спектрофотометр Varian 220 А). Сумму флавоноидов определяли УФ-спектрофотометрическим методом (с использованием Agilent) в пересчете на рутин (ГФ XI вып. 2 ст. 56).

Определение флавоноидов в пересчете на витексин проводилось с применением модифицированного спектрофотометрического метода.

### Результаты исследований

Разработана новая формула комбинированного биокомплекса на растительной основе в форме БАД. Для научного обоснования качественного и количественного состава рецептуры дана характеристика и направления функционального влияния отдельных ингредиентов, обладающих синергическими свойствами в коррекции обменных процессов при стрессе.

*Зверобоя травы экстракт (Зверобой обыкновенный, продырявленный, Hypericum perforatum L.)* Действующими веществами травы зверобоя являются протопсевдогиперицин, гиперин, протогиперицин и псевдогиперицин, которые относятся к конденсированным антраценовым производным. В эту группу входят также франгулоэмодинантранол и франгулоэмодин – мономерные антраценпроизводные. В состав травы входят также фенолкарбоновые кислоты, комплекс фенольных соединений, относящихся к флавонолам – изокверцитрин, кверцетин, кверцитрин, рутин, кемпферол и мирицетин, лейкоантоцианы и антоцианы.

Гиперицин обладает положительным эффектом при воздействии на организм стресса и сопровождающейся депрессии, нивелирует агрессию и тревожность, чувство напряженности, профилактирует нарушения сна. Способствует восстановлению работоспособности, в условиях стресса поддерживает психологический настрой на выполнение заданного объема работы.

*Глицин.* Аминокислота, влияющая на мозговой метаболизм. Обладает способностью проникать в клетки и ткани организма, в том числе

жизненно важные сферы, метаболизируясь до нетоксичных продуктов обмена – углекислого газа и воды.

Глицин активизирует защитное торможение в тканях центральной нервной системы, снижает психоэмоциональный уровень напряжения, улучшает умственную деятельность, оказывает седативное и антидепрессивное влияние, контролирует функцию глутаматных (NMDA) рецепторов, проявляет антиоксидантный, антикоагуляционный, глицин- и ГАМК-ергический, альфа1-адреноблокирующий эффекты.

Глицин увеличивает электрическую активность одновременно в лобных и затылочных отделах головного мозга, обеспечивает обезвреживание токсичных метаболитов в процессе окисления этанола, снижает выраженность астенического синдрома, снижает патологическое влечение к алкоголю.

*Гидрохлорид пиридоксина (витамин В<sub>6</sub>).* Участвует в метаболизме глюкозы, предупреждая тем самым резкие изменения ее количества в крови, в условиях которого происходит выброс адреналина из надпочечников и увеличение содержания сахарозы. Специалисты в области психофизиологии предполагают, что в основе возникновения агрессивности лежит подсознательный механизм интуитивного способа реакции организма, реализуемого выбросом адреналина и увеличением доступности для клеток энергетического материала.

Пиридоксин играет важную роль в других видах обмена веществ. Помогает противостоять стрессу, при котором надпочечники выбрасывают гормоны, активизируя белковый обмен. Способствует улучшению обмена веществ в мозговой ткани, выполняя функцию катализатора в метаболизме аминокислот и биосинтезе нейромедиаторов в тканях нервной системы. Улучшает настроение и память. Положительное влияние пиридоксина на обмен глюкозы благоприятно влияет на нервную систему и увеличивает работоспособность как физическую, так и умственную.

Хронический дефицит витамина В<sub>6</sub> приводит к изменениям функции нервной системы – повышается возбудимость, нарушается внимание, память, возникает дезориентация, головные боли, утомляемость.

*L-теанин.* Запатентованной торговой маркой является *Suntheanine*. L-теанин – продукт ферментативного производства, позициониру-



ется как природная аминокислота небелкового происхождения, содержится в листьях зеленого чая. Является основным компонентом, отвечающим за экзотический вкус зеленого чая, называемый «кумами», который формирует ощущение чувства релаксации, не вызывая сонливости.

Неврологические эффекты L-теанина: способствует релаксации, уменьшает чувство стресса/тревоги, улучшает обучение, концентрацию внимания; способствует выпуску нейромедиаторов, оказывает нейропротекторный эффект (защита нейронов мозга от повреждающего действия патогенных факторов).

Физиологические эффекты: снижает симптомы ПМС и расстройство сна, кровяное давление, уменьшает повреждения головного мозга.

*Пассифлоры травы экстракт* (Пассифлора инкарнатная, страстоцвет инкарнатный, кавалерская звезда, *Passiflora incarnata L.*). Многолетнее растение, содержащее группу индольных веществ – алкалоиды пассифлорин (гарман), гармин и гармол. Указанные биологически активные вещества инактивируют моноаминоксидазу. Флавоноиды – витексин, кверцетин, лютеолин и апигенин оказывают кардио-трофическое и сосудорасширяющее действия. Идентифицированы хиноны и кумарины, обладающие индивидуальными физиологическими эффектами.

Рассмотренные биологически активные соединения направлены на реализацию противотревожных и седативных свойств пассифлоры. Трава обладает способностью регулировать сон и его продолжительность при отсутствии каких-либо неприятных ощущений после пробуждения.

Показано, что пассифлора проявляет противосудорожный эффект, оказывает положительное действие на настроение в условиях депрессивного состояния. Мягкое седативное влияние растения на организм является разрешающим фактором для его применения при терапии неврозов в детском возрасте (старше 3 лет). У маленьких пациентов удается снизить повышенную возбудимость, уменьшить двигательное беспокойство, стабилизировать эмоциональный фон, повысить способность к концентрации внимания, устранить невротическую симптоматику (беспричинные страхи, тошноту, головные боли, спазмы ЖКТ и т. д.). Препараты пассифлоры успешно применяются при лечении малой хореи у детей (хорея, или виттова

пляска – быстрые произвольные некоординированные движения, в основном подергивания конечностей, вид гиперкинеза, может быть признаком органического поражения мозга при ревматизме или последствием наследственного заболевания).

Спазмолитическая активность пассифлоры оказывает положительное действие при головных болях, в том числе мигрени, спазмах гладкой мускулатуры.

Благодаря своему успокаивающему влиянию пассифлора зарекомендовала себя как одно из средств помощи при патологическом течении климакса, поскольку в период гормональных изменений нервная система женщины особенно уязвима и нуждается в мягкой и надежной поддержке.

Растение проявляет направленные функциональные действия – противосудорожное, обезболивающее, спазмолитическое, противовоспалительное. Способствует физической работоспособности, функции памяти, помогает противостоять избыточному стрессу и хронической усталости, справляться с ними и эмоциональными перегрузками. Защищает клетки центральной нервной системы от повреждающего действия свободных радикалов.

Препараты пассифлоры не дают побочных эффектов физической и психологической зависимости, привыкания в условиях длительного назначения, что положительно их характеризует при сравнении с психотропными средствами, полученными путем химического синтеза.

Индивидуальные седативные характеристики пассифлоры применяются в терапии от приобретенной зависимости психоактивных веществ. Показано, что растение компенсирует возбуждающее действие амфетамина (вещество, содержащееся в психоактивных веществах – алкоголе и наркотиках), поэтому его используют при лечении алкоголизма и наркомании. Проявляет успокаивающее действие в период похмелья (абстиненции), устраняет негативные невротические изменения, нормализует сон и настроение, увеличивает способность к трудовой деятельности.

Препараты пассифлоры имеют разрешение Международного Олимпийского комитета в период предсоревновательной подготовки спортсменов. Показан их психофизиологический эффект: укрепляют нервную систему, снижают уровень тревожности, помогают сохранять

психологическое равновесие, что является альтернативой химическим седативным средствам.

*5-гидрокситриптофан* – аминокислота, встречающаяся в семенах гриффонии простолистной (*Griffonia simplicifolia*), других природных источниках.

5-гидрокситриптофан выступает в роли промежуточного химического соединения в процессах превращения аминокислоты триптофан в серотонин, мелатонин и ниацин.

Триптофан в свою очередь участвует в процессах сохранения азотистого баланса, что чрезвычайно важно для обеспечения здоровья. Из триптофана синтезируется серотонин, дефицит которого приводит к депрессии и бессоннице. Аминокислота является незаменимой, не может продуцироваться клетками нашего организма и должна обязательно поступать с пищей. 5-НТР оказывает благотворное действие на различные стороны обмена, в том числе повышает продукцию серотонина – гормона, участвующего в регуляции настроения. Если серотонин продуцируется в недостаточном количестве, то наступает чувство подавленности, апатичности, падения жизненных сил и энергии. Лица, испытывающие дефицит серотонина, могут страдать бессонницей и головными болями.

Одним из положительных эффектов 5-НТР является снижение аппетита. Показано, что лица, принимающие 5-гидрокситриптофан, потребляют меньше сладостей и углеводов, таким образом контролируют массу тела, профилаксируя ожирение.

5-НТР способствует синтезу мелатонина и положительно влияет на регуляцию циклов сна и бодрствования. Мелатонин – естественный регулятор циркадных ритмов, его дефицит, как и недостаток серотонина, нередко приводит к бессоннице. 5-НТР выступает в качестве «двойного удара» по решению этой проблемы.

*Витамин С (аскорбиновая кислота)*. Сам витамин и продукт его метаболизма (дигидроаскорбиновая кислота) являются непосредственными участниками многочисленных реакций восстановления-окисления, которые лежат в основе синтеза внутриклеточного структурного вещества и коллагена. Последние необходимы для заживления ран, формирования хрящевой и костной ткани. Витамин С принимает участие в созревании эритроцитов, обмене углеводов и образовании гемоглобина. Немаловажное значение имеет инактивация гистамина, свободных радикалов, простагландинов

и циклических углеводов с участием аскорбиновой кислоты. Витамин С, обладая антиоксидантными свойствами, предохраняет мембраны лимфоцитов от разрушающего влияния перекисного окисления. Этот эффект лежит в основе иммуностимулирующего действия аскорбиновой кислоты с участием клеточных и гуморальных механизмов, процессов освобождения и синтеза интерферона и миграции лимфоцитов.

Витамин С участвует в тканевом дыхании, метаболизме аминокислот, углеводов и холестерина, активизирует деятельность желез эндокринной системы, в том числе надпочечников, способствует нормализации функции печени, повышает усвоение железа, обеспечивая необходимый уровень кроветворения. Показано влияние аскорбиновой кислоты на сопротивляемость инфекциям, интоксикацию ксенобиотиками, другим неблагоприятным факторам внутренней и внешней среды. Принимает участие в обменных процессах большинства витаминов и витаминоподобных веществ.

*Литий*. Показана быстрая и полная абсорбция лития из тонкого кишечника и его легкий транспорт в клетку через биологические мембраны. Отличительной чертой лития является его участие в наиболее растущих и быстро обновляющихся тканевых структурах. Его содержание в органах и тканях значительно варьирует, мкг/г: мозге – 4, лимфоузлах – 200, мышцах – 5, легких – 60, крови – 6, печени – 7. В небольших количествах содержится в надпочечниках, кишечнике и костной ткани. Легко метаболизируется и выводится из организма с продуктами обмена. Обладает способностью блокировать нервный импульс, что влияет на возбудимость нервной системы, способствует высвобождению из клетки магния. Дефицит лития приводит к развитию депрессивных состояний, ухудшению настроения, агрессии, возникновению маниакальных стремлений и суициду.

Снижение уровня лития может свидетельствовать о снижении фертильности (бесплодия и сексуальности). Дефицит лития в рационе беременной женщины приводит к различным аномалиям развития плода. В зрелом возрасте дефицит лития провоцирует развитие атеросклероза и артериальной гипертензии. При его дефиците снижается противовирусный иммунитет и противоопухолевая устойчивость. Изменение количества лития в организме приводит к дестабилизации углеводного обмена.



Одной из точек приложения лития является щитовидная железа и скелет. При этом его наиболее высокая концентрация обнаруживается в костной ткани. В скелете литий активно взаимодействует с другими минералами костной ткани, в частности с кальцием и магнием.

Показано участие лития в нейроэндокринных процессах, углеводном и жировом обменах. При этом литий вступает в активное взаимодействие с натрием и калием. Обладает инсулиноподобным эффектом.

Рецептурная формула разработанного продукта включает, мг в 1 капсуле: глицин – 140; зверобоя травы экстракт – 112,5; гриффонии семян экстракт – 53 (5-гидрокситриптофан – 40); L-теанин – 50; пассифлоры цветков экстракт, 4% – 40 (флавоноиды в пересчете на витексин, не менее – 1,6); аскорбиновая кислота (С) – 30; пиридоксина гидрохлорид (В<sub>6</sub>) – 1,0. Из вспомогательных веществ используется носитель (лактоза) – 53,5; антислеживающие агенты (тальк) – 15 и стеарат кальция – 5; желатиновая капсула, состоящая из глицерина и желатина – 100.

Выполнены физико-химические, микробиологические и органолептические испытания качественных характеристик, в том числе безопасности в условиях 27 месяцев хранения при относительной влажности не более 70% и температуре 25 °С, в сухом защищенном от света месте.

Полученные результаты послужили основанием для определения регламентируемых показателей качества (табл. 1).

В качестве критериев безопасности проводили микробиологические исследования: КМАФанМ, КОЕ/г; дрожжи и плесени, КОЕ/г, Е. СоLi; патогенные, в т.ч. сальмонеллы и БГКП (колиформы).

Токсикологические показатели включали: токсические тяжелые металлы – мышьяк, свинец, ртуть, кадмий; группу пестицидов – ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ (сумма изомеров), гептахлор, алдрин. Полученные данные находились в пределах допустимых нормативов и свидетельствовали о гигиеническом благополучии разработанного продукта.

Установлены сроки хранения БАД при указанных выше условиях – не более 2 лет с необходимым запасом «прочности» – 3 месяца.

В настоящее время не существует единого механизма действия адаптогенов, учитывая многообразие ингредиентов, обладающих этими свойствами, и их многочисленные эффекты. Поэтому целесообразно говорить о влиянии отдельных компонентов рецептуры и их комплекса на формирование неспецифической резистентности организма к широкому спектру стрессорных воздействий. Минимизация негативных последствий на первой стадии стресса (стадии тревоги), возможно, осуществляется за счет активизации процессов распада углеводов, белков и жиров, когда в экстремальных условиях организму требуется максимальное извлечение и перераспределение энергии и пластических субстратов. Преобладание катаболических реакций неизбежно приводит к накоплению продуктов перекисного окисления и развитию окислительного стресса, что усугубляет негативные последствия основного стрессорного фактора. Важную роль в этой ситуации (стадия резистентности) играют рецептурные ингредиенты разработанной БАД, обладающие антиоксидантной активностью и анаболическими свойствами, обеспечивающими активизацию биосинтеза разрушенных ресурсов, необходимых для формирования долговременной устойчивости к стрессу.

Таблица 1 – Регламентируемые качественные характеристики БАД

Показатели	Характеристики
Внешний вид	желатиновые капсулы
Цвет содержимого капсулы	Коричневый с возможными вкраплениями
Вкус и запах содержимого капсул	специфический
Средняя масса капсул, мг	540–660 (600)
Содержание микронутриентов, мг/1 капсуле:	
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,8–1,2 (1,0)
Аскорбиновая кислота (С)	27–40,5 (33,75)
Флавоноиды в пересчете на витексин, не менее	1,6

Свойства и функциональная направленность рецептурных ингредиентов позволяют позиционировать БАД в качестве адаптогенного средства, способного повысить неспецифическую резистентность организма и управлять универсальными механизмами стресса. Возможный механизм участия фактора питания в оптимизации обменных процессов при стрессе представлен на рисунке 1.

Полученные материалы подтверждают имеющиеся данные об участии фактора питания в коррекции депрессивных симптомов при стрессе [5–9].

Конкурентными преимуществами разработанной формулы БАД являются:

- адресное и вместе с тем «мягкое» седативно-антидепрессантное влияние биологически активных ингредиентов на коррекцию обменных нарушений при стрессе, без проявления сонливости и заторможенности;
- способность поддерживать нормальный уровень обмена серотонина и мелатонина, обеспечивающих умственную работоспособность, концентрацию внимания, улучшение сна, другие метаболические эффекты;
- безопасность и отсутствие побочных эффектов, возможность ситуационного или

длительного применения в различных профилактических и лечебных программах.

Новый продукт прошел апробацию и производится в условиях предприятий НПО «Арт Лайф» (г. Томск). Внедрение Системы менеджмента качества и безопасности по требованиям стандартов ISO 9001, 22000 и правил GMP обеспечивают стабильность потребительских свойств и конкурентную способность.

### Выводы

1. Дано научное обоснование качественного и количественного рецептурного состава новой формулы БАД, исходя из синергических свойств используемых ингредиентов.
2. Установлены регламентируемые характеристики пищевой ценности, позиционирующие функциональную направленность разработанного продукта.
3. Рассмотрен возможный механизм стресс-регулирующего действия БАД, направленный на коррекцию обменных процессов в условиях отрицательных последствий стресса.
4. Определены сроки и режимы хранения БАД: не более 2 лет при 25 °С, относительной влажности не более 70%, в сухом, защищенном от света месте с запасом «прочности» – 2 месяца.



Рис. 1. Возможный механизм стресс-регулирующего действия БАД



### Список литературы

1. Позняковский В. М., Чугунова О. В., Тамова М. Ю. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки. М. : ИНФРА-М, 2017. 143 с.
2. 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.
3. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3. С. 5–12.
4. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 5 июня 2012 г. № 34. 26 с.
5. Gonzalez M. & Miranda-Massari J. (2014). Diet and Stress. *Psychiatric Clinics of North America*. 37. 10.1016/j.psc.2014.08.004.
6. Probiotic supplementation can positively affect anxiety and depressive symptoms: a systematic review of randomized controlled trials / M. Pirbaglou [et all.] // *Nutrition Research*. 2016. Vol. 36. Issue 9, 1. P. 889–898.
7. Nutrition in Depression: Eating the Way to Recovery / M. M. Chávez [et all.] // *EC NUTRITION*. 2017. № 10. P. 102–108.
8. Dietary fiber consumption is inversely associated with the anthropometric nutritional status and metabolic syndrome components in children and adolescents / A. Souki [et all.] // *Revista Latinoamericana de Hipertension*. 2018. № 13. P. 78–88.
9. Ellsworth-Bowers E. R., Corwin E. J. Nutrition and the psychoneuroimmunology of postpartum depression. *Nutrition Research Reviews*. 2012. № 25. P. 180–192.

---

**Подзорова Галина Анатольевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Менеджмент» им. И. П. Поварича, Кемеровский государственный университет.  
E-mail: PGA-555@yandex.ru.

**Австриевских Александр Николаевич**, д-р техн. наук, профессор, НПО «Арт Лайф».  
E-mail: Alexander@artlife.ru.

**Позняковский Валерий Михайлович**, д-р биол. наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра «Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевые технологии», заведующий кафедрой «Пищевая индустрия и функциональное питание», Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия.  
E-mail: pvm1947@bk.ru.

\* \* \*

## ИННОВАЦИОННАЯ ФОРМУЛА БАД НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ БИОРЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМНОЙ КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

М. М. Шамова, А. Н. Австриевских, В. М. Позняковский

С целью научного обоснования новой рецептурной формулы биологически активной добавки (БАД) дана биохимическая характеристика ингредиентного состава, включающего, мг/1 капсулу: каприл-каприновые триглицериды – 479,4; мумие – 35; чаги гриба экстракт – 35; концентрат провитаминный хвойный – 25 (полипrenoлы – 5); элеутерококка экстракт – 10 (элеутерозиды В и Е – 0,1); лимонника экстракт – 5 (схизандрин – 0,1); маточное молочко – 5. Рассмотрены основные механизмы синергического действия компонентов рецептуры в области системной коррекции метаболических нарушений. Дана методика модифицированного определения полипrenoлов с использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии. Сущность модификации заключается в подготовке испытуемого раствора, приготовлении подвижной фазы в условиях хроматографического анализа: размеры колонки, характеристика стационарной базы, скорость подачи элюента, объем пробы и температурные условия. Проведены органолептические и физико-химические исследования, позволившие установить регламентируемые показатели пищевой ценности, характеризующие функциональную направленность специализированного продукта, мг в 1 капсуле: полипrenoлы – не менее 5; элеутерозиды – не менее 0,1; схизандрины – не менее 0,1. Гигиенические испытания включали микробиологическую обсемененность, исследования токсичных элементов и пестицидов. Определены сроки хранения – 2 года при температуре 25 °С и относительной влажности воздуха не более 60% (в сухом, защищенном от света месте). Получены клинические доказательства эффективности разработанного продукта путем его дополнительного включения в терапию больных с переломами длинных трубчатых костей и острым бронхитом: по 2 капсулы в сутки во время приема пищи на протяжении 30 дней. У всех пациентов наблюдалось улучшение клинических проявлений заболеваний и общего самочувствия. Отмечено сокращение периода реабилитации. Проведена промышленная апробация БАД и организация производства на предприятиях научно-производственного объединения «Арт Лайф» (г. Томск).

*Ключевые слова:* БАД, рецептурный состав, пищевая ценность, функциональная направленность, эффективность, клинические испытания.

Биоактивные природные вещества и их комплексы все более широко используются в профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваний, учитывая накопленный опыт народной медицины и достижения современной нутрициологии [1]. Биорегуляторы на основе природного сырья обладают более мягким, пролонгированным действием на коррекцию метаболических нарушений по сравнению с лекарственными препаратами, малоаллергенны и не имеют побочных эффектов при длительном применении [2]. Наиболее востребованы биологически активные добавки в качестве наиболее быстрого и экономически целесообразного способа решения рассматриваемой проблемы [3].

**Цель исследования:** разработать новый полисистемный биорегулятор в форме БАД на основе полипrenoлов.

### Материалы и методы

В качестве материалов исследования использовали исходное сырье и изготовленные на его основе опытные и лабораторные образцы биокомплекса.

Применяли гостированные и модифицированные методы испытаний сырья и готовой продукции исходя из требований нормативных документов [4].

Определение содержания схизандринов, элеутерозидов по Р 4.1.1672-03 (руководство по



методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище).

Микробиологические – согласно ГОСТ 30726, ГОСТ 31747, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 31659, ГОСТ 26669.

Тяжелые металлы – ГОСТ 30178, ГОСТ 26927, ГОСТ Р 51766, ГОСТ 26929, пестициды – ГОСТ 30349.

Ниже представлено модифицированное определение полипrenoлов с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

В основе методики лежит выделение полипrenoлов из испытуемого сырья в раствор и определение их количества хроматографическим способом.

*Исследуемый раствор.* Берется навеска испытуемого БАД в количестве, эквивалентном 5–10 мг полипrenoлов, помещается в колбу (50 см<sup>3</sup>), добавляют 5 см<sup>3</sup> HCl 0,1M и ставят на водяную баню при температуре 100 °C на 15 мин. Раствор охлаждают, добавляют 20 см<sup>3</sup> гексана и 5 см<sup>3</sup> метанола, помещают на встряхиватель на 1 мин. Содержимое переливают в делительную воронку, сливают нижнюю фазу, верхнюю – в мерный цилиндр, регистрируя количество раствора, затем фильтруют с фильтром «синяя лента».

*Стандартный раствор.* Готовят стандартный раствор, используя заданное содержание полипrenoлов.

Стандартный образец в количестве 30 мг помещают в мерную колбу на 50 см<sup>3</sup>, добавляют гексан в качестве растворителя и доводят до метки. Раствор пропускают через фильтр с «синей лентой».

*Приготовление подвижной фазы.* Готовят подвижную фазу, состоящую из смеси из изопропилового спирта и гексана в соотношении 1:99. Приготовленную смесь направляют на дегазацию и фильтрацию с фильтром 0,45 мкм.

При проведении хроматографического анализа используют экспериментально подобранную колонку длиной 250 мм с внутренним диаметром 4,0 мм. Оптимальная стационарная фаза GL EXSIL AMINO, 5мкм при скорости подачи элюента 1,0 мл/мин и температурой колонки 30 °C. Расчетное количество пробы 20 мкл, рабочий детектор УФ, 220 нм. Время регистрации хроматограммы 8 мин.

*Анализ и расчет.* Проверяют готовность системы к анализу и вводят в колонку попеременно

одинаковые объемы – по 20 мкл исследуемого раствора и стандарта. Осуществляют регистрацию хроматограммы, которую идентифицируют, рассчитывают площади пиков, характеризующих содержание полипrenoлов в испытуемых растворах (рабочем и стандартном).

Количество полипrenoлов рассчитывают с применением формулы:

$$X(\%) = \frac{S_0 \cdot C_{ст} \cdot V_0 \cdot 100}{S_{ст} \cdot m},$$

где  $S_0$  – площадь пика образца;

$S_{ст}$  – площадь пика стандарта;

$C_{ст}$  – концентрация раствора стандарта (мг/мл);

$m$  – масса навески образца (мг);

$V_0$  – объем раствора образца (мл).

### Результаты исследований

С целью обоснования рецептуры БАД дан анализ биохимических свойств используемых компонентов, исходя из их синергического действия на коррекцию метаболических нарушений при рассматриваемых патологиях [5–11].

*Полипrenoлы* – жизненно важнейшие клеточные нутриенты. Их незаменимость и физиологическая необходимость обусловлены участием в долихолфосфатном клеточном цикле, что представляется особенно важным в условиях повреждения клеточных структур, тканей и органов. Полипrenoлы проявляют защитные, регенерирующие и восстанавливающие свойства, не представляют какой-либо опасности для организма при длительном использовании, не вызывают побочных эффектов даже в высоких дозах.

Полипrenoлы в виде группы биополимеров включаются в изопреноидный обмен с образованием трех функционально активных метаболитов:

– эндогенного ингибитора фермента дигоксина (мембранной Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-АТФ-азы);

– мембранного антиоксиданта – убихинона, а также вещества, обеспечивающего проникновение электронов через клеточную мембрану и с улавливанием высокотоксичных свободных радикалов;

– долихола, занимающего ключевые позиции в N-гликозилировании белков.

Известно, что многие заболевания сопровождаются нарушением нормального

функционирования долихолфосфатного внутриклеточного цикла (ДФЦ), при этом развивается дефицит долихола, вследствие повышения его выведения из организма. В качестве растительных аналогов долихола (эндогенного транспортного липида) могут быть полипренолы, поскольку длина цепочки их углеродных атомов составляет C55-C110 и аналогично длине долихола в организме млекопитающих. В этом случае долихол контролирует в период синтеза гликопротеидов реакции гликозирования в долихолфосфатном цикле.

Полипренолы способны поддерживать синтез белковых молекул, иммунный статус клетки, стабильность мембран путем замещения недостающего долихола.

Структурное сходство рассматриваемых биологически активных соединений определяет возможность использования препаратов полипренола для профилактики и лечения различных патологий.

В клинической практике нарушения метаболизма ДФЦ наблюдаются при многих нейродегенеративных патологиях. Функциональный дисбаланс ДФЦ отмечен также в условиях заболеваний: спондилез, эмфизема бронхов, остеоартрит, идиопатический фиброз легких, остеопороз, бронхиальная астма, заболевания желудочно-кишечного тракта, язвенный колит, алкогольный цирроз печени. Нарушения отмечены у пациентов с иммунодефицитным состоянием, тромбозом сосудов и закупоркой артерий.

Установлено, что долихолы являются одним из основных участников реакции фосфорилирования. Фосфаты долихолов выполняют мембрано-активную функцию транспорта гидрофильных частиц через мембрану клеток и физиологически активных регуляторов других процессов. Фосфаты долихолов находятся в фосфолипидном бислое мембран клеток и оказывают влияние на проницаемость, текучесть и стабильность мембран. Имеются экспериментальные данные об их взаимодействии с токоферолом, в результате обеспечивается эффективное перемещение свободных радикалов. Нарушение функционирования этой цепи приводит к возникновению молекулярно-деструктивных процессов, лежащих в основе различных заболеваний, в том числе печени.

Долихолы совершенно необходимы в биосинтезе иммуноглобулинов, мембранных гликоконъюгатов, гормонов, рецепторов, других

гликопротеинов. Долихолфосфатный цикл выполняет функцию основного звена в реакциях регенерации клеток и тканей.

С учетом функциональных свойств долихолов можно определить механизмы влияния полипренолов на коррекцию обменных нарушений:

– мембранопротективное действие. Заключается в участии полипренолов в долихолфосфатном цикле – процессе гликозилирования в период синтеза гликопротеинов, а также реакций восстановления поврежденных клеточных мембран в печеночной ткани;

– иммуномодулирующее действие. Биосинтез гликопротеинов, поддержание иммунного статуса клетки, транспорта иммуноглобулинов, участие в индукции интерферонов, генерации нейтрофилов и активировании макрофагов ретикулоэндотелиальной системы;

– антиоксидантный эффект. Заключается в поглощении перекисных липидов, образующихся в мембране клеток, повышении активности митохондрий, нормализации окислительного фосфорилирования и энергетического обмена.

*Экстракт чаги.* Продукция переработки гриба чаги имеет многовековую историю применения в питании и народной медицине. Чаги экстракт способствует укреплению иммунитета, антиоксидантной защите, повышению устойчивости организма к стрессу и другим неблагоприятным факторам внешней среды, улучшению функции желудочно-кишечного тракта, благоприятно влияя на слизистую оболочку желудка.

Гриб чаги обязательно должен содержать склероций – черный, растрескавшийся внешний слой чаги, который содержит специфический грибной меланин – антиоксидант.

Образование и накопление биологически активных веществ гриба происходит в результате взаимосвязанных процессов его жизнедеятельности с березой.

Основными действующими веществами биологически активных ингредиентов гриба являются хромогены – интенсивно окрашенные полифенольные пигменты, хорошо растворимые в воде. Они являются результатом биосинтеза с использованием в качестве субстрата оксифенилкарбоновых кислот и их хинонов, полифенолов и фенольных альдегидов. В отличие от этих идентификационных признаков, в плодовых телах других грибов-трутовиков



хромогенные полифенолкарбоновые кислоты отсутствуют. Наличие значительного количества хромогенного комплекса (ХК) – основной идентификационный признак гриба чаги. Из имеющихся литературных данных следует, что ХК является результатом распада лигнина березы и применяется в качестве энергетического и дыхательного субстрата.

Другим идентификационным признаком гриба позиционируется значительное количество зольных элементов. Исходя от места произрастания их содержание может составлять 12–15%.

Чага является также источником многочисленных макро- и микроэлементов, органических кислот, глютаминовой, аспарагиновой, глицина и других аминокислот, гемицеллюлозы, фитостерина, лигнина, птеридиновых и тритерпеновых соединений, кверцетина и других флавоноидов, фитолектинов, полисахаридов.

Благодаря богатому химическому составу чага оказывает на организм многостороннее действие, подтвержденное результатами клинических испытаний:

- активный биогенный стимулятор;
- повышает иммунитет;
- благодаря содержащимся в ней полисахаридам (бета-глюканам) повышает естественную сопротивляемость организма к болезням и инфекциям;
- увеличивает устойчивость организма к стрессу, неблагоприятным факторам внешней среды;
- антиоксидантное действие;
- проявляет сильную антиоксидантную активность, защищая организм от свободных радикалов.

*Мумие (шиладжит)*. В переводе с санскрита означает «победитель гор». Имеются многочисленные гипотезы о происхождении мумие, которые связывают с жизнедеятельностью растений, животных, птиц, микроорганизмов, однако до сих пор единого мнения о процессе его образования нет. Представляет собой сложный комплекс природных биологически активных компонентов. Очищенное от примесей и экстрагированное мумие – однородная масса темно-коричневого или черного цвета, эластичной консистенции, с блестящей поверхностью. Мумие используется с древних времен в качестве природного ферментированного продукта, содержащего гуминовые кислоты, ред-

кие микроэлементы в легкоусвояемой форме. В современной медицине применяется для активизации процессов регенерации.

Мумие обладает высокой иммуномодулирующей, противовоспалительной активностью, стимулирует процессы кроветворения, увеличивая содержание гемоглобина, количество эритроцитов, нормализует лейкоцитарную формулу.

Адаптогенное действие мумие обусловлено его общеукрепляющими, тонизирующими, повышающими умственную и физическую работоспособность свойствами.

Действие мумие направлено на реализацию следующих метаболических функций:

- восстановление окислительно-восстановительных и обменных процессов на уровне клеток, органов и тканей;
- нормализация функций организма – выработки биологических жидкостей, гормонов, ферментов, компонентов крови и т.д.;
- уменьшение воспалительного процесса;
- подавление деятельности патогенной микрофлоры;
- связывание и выведение из организма токсинов;
- усиление регенерации тканей.

*Маточное молочко*. Продукт выделения верхнечелюстных и плоточных желез пчелы. Имеет специфический запах, острый кислотный вкус и желто-белый цвет желеобразной массы. Содержит многочисленные биологически активные соединения и питательные вещества. Обнаружено значительное содержание минералов, липидов и липидоподобных веществ, углеводов и белков, последние отличаются значительным количеством полноценных незаменимых аминокислот. Всего обнаружена 21 аминокислота, которая обладает индивидуальными свойствами. В незначительных количествах идентифицированы свободные аминокислоты, амиды и амины.

В группу обнаруженных белковых веществ входят глобулины и альбумины, содержащиеся в одинаковых количествах. Имеются сложные белки, представителями которых являются нуклеопротеиды, гликопротеиды и липопротеиды. В их структуру входят остатки нуклеиновых кислот, липидов и углеводов наряду с белковым компонентом. Отдельным белкам маточного молочка присуща ферментативная активность, что подтверждается их участием в многочисленных процессах метаболизма.

В состав входят также жиры и жироподобные вещества (липоиды). Кроме них содержатся воски, стеролы, фосфолипиды, другие вещества различной природы. Углеводный состав многообразен и представлен многочисленными углеводными компонентами – неотрегалозой, глюкозой, трегалозой, фруктозой, туранозой, мальтозой, генциобиозой, изомальтозой. Содержит также ряд органических кислот, обеспечивающих кислый вкус молочка. Идентификационным признаком является содержание в пчелином молочке 10-окси-транс-дельта-деценовой кислоты. Молочко богато витаминами группы В, играющими важную роль в жизнедеятельности организма.

Идентификационные неоптерин, птеридиновые производные биоптерина, другие специфические органические соединения. Подлинность пчелиного молочка устанавливается по наличию 10-окси-транс-дельта-деценовой кислоты и птеридиновых производных.

Отмечен относительно разнообразный состав минералов: высокое содержание микроэлементов – цинка, железа и кобальта.

Обнаружен в значительных количествах ацетилхолин.

Маточное молочко обладает широким и разносторонним биологическим действием. Комплекс биологически активных соединений предупреждает депрессию и неврозы, активизирует обмен веществ, костно-мозговое кровообращение, сократительную деятельность и метаболизм в миокарде, умственную и физическую работоспособность, способствует нормализации психического состояния, функционирования желудочно-кишечного тракта, оказывает влияние на стимуляцию эндокринной системы и общее тонизирующее на организм в целом, повышает устойчивость к воздействию вирусов и бактерий.

*Лимонника и элеутерококка экстракты.* Проявляют общетонизирующее действие, которое реализуется поэтапно и характеризуется повышением жизнедеятельности и тонуса. Это влияние обусловлено повышением активности обмена веществ, вегетативной и эндокринной функций. Установлено также повышение тонуса сосудов.

Помимо общетонизирующего действия показан выраженный психостимулирующий эффект, который регистрируется в повышении умственной и физической работоспособности.

Отмечено снижение проявлений утомления и астении при отсутствии проявлений возбуждения. Выявленное психостимулирующее и общетонизирующее влияние не выходит за пределы физиологической нормы.

Действующими веществами лимонника являются лигнаны – схизандрин, схизандрол, дезоксисхизандрин, элеутерококка – элеутерозиды.

Экстракты обладают адаптогенным, общеукрепляющим, антигипоксическими свойствами, стимулируют центральную нервную систему, дыхательный центр путем повышения амплитуды дыхательных движений и учащения ритма, обеспечивают умственную и физическую работоспособность, нормализуют нервную мышечную проводимость. Поднимают общий уровень жизнедеятельности и защитных сил организма, ослабляют стрессовые реакции.

Применяются при переутомлении, истощении нервной системы, пониженной работоспособности, при заболеваниях, сопровождающихся астено-депрессивным синдромом.

*Каприл-каприновые триглицериды.* Являются представителями диетического жира. Производится в качестве фармацевтического препарата, полученного из кокосового масла. Предназначен для больных с нарушениями переработки традиционных липидов.

Рассматриваемый жир отличается от своих обычных аналогов (растительные, животные, комбинированные жиры) тем, что их состав не содержит длинные углеводные цепочки с 16 и более атомами углерода, которые в совокупности образуют длинные углеводные цепи. Отсюда их название – триглицериды длинной цепи.

Среднецепочечные триглицериды имеют более короткую углеводную цепочку и состоят преимущественно из жирных кислот с 6–12 атомами углерода (триглицериды средней цепи).

Триглицериды (среднецепочечные) содержат главным образом каприловую (С8) и каприновую (С10) кислоты. МСТ примерно на 10% менее калорийны, чем LCT (1 грамм МСТ соответствует примерно 8,3 калориям, в то время как 1 грамм LCT содержит 9 калорий).

Среднецепочечные триглицериды из-за более короткой углеводной цепи напрямую попадают в систему портального кровообращения и транспортируются в печень для последующего окисления. Быстрее становятся доступны для использования в других обменных процессах, частично окисляясь независимо от карни-



тина (т.е. могут проникать в митохондрии мышц без участия карнитина), оказывая таким образом меньшее влияние на функционирование ретикулоэндотелиальной системы, что очень важно при гипоксии и ишемии. МСТ масло не задерживается в крови и не накапливается в жировой ткани.

Среднецепочечные жирные кислоты предпочтительнее для преобразования в кетоновые тела, в частности ацетил-КоА, который может использоваться вместо глюкозы, аминокислот или жирных кислот большинством тканей организма. Это означает, что МСТ не хранится в жировом депо, быстро усваивается и метаболизируется в качестве энергии. Помогают сохранить ощущение сытости, избегать перекармливания и развития ожирения.

Ниже представлен качественный и количественный состав рецептуры разработанного продукта, мг/1 капсулу: каприл-каприновые триглицериды – 479,4; мумие – 35; чаги гриба экстракт – 35; концентрат провитаминный хвойный – 25 (полипrenoлы – 5); элеутерококка экстракт – 10 (элеутерозиды В и Е – 0,1); лимонника экстракт – 5 (схизандрин – 0,1); маточное молочко – 5.

Проведены органолептические, физико-химические и гигиенические исследования БАД по истечении 27 месяцев хранения при 25 °С и относительной влажности не более 60 % в сухом, защищенном от света месте. В таблицах 1 и 2 представлены данные, характеризующие безопасность разработанного продукта.

Полученные данные послужили основанием для установления режимов и сроков реализации разработанного продукта при относительной влажности 60%, 25 °С – не более 2 лет. Возможный запас «прочности» – не более 3 месяцев.

Заданные показатели качества (в том числе пищевой ценности) получили подтверждение в качестве регламентируемых (табл. 3).

Проведены клинические исследования эффективности биокомплекса в системной коррекции метаболических нарушений у пациентов с различными клиническими проявлениями регенеративной активности тканей: регенерации слизистой бронхов при их воспалении (острые бронхиты) и репарации костной ткани (переломы длинных трубчатых костей). По материалам интерпретации объективных и субъективных данных показано достоверное улучшение

Таблица 1 – Санитарно-гигиенические показатели БАД

Показатели		Нормативные значения	Фактические данные
КМАФанМ, КОЕ/г, не более		$5 \cdot 10^4$	350
Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более		100	15
Масса продукта (г), в которой не допускаются:	Е CoLi	1,0	не выявлены
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	10,0	не выявлены
	БГКП(колиформы)	0,1	не выявлены

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов и пестицидов

Показатели		мг/кг не более	
		Допустимый уровень содержания	Фактические данные
Тяжелые металлы	Свинец	5,0	0,70
	Мышьяк	3,0	0,025
	Кадмий	1,0	0,015
	Ртуть	1,0	0,025
Группа пестицидов	ГХЦГ (α, β, γ-изомеры)	0,1	0,008
	ДДТ и его метаболиты	0,1	0,04
	Гептахлор	не допускается (< 0,002)	не выявлено
	Алдрин	не допускается (< 0,002)	не выявлено

Таблица 3 – Регламентируемые качественные характеристики БАД

Показатели	Характеристики
Внешний вид	капсулы желатиновые, мягкие
Цвет содержимого капсул	коричневый, возможно выпадение осадка
Запах и вкус содержимого капсул	специфический
Средняя масса капсул, мг	711–869 (790)
Содержание полипrenoлов, мг в 1 капсуле	не менее 5
Содержание элеутерозидов, мг в 1 капсуле	не менее 0,1
Содержание схизандринов, мг в 1 капсуле	не менее 0,1

самочувствия больных, положительные изменения гемостазиологических и реалогических показателей, результатов инструментальных исследований. БАД назначали больным острым бронхитом дополнительно к базовой терапии по 2 капсулы в сутки во время приема пищи на протяжении 30 дней. Установлена эффективность биокомплекса в отношении реализации функции «Перекисное окисление липидов – антиоксидантная система», толерантности к физической нагрузке – интегрированного показателя здоровья. У пациентов с переломами длинных трубчатых костей наблюдалась нормализация коагуляционного гомеостаза, репаративного остеогенеза, костного моделирования и уровня остеокальцина, что обеспечивает регенерацию костной ткани, создает условия для образования костной мозоли и адекватной консолидации в зоне патологических нарушений. Отмечена положительная клиническая симптоматика.

#### Выводы

1. Разработана рецептура специализированного продукта в форме БАД, функциональные свойства которой обладают системной коррекцией в области метаболических нарушений;
2. Установлены регламентируемые показатели пищевой ценности, характеризующие функциональную направленность продукта, мг в 1 капсуле: полипrenoлов – не менее 5; элеутерозидов и схизандринов – не менее 0,1;
3. Приведены клинические доказательства эффективности разработанного биокомплекса путем его дополнительного назначения в базовой терапии больных острым бронхитом и с переломом длинных трубчатых костей. Показана положительная клиническая симптоматика заболеваний и восстановление интегрированных показателей здоровья с сокращением периода реабилитации.

#### Список литературы

1. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания. 2017. № 3. С. 5–12.
2. 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.
3. Позняковский В. М., Чугунова О. В., Тамова М. Ю. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки. М.: ИНФРА-М, 2017. 143 с.
4. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 5 июня 2012 г. № 34. 26 с.
5. Neverov A., Khromov V. A., Cherniaev A. N. S. Functional method of treatment of fractures of long tubular bones--blocked intramedullary osteosynthesis // Vestnik khirurgii imeni I. I. Grekova. 2007. № 166. P. 25–9.
6. Karpouzou A., Diamantis E., Farmak P., Savvanis S., Troupis T. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing // Journal of osteoporosis. 2017. 4218472. doi:10.1155/2017/4218472
7. Berthon, Bronwyn S, Lisa G Wood. Nutrition and respiratory health-feature review // Nutrients. 2015. Vol. 7, 3 1618-43.
8. Scoditti E., Massaro, M., Garbarino S., Toraldo D. M. Role of Diet in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Prevention and Treatment // Nutrients. 2019. № 11 (6). P. 1357. doi:10.3390/nu11061357.
9. Sorli-Aguilar M., Martin-Lujan F., Flores-Mateo G., Arija-Val V., Basora-Gallisa J., Sola-



Alberich R., & RESET Study Group investigators  
Dietary patterns are associated with lung function  
among Spanish smokers without respiratory dis-  
ease // BMC pulmonary medicine. 2016. № 16 (1).  
P. 162. doi:10.1186/s12890-016-0326-x.

10. Rawal G., Yadav S. Nutrition in chronic  
obstructive pulmonary disease: A review. Journal

of translational internal medicine. 2015. № 3 (4).  
P. 151–154. doi:10.1515/jtim-2015-0021.

11. Omega-3 fatty acid intake and prevalent  
respiratory symptoms among U.S. adults with  
COPD / S. C. M. Lemoine [et all.] // BMC pulmo-  
nary medicine. 2019. № 19 (1). P. 97. doi:10.1186/  
s12890-019-0852-4.

---

**Шамова Мария Михайловна**, канд. техн. наук, докторант базовой кафедры «Пищевая индустрия и функциональное питание», Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия; доцент кафедры «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Томский сельскохозяйственный институт, филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ.

E-mail: masha@artlife.ru.

**Австриевских Александр Николаевич**, д-р техн. наук, профессор, НПО «Арт Лайф».

E-mail: Alexander@artlife.ru.

**Позняковский Валерий Михайлович**, д-р биол. наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра «Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевые технологии», заведующий кафедрой «Пищевая индустрия и функциональное питание», Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия.

E-mail: pvm1947@bk.ru.

\* \* \*

## AGRICULTURAL SCIENCES

### Ecological flexibility of potato varieties in Chelyabinsk region

V. P. Dergilev, N. V. Glaz, T. T. Dergileva

The analysis of the environmental flexibility and stability of potato varieties in Chelyabinsk region made it possible to identify adaptive genotypes that form the highest tuber yield (from 28.7 to 35.2 t/ha). Among them there were mid-season varieties selected in Kostanai Research Institute of Agriculture: Alaya zarya, Yagodny 19, Artem, Akzhar, Udovitsky, Terra-1, mid-early varieties such as Irbitsky selected in the Ural Research Institute of Agriculture and Itzil selected in YuUNIISK, as well as mid-season varieties of Chelyabinsk selection: Spiridon, Ruchey, Tarasov and Cavaler. Ecologically flexible potato varieties were identified: Mayak ( $b_i = 1.03$ ;  $S_i^2 = 0.3$ ), Bracelet ( $b_i = 0.94$ ;  $S_i^2 = 5.6$ ), Kostanay Novosti ( $b_i = 0.70$ ;  $S_i^2 = 18.8$ ), Sadovy ( $b_i = 1.37$ ;  $S_i^2 = 1.2$ ), Nevsky ( $b_i = 1.42$ ;  $S_i^2 = 6.9$ ), Terra-1 ( $b_i = 1.46$ ;  $S_i^2 = 11.7$ ), Cavaler ( $b_i = 1.34$ ;  $S_i^2 = 28.2$ ) and Agat ( $b_i = 1.26$ ;  $S_i^2 = 34.0$ ). The group of intensive type potato varieties included Ruchey ( $b_i = 2.43$ ;  $S_i^2 = 7.6$ ), Tustep ( $b_i = 1.82$ ;  $S_i^2 = 18.4$ ), Spiridon ( $b_i = 1.63$ ;  $S_i^2 = 30.3$ ), Terra-1 ( $b_i = 1.46$ ;  $S_i^2 = 11.7$ ), Chelyabinets ( $b_i = 1.82$ ;  $S_i^2 = 13.9$ ), as well as unstable varieties: Itzil ( $b_i = 1.95$ ;  $S_i^2 = 37.4$ ), Tarasov ( $b_i = 1.97$ ;  $S_i^2 = 82.2$ ) and Pamyati Kovalenko ( $b_i = 1.79$ ;  $S_i^2 = 118.2$ ). Varieties of the neutral type were also identified: Alaya zarya ( $b_i = -0.77$ ;  $S_i^2 = 5.5$ ), Artem ( $b_i = -0.04$ ;  $S_i^2 = 22.8$ ), Balabay ( $b_i = 0.27$ ;  $S_i^2 = 7.0$ ), Irbitsky ( $b_i = 0.29$ ;  $S_i^2 = 26.7$ ), Raduga ( $b_i = 0.34$ ;  $S_i^2 = 30.5$ ), Udovitsky ( $b_i = 0.44$ ;  $S_i^2 = 62.2$ ), Yagodny 19 ( $b_i = 0.45$ ;  $S_i^2 = 21.6$ ), Akzhar ( $b_i = 0.45$ ;  $S_i^2 = 60.0$ ) and Kuzovok ( $b_i = 0.41$ ;  $S_i^2 = 16.4$ ).

*Keywords:* potato, variety, productivity, ecological flexibility, stability.

#### References

1. Vasil'ev A. A., Dergilev V. P. Sort – osnova urozhaya // Kartofel' i ovoshchi. 2004. № 7. S. 6–7.
2. Dergilev V. P., Dergileva T. T. Seleksiya kartofelya s ispol'zovaniem ekologicheskogo ispytaniya // Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnykh kul'tur i kartofelya : sb. nauch. tr. / Yuzhno-Ural'skij nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i kartofelevodstva. Chelyabinsk, 2007. T. IX. S. 78–85.
3. Dergileva T. T., Vasil'ev A. A. Rezul'taty seleksii kartofelya na Yuzhnom Urale // Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnykh, ovoshchnykh kul'tur i kartofelya : sb. nauch. tr. Chelyabinsk, 2017. T. XIX. S. 395–403.
4. Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov kartofelya seleksii Kostanajskogo NIISKH / N. V. Glaz [i dr.] // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2019. № 2 (50). S. 13–22.
5. Konkurentosposobnost' sovremennykh sortov kartofelya na prodovol'stvennom rynke Chelyabinskoy oblasti / A. A. Vasil'ev, T. T. Dergileva, V. S. Zybalov, A. A. Mushinskij // APK Rossii. 2018. T. 25. № 2. S. 204–209.
6. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya. M. : NIIKKh, 1967. 21 s.
7. Zykin V. A., Meshkova V. V., Sapega V. A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyajstvennykh rastenij, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii. Novosibirsk, 1984. 23 s.
8. Zhivotkova L. A., Morozova Z. N., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potentsial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhajnosti» // Seleksiya i semenovodstvo. 1994. № 2. S. 3–6.
9. Otsenka ekologicheskoy plastichnosti srednerannikh i srednespelykh sortov kartofelya / N. V. Glaz, A. A. Vasil'ev, T. T. Dergileva, A. A. Mushinskij // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2019. № 1 (49). S. 10–19.
10. Loginov Yu. P., Kazak A. A. Ekologicheskaya plastichnost' v usloviyakh Tyumenskoj oblasti // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 1 (61). S. 24–28.
11. Vasil'ev A. A., Dergileva T. T. Ekologicheskaya plastichnost' ural'skikh sortov kartofelya v usloviyakh Chelyabinskoy oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2019. № 1 (85). S. 2–8.
12. Vlasenko G. P. Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' novykh sortov kartofelya // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2017. № 2 (42). S. 11–15.



13. Vasil'ev A. A., Gorbunov A. K. Problemy polucheniya planiruemykh urozhaev kartofelya na Yuzhnom Urale // Rossijskaya sel'skokhozyajstvennaya nauka. 2018. № 5. S. 17–21.

**Dergilev Vasily Petrovich**, Cand. Sc. (Agriculture), Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Glaz Nikolay Vladimirovich**, Cand. Sc. (Agriculture), Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**Dergileva Tamara Tikhonovna**, senior researcher, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.  
E-mail: kartofel\_chel@mail.ru.

**The effect of the Nano-Gro preparation on the biometric indicators of the root of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa mansf*) applied together with mineral and organic fertilizers in the climate of Absheron**

**R. M. Zamanova**

The article presents the results of the influence of various norms and ratios of the physiologically active preparation Nano-Gro applied together with mineral and organic fertilizers in the climate of Absheron in 2014-2016 on the biometric indicators of the fodder beet root. During the study, with  $N_{160}P_{90}K_{210}+20$  tons of manure and the Nano-Gro preparation spraying (4 granules) for the third time, the length of the root was 28.4 cm, with the diameter 19.3 cm and the weight 1.850 kg. The Nano-Gro spraying with 4 granules with the background led to increasing the root length by 20.8%, the diameter by 27.8% and the weight by 20.8%.

*Keywords:* fodder beet, root mass, root length, root diameter, organic fertilizer, mineral fertilizer, physiologically active preparation.

**References**

1. Agabalaev F. A. Vliyanie mineral'nykh i novykh vidov udobrenij na urozhajnost' sakharnoj i kormovoj svekly v usloviyakh Yuzhno-Muganskoj zony : dis. ... kand. s.-kh. nauk. Baku, 1964. S. 19–171.
2. Akjyldiz A. R. Nauka i tekhnika korma // Univ. Ankara. Fak. Ziraat. 1983. № 868. S. 56–61.
3. Abdel-Gawad A. A., Abdel-Aziz H. M., Reiad M. S. and Ahmed S. T. Effect of nitrogen, potassium and organic manure on yield and chemical composition of fodder beet (*Beta vulgaris*, L.) // Annals of Agricultural Science (Cairo). 1997. № 42 (2). P. 377–397.
4. Abdel-Gwad M. S. A., El-Aziz T. K. A. and El-Galil M. A. A. Effect of intercropping wheat with fodder beet under different levels of N-application on yield and quality // Annals of Agricultural Science (Cairo). 2006. № 53 (2). P. 353–362.
5. Albayrak S. Yüksel O. Effects of nitrogen fertilization and harvest time on root yield and quality of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa Mansf.*) // Turkish Journal of Field Crops. 2010. № 15 (1). P. 59–64.
6. Al-Jbawi 1., Sameer Al-Geddawi 2, Gaidaa Alesha 2, Hussein Al-Zubi Productivity of fodder beet (*Beta vulgaris* var. *Crassa*) cultivars as affected by plants spacing in Al Ghab // Syria Entessar Sugar Beet Research Department, Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria. 2 Al Ghab Agricultural Research Center, GCSAR) Hama. Syria, September 2016. Vol. 4 (6). P. 91–99.
7. Bajramov B. S. Vliyanie mineral'nykh i mikroudobrenij na rost, razvitie i produktivnost' sakharnoj svekly na vymytykh sero-buroj pochve Nakhchyvanskoj Avtonomnoj Respubliki : dis. ... d-ra filosofii po agrarnym naukam. Baku, 2010. S. 127–135.
8. Vorob'eva T. M. Produktivnost' yarovoj pshenitsy v zavisimosti ot sortovykh osobennostej i predposevnoj obrabotki semyan v usloviyakh Bolgo-Byatskogo regiona : avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Kinel', 2013.

9. Dide N., Jylmaz K., Erkan S. Bolezn' rizomanii v sakharnoj svekle (Beta Vulgaris Var. Saccharifera) Fak. Ziraat. 2005. № 20 (1). P. 64–72.
10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M. : Agropromizdat, 1985. S. 315.
11. Erdogdu I., Sever A. L., Altaj A. K. Urozhajnost' i nekotorye rastitel'nye kharakteristiki sakharnoj svekly v usloviyakh Eskishekhira // Zhurnal Pischevoj i kormovoj nauki i tekhnologii. Journal of Food and Science-Technology. 2011. № 11. P. 57–63.
12. Kurkina Yu. N., Gazmanov R. O. Vliyanie preparata Nano-Gro na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenitsy i yachmenya // Nauchnye vedomosti. Ser. : Estestvennyye nauki. 2010. № 9 (80). Vyp. 11.
13. Özkös A. Determination of Yield and Yield Components of Fodder Beet (Beta vulgaris L. var. rapacea Koch.) Cultivars under the Konya Region Conditions, World Academy of Science // Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. 2013. Vol. 7. № 12. P. 120–124.
14. Turk M. Effects of fertilization on root yield and quality of fodder beet (Beta Vulgaris var. Crassa Mansf.) // Bulgarian Journal of Agricultural Science, Agricultural Academic Suleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Isparta, Turkey, 2010. №16 (2). P. 212–219.
15. Parlak A. O., Ekiz G. Produktivnost' nekotorykh vidov kormovoj svekly v usloviyakh Ankary (Beta vulgaris L. ssp. crassa Mansf.) // Nauka zemledeliya. 2008. № 14 (2). P. 95–100.

**Zamanova Rakhmina Memesh gizi**, senior researcher, Agricultural Research Institute.  
E-mail: rehmine.zamanova@mail.ru.

### **Spring rape as a culture with great opportunities in the Southern Urals**

**V. S. Zybalov**

The article outlines the main directions for the use of spring rape in the Southern Urals. Its possibilities of applying as a fodder, technical and sideral culture to increase soil fertility are considered. The author provides long-term experimental data on the cultivation of spring rape for seeds, green fodder and green manure within the main and intermediate crops. A chemical analysis of rape-oil for effective using for feed purposes is carried out. The rape-oil of the variety Yubileiny is analyzed to prove that it contains 26.3% linoleic and 12.1% linolenic acid playing an important role for the growth, development and effect of the reproductive function of animals and should always be present in the diet since the animal body does not work it out. A physico-chemical analysis of rape, sunflower oil and diesel fuel is carried out, the possibility of its use for biodiesel production being revealed. Ecological and economic assessment of rape-oil biodiesel is given. Research is being conducted on growing spring rape in the main and intermediate crops as a sideral crop to increase the content of organic matter, favorably affects the agrophysical and agrochemical properties of the soil, the content of water-resistant structure by 15-18% to maximize the yield of cereals and potatoes.

*Keywords:* rape, feed, soil fertility, fat, oil, green manure, biodiesel.

#### **References**

1. Zybalov V. S. Kormoproizvodstvo na Yuzhnom Urale : uch. posobie. Chelyabinsk : CHGAU, 2006. 103 s.
2. Glukhikh M. A. Praktikum po tekhnologii proizvodstva produktsii rastenievodstva v Zaural'e i Zapadnoj Sibiri : uch. posobie. Kurtamysh, 2013. 201 s.
3. GOST 17.4.3.01-83. Okhrana prirody pochv. Obshchee trebovanie k otboru prob.
4. GOST 17.4.02-84. Okhrana prirody pochv. Metody otbora i podgotovki prob pochv dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza.
5. GOST 31759-2012 Maslo rapsovoe. Tekhnicheskie usloviya.



6. Zybalov V. S., Lyashko V. F. Strategiya adaptivnoj intesifikatsii v kormoproizvodstve Chelyabinskoy oblasti // Vestnik CHGAA. 2010. T. 56. S. 92–97.
7. Raps ozimyj i yarovoj (prakticheskoe rukovodstvo). M. : Gosagrokomet, 1988. 44 s.
8. Zybalov. V. S., Kozhamkulova Ya. S. Analiz khimicheskogo sostava i fizicheskikh svojstv podsolnechnogo i rapsovogo masla. Chelyabinsk : CHGAA, 2013. S. 33–38.
9. Vasil'ev A. A., Zybalov V.S. Vliyanie sidental'nykh kul'tur i biopreparatov na produktivnost' i kachestvo kartofelya v lesostepi Chelyabinskoy oblasti // Sel'skokhozyajstvennye nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : sb. st. Mezhdunar. nauch.-prak. konferentsii. Chelyabinsk, 2017. S. 6–16.
10. Zybalov V. S. Vliyanie sidental'nykh kul'tur na povyshenie plodorodiya chernozemov Yuzhnogo Urala // Konyaevskie chteniya : VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Ural'skij GAU. Ekaterinburg, 2018. S. 253–259.
11. Zybalov V. S., Sergeev N. S., Zapevalov M. V. Ratsional'noe ispol'zovanie semyan rapsa v sel'skokhozyajstvennom proizvodstve // APK Rossii. 2019. T. 26. № 2. S. 222–228.

**Zybalov Vladimir Stepanovich**, D. Sc. (Agriculture), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: Zybalov74@mail.ru.

### **Assessing the lupine varieties under the conditions of increasing heat supply during the growing season in the northern forest-steppe of the Southern Urals**

**V. Ya. Kramarenko, Yu. B. Anisimov, A. A. Ageev, O. I. Shumakova**

The field small-plot experiment carried out in 2016–2017 in Chelyabinsk region (Chebarkul district) for testing the lupine varieties created at the All-Russian Lupine Research Institute and Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy made it possible to identify the most reliable ones according to grain yield. A significant (by 95%) advantage in seed productivity of white lupine Degas over the zoned varieties of narrow-leaved Smena was established. Degas was also characterized by the highest protein content in seeds (37.3%) and oil (9%), which, respectively, was 10.5 and 2.5% more in comparison with Smena. As a result of climate warming, the natural heat resources of the northern forest-steppe of Chelyabinsk Region increased significantly, the sum of active ( $> 10^{\circ}\text{C}$ ) temperatures in the warm period (May–September) during 48 years of observations increased from 1860 to 2200–2400 $^{\circ}\text{C}$  and made it possible to form under these conditions biological seed productivity of white lupine Degas up to 650 g/m<sup>2</sup>, of varietal specimen CH 816-09 up to 600 g/m<sup>2</sup>, of the narrow-leaved lupine Smena up to 330 g/m<sup>2</sup>, of Vityaz up to 290 g/m<sup>2</sup>, of Belozerny 110-280 g/m<sup>2</sup>, of Crystal up to 250 g/m<sup>2</sup>. On average, over two years, among the varieties of narrow-leaved lupine, any significant differences in grain productivity were not revealed. The data obtained indicate the real possibility of introducing in the northern forest-steppe of the Southern Urals and Trans-Urals primarily white lupine Degas. For complete ripening of seeds, it is important to pay attention to the adherence of the optimal timing of sowing and to finish sowing by the end of May.

*Keywords:* white lupine, narrow-leaved lupine, variety, productivity, biochemical composition of grain, heat supply, growing season.

#### **References**

1. Majsuryan N. A. Istoriya kul'tury lyupina // Lyupin : sb. nauch. rabot kafedr rastenievodstva, agrokhimii i botaniki / pod red. akad. VASKHNIL N. A. Majsuryana. M. : MSKHA im. K. A. Timiryazeva, 1962. S. 11–47.
2. Rost, razvitie, urozhajnost' i kormovaya tsennost' sortov belogo lyupina (*Lupinus albus* L.) selektsii RGAU-MSKHA im. K. A. Timiryazeva / G. G. Gataulina, N. V. Medvedeva, A. L. Shtele, A. S. Tsygutkin // Izvestiya TSKHA. 2013. Vyp. 6. S. 12–30.

3. Naumkin V. N., Naumkina L. A., Sergeeva V. A. Produktivnost' lyupina odnoletnego i perspektiva vyrashchivaniya v Belgorodskoj oblasti // Kormoproizvodstvo. 2009. № 1. S. 13–16.
4. Tsygutkin A. S., Zverev S. V. Belyj lyupin kak sel'skokhozyajstvennaya kul'tura // Khranenie i pererabotka zerna. 2014. Vyp. 181. № 4. S. 20–23.
5. Rezul'taty otsenki obraztsov lyupina v usloviyakh TSentral'no-Chernozemnogo regiona / V. N. Naumkin [i dr.] // Kormoproizvodstvo. 2011. № 6. S. 24–25.
6. Fitsev A. I., Voronkova F. V., Mamaeva M. V. Lyupin v kormlenii tsyplyat-brojlerov // Kormoproizvodstvo. 2005. № 6. S. 25–30.
7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M. : Kolos, 1965. 423 s.
8. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami. M. : VIK, 1983. 197 s.
9. Baboshina Kh. A. Rezul'taty ispytaniya zernobobovykh kul'tur v raznykh pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Chelyabinskoy oblasti // Dostizheniya agrarnoy nauki – v praktiku ural'skogo zemledeliya : sb. nauch. tr., posvyashch. 60-letiyu CHNIISKH/RASKHN / CHNIISKH. Chelyabinsk, 1995. S. 147–156.

**Kramarenko Vladimir Yakovlevich**, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Laboratory of Agrolandscape Agriculture, Chelyabinsk Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Anisimov Yury Borisovich**, Cand. Sc. (Agriculture), Head of the Laboratory of Agrolandscape Agriculture, Chelyabinsk Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Ageev Anatoly Aleksandrovich**, Cand. Sc. (Agriculture), Deputy Director for Science, Chelyabinsk Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

**Shumakova Oksana Ivanovna**, junior researcher, the Laboratory of Agrolandscape Agriculture, Chelyabinsk Scientific Research Institute of Agricultural Sciences.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

### **Historical aspects of barley selection in the Middle Urals**

**R. A. Maksimov, N. V. Likhacheva**

The article provides an overview of barley selection in the Middle Urals, from the 19<sup>th</sup> century up to the present. High significance of selection for increasing the yield of spring barley is proved, for example, with the data on the influence of variety-changing in Krasnoufimsk selection center. According to studies, the yield due to variety-changing increased from 3.75 to 5.13 t/ha, or by 1.38 t/ha (37%), and in production from 1.32 to 1.99 t/ha, or by 0.67 t/ha (51%). The creation of a particular variety was primarily determined by the true conditions of agricultural production. Structural changes in agricultural production, urbanization processes, government support measures and other factors had a significant impact on variety-changing, with the appearance of varieties and selection approaches being changed.

*Keywords:* barley (*Hordeum vulgare* L.), selection, variety, productivity, variety change, collection.

#### **References**

1. Novokhatin V. V. Obosnovanie geneticheskogo potentsiala u intensivnykh sortov myagkoj pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) // Sel'skokhozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 627–635.
2. Krasnova Yu. S. Otsenka pokazatelej urozhajnosti i ekologicheskoy plastichnosti sortov yarovoj myagkoj pshenitsy razlichnykh grupp spelosti v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri : dis. ... kand. s.-kh. nauk. Omsk, 2016. S. 13.



3. Syzdykova G. T., Sereda S. G., Malitskaya N. V. Podbor sortov yarovoj myagkoj pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) po adaptivnosti k usloviyam stepnoj zony Akmolinskoj oblasti Kazakhstana // *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*. 2018. T. 53. № 1. S. 103–110.
4. Evaluation of Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat Genotypes Cultivated in Northwest Turkey / O. Bilgin, C. Guzmán, İ. Başer, J. Crossa and K. Z. Korkut // *Crop Science*. 2016. № 56. P. 73–84.
5. Chepelev V. P. Krasnoufimskaya selektsionnaya stantsiya (1933–2003) : prospekt / pod red. V. P. Chepeleva. Krasnoufimsk : Tipografiya Uro RAN, 2003. 50 s.
6. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor) // *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*. 2016. T. 51. № 5. S. 618.
7. Vargin Vladimir Nikolaevich (Korifei sel'skokhozyajstvennogo obrazovaniya) / Yu. N. Zubarev, S. L. Eliseeva, S. V. Gritsenko, G. I. Zhavoronkova ; M-vo s.-kh. RF, FGBOU VO "Permskij GAU" im. akad. D. N. Pryanishnikova. Perm' : IPTS "Prokrost", 2017. 267 s.
8. Rodina N. A. Seleksiya yachmenya na Severo-vostoke Nechernozem'ya. Kirov : Zonal'nyj NI-ISKH Severo-Vostoka, 2006. 488 s.
9. Maksimov R. A., Kiselev Yu. A. Sovremennye problemy adaptivnoj selektsii yachmenya na Srednem Urale // *Permskij agrarnyj vestnik*. 2017. № 3 (19). S. 91–95.
10. Loskutov I. G. Vserossijskij NII Rastenievodstva im. N. I. Vavilova i blokada Leningrada. 2018. Rezhim dostupa : <http://vir.nw.ru/wp-content/uploads/2018/09/blokada3.pdf>.
11. Maksimov R. A. Istoriya selektsii yachmenya na srednem Urale // *Niva Urala*. 2013. № 3–4. S. 7–9.
12. Korobkova L. N., Gurova T. A., Lugovskaya O. S. Diagnostika ustojchivosti sortov yarovoj pshenitsy i yachmenya k obyknovenoj kornevoj gnili konduktometricheskim metodom // *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*. 2013. № 5. S. 100–105.
13. Izmenchivost' yachmenya (*Hordeum vulgare* L.) raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya po elementam struktury urozhaya / A. V. Zheleznov, N. B. Zheleznova, T. V. Kukoeva, N. V. Burmakina // *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*. 2012. № 1. S. 33–40.
14. Maksimov R. A., Likhacheva N. V. Osnovnye rezul'taty selektsionnoj raboty na Srednem Urale // *Teoriya i praktika mirovoj nauki*. 2017. № 6. S. 27–30.
15. Sverdlovskaya oblastnaya sel'skokhozyajstvennaya vystavka: 1959 / sost. R. I. Rabinovich. Sverdlovsk, 1960. 131 s.
16. Narodnoe khozyajstvo Sverdlovskoj oblasti : statistich. sbornik. Sverdlovsk : Gosizdat, 1967. 148 s.
17. Sel'skoe khozyajstvo Sverdlovskoj oblasti // AB tsentr: ekspertno-analiticheskij tsentr agrobiznesa. 2015. Rezhim dostupa : <http://ab-centre.ru/page/selskoe...sverdlovskoy-oblasti>.
18. Mamyachenkov V. N. Rastenievodstvo Srednego Urala v 1913–2012 gg.: sto let reformirovaniya // *Nauchnyj dialog*. 2017. № 7. S. 144–158.

**Maksimov Roman Aleksandrovich**, Cand. Sc. (Agriculture), Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.

E-mail: [Roman\\_MRA77@mail.ru](mailto:Roman_MRA77@mail.ru).

**Likhacheva Natalya Viktorovna**, researcher, Barley Selection Laboratory, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.

E-mail: [Roman\\_MRA77@mail.ru](mailto:Roman_MRA77@mail.ru).

### Substantiating the optimal timing for sowing corn in the Urals

**P. Yu. Ovchinnikov**

The purpose of the research is to substantiate the optimal sowing time for corn, taking into account the biological characteristics of hybrids, hydrothermal and phytocenotic conditions of the Urals. The article presents the analyzed results of field and laboratory experiments conducted in Kurgan, Chelyabinsk

and Sverdlovsk regions. An additional heat reserve is established to stabilize the development of corn in the northern zone of corn sowing, to provide early sowing. The negative factors that must be taken into account when implementing this technique are the negative reaction of some hybrids to changes in temperature in the juvenile period and the deterioration of the phytosanitary situation. The influence of these factors can be neutralized by using cold-resistant hybrids and the use of effective plant protection products and schemes. Under these conditions, the advantages of early sowing for corn are manifested in the more efficient use of heat, moisture and light resources, as well as in increasing productivity and quality of the crop during silage and grain use.

*Keywords:* Urals, corn, sowing time, cold resistance, weed infestation, plant protection, heat and moisture resources, leaf surface area, chlorophyll, concentration of exchange energy in dry matter, collection of exchange energy, yield, grain moisture.

### References

1. Kukuruzna na Urale / N. N. Zezin [i dr.] ; pod obshch. red. N. N. Zezina, A. E. Panfilova. Ekaterinburg : Ural'skoe izd-vo ; FGBNU "Ural'skij NIISKH", 2017. 204 s.
2. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya molochnogo skotovodstva na Urale / S. L. Gridina [i dr.]. Ekaterinburg : OOO "Veselyj piksel", 2018. 150 s.
3. Mingalev S. K., Zezin N. N., Semin A. N. Adaptivnoe zemledelie Urala: sostoyanie, problemy i puti resheniya. Ekaterinburg, 2010. 339 s.
4. Intensivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy dlya proizvodstva vysokoenergeticheskikh kormov / A. E. Panfilov, E. S. Ivanova, N. I. Kazakova, E. S. Pestrikova // Nauchnye proekty Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta / pod red. M. F. Yudina. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. S. 87–89.
5. Orlyanskij N. A., Orlyanskaya N. A. Seleksiya ul'trannespelykh gibridov kukuruzy zernovogo tipa // Kukuruzna i sorgo. 2001. № 5. S. 7.
6. Suprunov A. I. Seleksiya ul'trannespelykh gibridov kukuruzy v Krasnodarskom krae // Kukuruzna i sorgo. 2009. № 1. S. 8–11.
7. Kazakova N. I. Differentsiatsiya apikal'nykh meristem ul'trannego i rannespelogo gibridov kukuruzy v lesostepi Yuzhnogo Zaural'ya // Kukuruzna i sorgo. 2011. № 4. S. 31–33.
8. Perspektivy i problemy vyrashchivaniya zernovoj kukuruzy v zasushlivom Zaural'e / S. D. Gilev [i dr.] // Kukuruzna i sorgo. 2014. № 2. S. 3–7.
9. Panfilov A. E., Kazakova N. I. Produktivnost' kukuruzy v lesostepi Zaural'ya kak funktsiya skorospelosti gibridov // APK Rossii. 2018. T. 25. № 5. S. 586–591.
10. Panfilov A. E., Tsymbalenko I. N., Sotnikova A. T. Tsiklichnost' zernovoj produktivnosti kukuruzy v Zaural'e // Materialy L Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk, 2011. S. 72–77.
11. Panfilov A. E. Sroki poseva kukuruzy v Zaural'e // Chelyabinskomu gosudarstvennomu agroinzhenernomu universitetu – 70 let : tez. dokl. na XL nauch.-tekhn. konferentsii. Chelyabinsk : CHGAU, 2001. S. 390–392.
12. Kazakova N. I. Otsenka kachestva silosa v zavisimosti ot skorospelosti gibridov kukuruzy i sroka poseva // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii. 2012. T. 62. S. 92–95.
13. Mingalev S. K., Laptev V. R., Surin I. V. Vliyanie srokov poseva na formirovanie urozhajnosti zelenoj massy i produktivnosti gibridov kukuruzy v usloviyakh Srednego Urala // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 1 (119). S. 20–22.
14. Surin I. V., Mingalev S. K. Zernovaya produktivnost' gibridov kukuruzy pri raznykh srokakh poseva na Srednem Urale // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 8 (126). S. 61–63.
15. Ivanova E. S., Panfilov A. E. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy kak funktsiya pogodnykh uslovij // Kukuruzna i sorgo. 2013. № 3. S. 7–11.
16. Panfilov A. E., Ivanova E. S. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy v svyazi s gidrotermicheskimi usloviyami // Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra UrO RAN. 2008. № 1. S. 87.



17. Surin I. V., Mingalev S. K., Laptev V. R. Reaktsiya gibridov kukuruzy na rannie sroki poseva v usloviyakh Sverdlovskoj oblasti // Materialy LII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk : CHGAA, 2013. S. 65–70.
18. Kholodostojkost' rannespelykh linij / S. I. Mustyatsa, S. I. Mistrets, L. P. Nuzhnaya, N. F. Nadochaev // Kukuza i sorgo. 1990. № 5. S. 41–43.
19. Miedema P. The Effects of Low Temperature on Zea mays // Advances in Agronomy. 1982. Vol. 35. P. 93–128.
20. Kazakova N. I. Urozhajnost' gibridov sakharnoj kukuruzy v syr'evom konvejere v usloviyakh severnoj lesostepi Zaural'ya // APK Rossii. 2015. T. 72. № 1. S. 83–86.
21. Kazakova N. I. Anomalii organogeneza ul'traranego gibrida kukuruzy // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 1–2 (20). S. 52–54.
22. Ufimtseva L. V., Pokatilova A. N., Kazakova N. I. Osobennosti potrebleniya mineral'nykh form azota raznovremenno sozrevayushchimi gibridami kukuruzy pod vozdejstviem kompleksa vneshnikh faktorov // Materialy XLIX Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk : CHGAA, 2010. S. 309–315.
23. Ekologicheskaya otsenka gibridov kukuruzy v period prorastaniya pri rannem i optimal'nom srokakh poseva / A. G. Gorbacheva, I. A. Vetoshkina, A. E. Panfilov, E. S. Ivanova // Kukuza i sorgo. 2015. № 2. S. 3–10.
24. Sikorskij I. A., TSymbalenko I. N. Panfilov A. E. Inkrustatsiya semyan – vazhnyj faktor povysheniya produktivnosti kukuruzy // Ural'skie nivy. 1988. № 10. S. 17–18.
25. Vredonosnost' sornyakov razlichnykh biologicheskikh grupp v posevakh kukuruzy / A. E. Panfilov, D. S. Korystina, E. S. Korystin, I. N. TSymbalenko // Kukuza i sorgo. 2007. № 6. S. 16–19.
26. Zonal'nye osobennosti primeneniya gerbitsidov kross-spektra v posevakh kukuruzy na Yuzhnom i Srednem Urale / N. N. Zezin, L. S. Skutina, A. E. Panfilov, N. I. Kazakova // Kormoproizvodstvo. 2017. № 6. S. 22–27.
27. Panfilov A. E., Korystin E. S. Potreblenie mineral'nykh elementov posevami kukuruzy pri razlichnoj zasorennosti // Vestnik Chelyabinskogo agroinzhenerenogo universiteta. 2006. T. 48. S. 23.
28. Sinitsyna O. B., Kazakova N. I. Vliyanie zasorennosti posevov na fotosinteticheskuyu aktivnost' kukuruzy v severnoj lesostepi Zaural'ya // Agrarnaya nauka – osnova innovatsionnogo razvitiya APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. : v 2 tomakh / Ministerstvo sel'skogo khozyajstva RF, FGOU VPO Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya im. T. S. Mal'tseva. Kurgan : KSKHA im. T. S. Mal'tseva, 2011. S. 329–333.
29. Ufimtseva L. V., Kazakova N. I. Fotosinteticheskaya aktivnost' ul'traranego i rannespelogo gibridov kukuruzy // Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ikh resheniya : sb. nauch. trudov / otvetstv. red. V. A. Lipp. Chelyabinsk : CHGAU, 2009. S. 283–293.
30. Glaz N. V., Kazakova N. I., Ufimtseva L. V. Metodicheskie podkhody k vyboru uslovij proobobora i otsenke soderzhaniya khlorofilla v list'yakh rastenij kukuruzy // Vestnik KrasGAU. 2015. № 3 (102). S. 73–77.
31. Panfilov A. E. Sroki poseva kukuruzy v Zaural'e // Chelyabinskomu gosudarstvennomu agroinzhenerenomu universitetu – 70 let : tez. dokl. na XL nauch.-tekhn. konferentsii. Chelyabinsk : CHGAU, 2001. S. 390–392.
32. Panfilov A. E., TSymbalenko I. N., Sinitsyna O. B. Pochvennye i listovye gerbitsidy kak al'ternativnye elementy tekhnologii vzdelyvaniya kukuruzy // Vestnik Chelyabinskoj gosudarstvennoj agroinzhenerennoj akademii. 2012. T. 62. S. 106–110.
33. Panfilov A. E. Protivozlakovye gerbitsidy i ikh effektivnoe primenenie v posevakh kukuruzy // Niva Urala. 2012. № 7–8. S. 9–10.
34. Panfilov A. E., Kazakova N. I., Novikova I. Yu. Economic aspects of using thien carbazone-methyl when protecting corn from segetal vegetation // Ecological Agriculture and Sustainable Development Editors: Prof. Dr Litovchenko Viktor Grigorievich, rector of South Ural State Agrarian University; Prof. Dr Mirjana Radovic Markovic, South Ural State University. 2019. S. 219–226.
35. Panfilov A. E. Kul'tura kukuruzy v Zaural'e. Chelyabinsk : CHGAU, 2004. 356 s.

36. Panfilov A. E., Kazakova N. I. Effektivnost' ispol'zovaniya atmosferynykh faktorov pri razlichnykh srokakh poseva kukuruzy v lesostepi Zaural'ya // Kukuруза i sorgo. 2010. № 3. S. 7–10.

37. Kazakova N. I. Organogenez i produktsionnyj protsess kukuruzy v Zaural'e. Chelyabinsk : CHGAA, 2015. 132 s.

**Ovchinikov Pavel Yuryevich**, graduate student, Ural Federal Agrarian Research Centre, UB RAS.  
E-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru.

## TECHNICAL SCIENCES

### **Improving the environmental safety when transporting petroleum products necessary for agricultural production**

**Yu. I. Averyanov, A. G. Popova, V. O. Apalikov**

Transporting is widely used in agricultural production and associated with the delivery of petroleum products, seeds, mineral fertilizers, construction materials and other materials. Such transportation of goods amounts to billions of ton-kilometers. In this regard, environmental safety of these works is of great importance. Currently, there is a tendency to increase the number of gas stations which is typical not only for large cities, but especially for rural areas. The experience in the operation of tankers during the transportation of petroleum products indicates that up to 80% of accidents occur during filling operations. The main fire hazards for people at gas stations include elevated ambient temperatures and increased concentrations of toxic products of combustion and thermal decomposition (CO, CO<sub>2</sub>, HCl, HCN, COCl<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S). Separate accompanying manifestations of hazardous fire factors include radioactive and toxic substances and materials released into the environment from destroyed technological installations, equipment, aggregates, products, etc. The combined effect of certain factors enhances their effect on the human body (synergistic effect). The computing the emissions of air polluting components during the explosion and free burning of gasoline make it possible to determine the mass emitted during the explosion and the mass emitted during the burning of gasoline in the open for each polluting substance. In order to prevent the harmful effects of hydrocarbon vapors on the environment and the driver of a fuel truck as a result of leakage and depressurization of equipment during gasoline handling at a gas station, the compliance with the basic requirements of Dangerous Goods by Road and the use of an automatic fire extinguishing system with the powder fire extinguishing module "Buran-2.5-2C" MPP(p)-2.5-2C are proposed.

*Keywords:* driver, transportation of petroleum products, flammable liquids, fire hazards, environmental safety, automatic fire extinguishing system.

### **References**

1. Brushlinskij N. N. Mirovaya pozharnaya statistika // Tsentр pozharnoj statistiki CTIF. 2016. № 17. 64 s.
2. GOST R 41.34-2001. Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oftsial'nogo utverzhdeniya transportnykh sredstv v otnoshenii predotvrashcheniya opasnosti vozniknoveniya pozhara.
3. Terebnev V. V., Artem'ev N. S., Dumilin A. I. Protivopozharnaya zashchita i tushenie pozharov na transporte. M. : Akademiya GPS MCHS Rossii, 2006. Kn. 6. 404 s.
4. Rekomendatsii po rabote lichnogo sostava podrazdelenij GPS MCHS Rossii pri tushenii pozhara razlitogo produkta iz avtotsisterny. M. : Akademiya GPS, 2003. 15 s.
5. Koshmarov YU. A. Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii : ucheb. posobie. M. : Akademiya GPS MCHS Rossii, 2000. 118 s.
6. Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob'ektakh: prilozhenie k prikazu MCHS Rossii ot 10.07.2009 № 404. M. : TSentr propagany, 2009. 44 s.



7. Metodika “Raschety vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu pri svobodnom gorenii nefi i nefteproduktov” : ucheb. posobie Tyumen’ : Tyumenskij gosudarstvennyj neftegazovyy universitet, 2016. 18 s.
8. DOPOG. Evropejskoe soglasenie o mezhdunarodnoj dorozhnoj perevozke opasnykh gruzov.
9. GOST 19433-88. Gruzy opasnye. Klassifikatsiya i markirovka.
10. Pozharovzryvoopasnost’ veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya : sprav, izd. : v 2 t. / A. N. Baratov [i dr.]. M. : KHimiya, 1990. T. 1. 496 s.
11. Varnakova E. A. Sovershenstvovanie tekhnologii zapravki avtotransportnykh sredstv : dis. ... kand. tekhn. nauk. 2016.
12. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoj bezopasnosti : feder. zakon ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ // Ros. gazeta. 2008. 1 avg.

**Averyanov Yury Ivanovich**, D. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State University (National Research University), Military Educational-Scientific Center of Air Forces “Air Force Academy”, Chelyabinsk.

E-mail: aver541710@mail.ru.

**Popova Anna Georgyevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Military Educational-Scientific Center of Air Forces “Air Force Academy”, Chelyabinsk.

E-mail: krasata79@mail.ru.

**Apalikov Vitaly Olegovich**, undergraduate, Military Educational-Scientific Center of Air Forces “Air Force Academy”, Chelyabinsk.

E-mail: apalikov74ru@yandex.ru.

## **Modeling the heat transfer processes when warming young animals and birds**

**D. E. Afanasyev, R. P. Lee-Fir-Su**

The possibility of applying the technique for determining the coefficients of a differential equation proposed by M.P. Simoiy to simulate the heat transfer process for a device for local warming of young animals and birds, that works independently or in parallel with a large group of similar units.

*Keywords:* heat transfer, electric heaters, process modeling, brooders, heating curve.

### **References**

1. Avramenko V. I. Prakticheskie sovety po sodержaniyu vsekh porod kur. M. : OOO Izd-vo AST ; Donetsk : Stalker, 2002. 299 s.
2. Gadzhiev R. M. Osnovnye sostavlyayushchie teploobmena v ptichnikakh // Agrarnaya nauka. 2014. № 8. S. 31–32.
3. Mishurov N. P., Kuz'mina T. N. Energoberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh. Nauchnyj analiticheskij obzor / FGNU «Rosinformagrotekh». M., 2004. Rezhim dostupa : www.complexdoc.ru.
4. Dolgikh P. P., Zajtseva E. I., Guzev S. A. Energoberegayushchie tekhnologii obespecheniya mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2013. № 6. S. 147–148.
5. Mar'enko N. Optimal'nyj mikroklimat v ptichnike // Zhivotnovodstvo Rossii. 2008. № 10. S. 23–29.
6. Gerasimov S. G. Teoreticheskie osnovy avtomaticheskogo regulirovaniya teplovykh protsessov. M. : Gosenergoizdat, 1949.
7. Zakharashevich I. A. Proektirovanie i nastrojka avtoregulyatorov teplovykh protsessov. M. : Mashgiz, 1960.

8. Krug E. K., Minina O. M. Elektricheskie regulatory promyshlennoj avtomatiki. M. : Gosenergoizdat, 1962.

9. Minina O. M. Opredelenie dinamicheskikh kharakteristik i parametrov tipovykh reguliruemykh ob'ektov. M. : Izd-vo AN SSSR, 1963.

10. Itskovich E. L. Statisticheskie metody pri avtomatizatsii proizvodstva. M. ; L. : Energiya, 1964.

**Afanasyev Dmitry Egorovich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department of Thermophysics and Heat Supply, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, leading researcher, the Department of Electric Power, V.P.Larionov Institute of the Physical-Technical Problems of the North of the Siberian Branch of the RAS.

E-mail: v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru.

**Li-Fir-Su Roza Petrovna**, researcher, the Department of Electric Power, V.P.Larionov Institute of the Physical-Technical Problems of the North of the Siberian Branch of the RAS.

E-mail: lifirsu@mail.ru, v.p.kobylin@iptpn.ysn.ru.

### **Improving the efficiency of cucumber light culture by using ultrasound when preparing the root habitat for plants**

**E. M. Basarygina, A. V. Shershnev, E. O. Gorshkova**

The purpose of the work was to increase the efficiency of cucumber light culture technology. As a result of theoretical and experimental studies, it was found that the use of ultrasound in preparing the root habitat for plants contributes to an increase in economic efficiency by 12.7 and energy efficiency by 11.2% due to increased yields and reduced energy intensity of production.

*Keywords:* sheltered soil, light culture, energy-saving agricultural technologies, energy intensity of production, ultrasound, productivity.

#### **References**

1. Korol' V. G. Agrobiologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti proizvodstva ovoshchej v zimnikh teplitsakh : avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. M., 2011. 42 s.

2. Shul'gin I. A. Luchistaya energiya i energeticheskij balans rastenij: fitometeorologicheskie i ekologo-fiziologicheskie aspekty. M. : MGU, 2004. 142 s.

3. Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta / A. A. Autko [i dr.]. Mn. : VEVER, 2006. 320 s.

4. Sovremennoe ovoshchevodstvo otkrytogo i zakrytogo grunta / E. N. Belogubova [i dr.]. ZH. : CHP "Ruta", 2007. 532 s.

5. Andreev YU. M. Ovoshchevodstvo. M. : Akademiya, 2003. 256 s.

6. Metody issledovanij i organizatsiya eksperimentov / pod red. prof. K. P. Vlasova. Izd. 2-e, pererab. i dop. KH. Gumanitarnyj tsentr, 2013. 412 s.

7. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M. : ID Al'yans, 2011. 352 s.

8. Osobennosti svetokul'tury ogurtsa na primere OOO "Agrokompleks "Churilovo", g. Chelyabinsk / O. V. Antipova [i dr.] // Gavrish. 2013. № 6. S. 6–12.

9. Basarygina E. M., Panova R. I., Putilova T. A. Otsenochnye pokazateli protsessa ul'trazvukovoj obrabotki gidroponnykh substratov // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. 2015. № 1. S. 4–6.

**Basarygina Elena Mikhailovna**, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department "Mathematical and Natural Sciences", South Ural State Agrarian University.

E-mail: b\_e\_m@mail.ru.



**Shershnev Aleksandr Vladimirovich**, post-graduate student, the Department “Mathematical and Natural Sciences”, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: sher@mail.ru.

**Gorshkova Elena Olegovna**, Production Director, OOO “Agrocomplex “Churilovo”.  
E-mail: liop@list.ru.

### **Improvements of instrumental phytomonitoring systems**

**E. M. Basarygina, A. V. Shershnev, E. O. Gorshkova**

The purpose of the work was to improve instrumental phytomonitoring to identify the stress state of plants by evaluating the photoabsorbing complex of the leaf apparatus. Analytical and empirical research methods were used. As a result of the research, some measures were developed concerning all interconnected phytomonitoring systems.

*Keywords:* plant growing, protected ground, instrumental phytomonitoring, photometric equipment, photo-absorbing complex, energy-transforming processes, productivity.

#### **References**

1. Fitomonitoring: tekhnologiya upravleniya urozhajnost'yu. Rezhim dostupa : [http://agopraktik.ru/blog/precision\\_agriculture/65.html](http://agopraktik.ru/blog/precision_agriculture/65.html).
2. Fitomonitoring rastenij. Printsipy raboty. Rezhim dostupa : <http://alecon.co.il/article/rastenievodstvo/fitomonitoring-rastenij-principy-raboty.html>.
3. Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta / A. A. Autko [i dr.]. Mn. : VEVER, 2006. 320 s.
4. Fitomonitoring – unikal'naya komp'yuternaya tekhnologiya. Rezhim dostupa : <http://greentalk.ru/topic/2518/>.
5. Basarygina E. M., Litsinger O. G., Putilova T. A. Izmeritel'naya sistema fitomonitoringa // APK Rossii. 2017. T. 24. № 5. S. 1141–1146.
6. Basarygina E. M., Shershnev A. V. Metody i tekhnicheskie sredstva listovoj diagnostiki // Aktual'nye voprosy agroinzhenernykh nauk: teoriya i praktika : mater. natsional'noj nauch. konf. Instituta agroinzhenerii (Chelyabinsk, 2018) / pod red. prof., d-ra s.-kh. nauk, M. F. Yudina. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 211–216.
7. Fizicheskij entsiklopedicheskij slovar' / gl. red. A. M. Prokhorov. 4-e izd. M. : Bol'shaya Rossijskaya entsiklopediya, 1998. 944 s.
8. Shmidt V. Opticheskaya spektroskopiya dlya khimikov i biologov / per. s angl. N. P. Ivanovskoj ; pod red. S. V. Savilova. M. : Tekhnosfera, 2007. 368 s.
9. Metody spektrofotometrii v UF i vidimoy oblastiakh v neorganicheskom analize / Z. Marchenko, M. Bal'tsezhak ; per. s pol'sk. M. : BINOM, Laboratoriya znaniy, 2009. 711 s.
10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M. : ID Al'yans, 2011. 352 s.

**Basarygina Elena Mikhailovna**, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department “Mathematical and Natural Sciences”, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: b\_e\_m@mail.ru.

**Shershnev Aleksandr Vladimirovich**, post-graduate student, the Department “Mathematical and Natural Sciences”, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: sher@mail.ru.

**Gorshkova Elena Olegovna**, Production Director, OOO “Agrocomplex “Churilovo”.  
E-mail: liop@list.ru.

**Estimating the initial wear rate parameter of the durability model of the supporting bearing assembly for submersible electric motors**

**V. A. Butorin, L. A. Saplin, I. B. Tsarev, R. T. Guseynov**

Borehole electric pumps with submersible electric motors of various brands are most widely used in the water-supplying systems in agriculture. The PEDV submersible electric motor was proved to have a number of weak assemblies. They include supporting bearing assemblies (23.53%) and windings of submersible motors (17.11%). The search for any information on the durability model of the supporting bearing assembly for borehole electric pumps in the literature and the Internet proved this problem not to have been solved yet. Any information on the durability of the supporting bearing assembly for borehole electric pumps can be obtained on the basis of bench and operational tests. However, operational tests require a long time and the use of expensive equipment. The best variant is accelerated bench tests with the due impact on the supporting bearing assembly caused by operational factors in their wide range, complying with the actual operating conditions of borehole electric pumps.

*Keywords:* durability model, thrust bearing assembly, borehole electric pump.

**References**

1. Butorin V. A., Guseynov R. T. Vliyaniye usloviy okruzhayushchej sredy na podshipnikovye uzly pogruzhnykh elektrodvigatelej // Razvitiye nauchnoj, tvorcheskoj i innovatsionnoj deyatelnosti molodezhi : mater. IV Vseros. nauch.-prakt. onlajn-konf. molodykh uchenykh / Ministerstvo sel'skogo khozyajstva RF ; FGBOU VPO "Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya imeni T. S. Mal'tseva". 2013. S. 96–98.
2. Butorin V. A., TSarev I. B., Guseynov R. T. Otsenka resursa upornogo podshipnikovogo uzla pogruzhnogo elektrodvigatelya // APK Rossii. 2017. T. 24. № 5. S. 1152–1156.
3. Butorin V. A., TSarev I. B., Guseynov R. T. Teoreticheskoe obosnovanie resursa upornogo podshipnikovogo uzla pogruzhnogo elektrodvigatelya // APK Rossii. 2017. T. 24. № 5. S. 1157–1160.
4. Butorin V. A., Guseynov R. T. Razrabotka ispytatel'nogo stenda dlya provedeniya resursnykh ispytaniy upornogo podshipnika pogruzhnogo elektrodvigatelya marki PEDV // Vestnik BGAU. 2014. № 2 (30). S. 64–68.
5. Aipov R. S., Valishin D. E., Mukhortova E. I. Sravnitel'nye kharakteristiki skvazhinnykh tsentrovezhnykh nasosov i plunzhernykh s linejnym asinkhronnym elektroprivodom // Materialy IKH Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / pod obshch. red. V. A. Trushkina. 2018. S. 3–4.
6. Aipov R. S., Valishin D. E. Issledovanie privoda skvazhinного plunzhernogo nasosa na baze TSLAD s nepolnofaznym rezhimom raboty // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3 (43). S. 43–49.
7. Aipov R. S., Valishin D. E. Matematicheskaya model' linejnogo asinkhronnogo privoda plunzhernogo nasosa s periodicheskoj kommutatsiej fazy istochnika trekhfaznogo napryazheniya // Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy. 2016. T. 12. № 4. S. 13–20.
8. Aipov R. S., Kafiev I. R. Energoberezhenie v vodosnabzhenii primeneniem elektroprivoda s linejnym asinkhronnym dvigatelem // Materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkakh XIX spetsializirovannoj vystavki "Otoplenie. Vodосnabzhenie. Konditsionirovanie". 2015. S. 46–50.
9. Gerasimova M. N., Loginov A. Yu., Potapov V. V. Analiz neispravnostej tsentrovezhnykh nasosov teploistochnikov ZAO "BajkalEnergо" // Vestnik IrGSKHA. 2017. № 80. S. 78–82.
10. Gerasimova M. N., Loginov A. Yu. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya tsentrovezhного nasosa po kompleksnomu pokazatelyu // Vestnik IrGSKHA. 2017. № 81–1. S. 96–102.
11. Loginov A. Yu., Prudnikov A. Yu. Opisanie protsessа izmeneniya chastoty vrashcheniya rotora asinkhronnogo dvigatelya s pomoshch'yu dinamicheskogo zvena vtorigo poryadka // Vestnik IrGSKHA. 2017. № 81–2. S. 111–116.
12. Eksperimental'naya proverka sposoba diagnostirovaniya ekstsentrisiteta rotora asinkhronnogo dvigatelya / A. Yu. Prudnikov, V. V. Bonnet, A. Yu. Loginov, V. V. Potapov // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 11. S. 73–77.



13. Prudnikov A. Yu., Bonnet V. V., Loginov A. Yu. Metod opredeleniya eksstentsisnitya rotora asinkhronnogo dvigatelya // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 5. S. 68–72.

14. Prudnikov A. Yu., Bonnet V. V., Loginov A. Yu. Matematicheskaya model' asinkhronnogo dvigatelya s eksstentsisnitetom rotora // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 6. S. 94–97.

15. Pet'ko V. G., Fomin M. B. Analiz usloviy obledeneniya vodonapornoj bashni rozhnovskogo v sisteme vodosnabzheniya ob'ektov APK // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 1 (63). S. 85–89.

16. Protsess obledeneniya metallicheskoj vodonapornoj bashni v sistemakh vodosnabzheniya ob'ektov sel'skogo khozyajstva, vypolnennoj po tipu "bak-stojka" / M. B. Fomin, V. G. Pet'ko, L. R. Fomina, S. A. Solov'ev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 5 (67). S. 129–132.

17. Pet'ko V. G., Fomin M. B. Analiz usloviy obledeneniya vodonapornoj bashni rozhnovskogo v sisteme vodosnabzheniya ob'ektov APK // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 6. S. 85.

18. Gritsenko A. V., Kukov S. S. Diagnostirovanie podshipnikov krivoshipno-shatunnogo mekhanizma po parametram davleniya v tsentral'noj maslyanoj magistrali // Materialy XLVIII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk : CHGAU, 2009. S. 9–15.

19. Kukov S. S., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie korennykh podshipnikov kolenchatogo vala dvigatelya vnutrennego sgoraniya // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. 2009. № 3. S. 27–28.

20. Gritsenko A., Kukov S., Glemba K. Theoretical underpinning of diagnosing the cylinder group during motoring // Procedia Engineering 2. Ser. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016". 2016. S. 1182–1187.

21. Kukov S. S., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie korennykh podshipnikov krivoshipno-shatunnogo mekhanizma po parametram davleniya v tsentral'noj maslyanoj magistrali // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. № 3 (30). S. 143–147.

22. Razrabotka metoda i sredstva diagnostirovaniya elektrobenezonasosov sistemy toplivopodachi DVS / A. V. Gritsenko [i dr.] // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. 2015. № 1. S. 40–44.

23. Gritsenko A. V., Glemba K. V., Kukov S. S. Metodicheskie priemy povysheniya tochnosti diagnostirovaniya podshipnikov kolenchatogo vala // Vestnik CHGAA. 2010. T. 57. S. 51–56.

24. Diagnostirovanie elektricheskikh benzinovykh nasosov po kompleksnym vykhodnym parametram / A. M. Plaksin [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 11–12. S. 2610–2614.

25. Gritsenko A. V., Tsyganov K. A. Diagnostirovanie elektricheskikh benzonasosov avtomobilej // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. 2013. № 4. S. 22–23.

26. Glemba K. V., Gritsenko A. V., Larin O. N. Diagnostirovanie korennykh i shatunnykh podshipnikov krivoshipno-shatunnogo mekhanizma // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. : Mashinostroenie. 2014. T. 14. № 1. S. 63–71.

27. Butorin V. A., TSarev I. B., Otsenka otdel'nykh sostavlyayushchikh zatrat, svyazannykh s avarijnym rezervom zapasnykh chastej rajonov elektricheskikh setej // Vestnik CHGAA. 2014. T. 70. S. 14–17.

28. Gritsenko A. V. Diagnostirovanie podshipnikov krivoshipno-shatunnogo mekhanizma dvigatelej vnutrennego sgoraniya po parametram pul'satsii davleniya v tsentral'noj maslyanoj magistrali : dis. ... kand. tekhn. nauk / CHGAU. Chelyabinsk, 2009.

29. Rezul'taty issledovaniya vykhodnykh kharakteristik elektricheskikh nasosov avtomobilej pri imitatsii soprotivleniya v nagnetatel'nom toplivoprovode / A. V. Gritsenko [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 11–5. S. 991–995.

30. Uchebnye stendy-trenazhery po elektrooborudovaniyu avtomobilej / S. S. Kukov [i dr.] // Vestnik CHGAU. 2006. T. 47. S. 67–69.

31. Gritsenko A. V., Tsyganov K. A. Diagnostirovanie elektricheskikh benzonasosov sistemy pitaniya avtomobilej s mikroprotsessornoj sistemoy upravleniya dvigatelem // Materialy LII Mezhdunar.

nauch.-tekh. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". Chelyabinsk : CHGAA, 2013. S. 49–55.

32. Vlasov D. B., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie elektricheskikh nasosov avtomobilej // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2015. T. 3. № 4–1 (15–1). S. 176–180.

33. Gritsenko A. V., Vlasov D. B., Plaksin A. M. Kompleksnoe diagnostirovanie elektricheskogo benzonasosa sistemy toplivopodachi // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2016. T. 4. № 5–4 (25–4). S. 239–243.

34. Diagnostirovanie elektricheskikh nasosov po sile toka pitaniya pri soprotivlenii v toplivosisteme / K. V. Glemba, A. V. Gritsenko, K. A. Tsyganov, D. B. Vlasov // Evrazijskoe Nauchnoe Ob"edinenie. 2015. T. 1. № 11 (11). S. 16–18.

**Butorin Vladimir Andreyevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: butorin\_chgau@list.ru.

**Saplin Leonid Alekseyevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, OOO "Chelyabinsk Compressor Plant".

E-mail: butorin\_chgau@list.ru.

**Tsarev Igor Borisovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: tsarev@citydom.ru.

**Guseynov Ruslan Tofikovich**, postgraduate student, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ruslan-ural8@mail.ru.

### **Studying the effect of electric current on rodents**

**A. G. Vozmilov, L. N. Andreev, V. N. Agapov**

The issues of protecting agricultural products during production and storage from rodents are considered. To exterminate rodents the electrophysical method is studied, which is one of the promising methods of controlling rodents. The voltage sensible to rodents as well as the voltage causing their death are experimentally determined. The initial reaction of rodents to electrical voltage is observed at the voltage of  $45 \pm 12.4$  V, with the average current value of  $4 \pm 1.3$  mA. The lethal effect of rodents was observed at the voltage pulse of 8 kV and the duration of 2 seconds.

*Keywords:* rodents, extermination, electrophysical method, electroderatizer.

### **References**

1. Sokolov E. V., Bobrov V. V. Ekonomicheskij ushcherb // Seraya krysa. M. : Nauka, 1990. S. 333–338.
2. Devel' D. V. Nasekomye i gryzuny-vrediteli zerna, krupy, muki i veshchevykh predmetov. SPb., 1912. 101 s.
3. Agrokon. Rezhim dostupa : <http://www.pestcontrol.ru/content/view/82>.
4. OOO NPP "ORION SPb". Rezhim dostupa : <http://www.orionspb.ru>.
5. Bentli E. V. Bor'ba s gryzunami // Khronika VOZ. 1967. T. 21. № 9. S. 359–364.
6. Barnett S. A. A study of Behaviour: Principles of ethology and Behaviour psychology displayed mainly in the rat. L. : Methuen. 1.
7. Ryl'nikov V. A. Sredstva i metody deratizatsii // Tezisy dokladov konferentsii «Pestkontrol' (Pest-control) v sisteme zhizneobespecheniya cheloveka». 2004. S. 1–7.
8. Toshchigin Yu. V. Osnovnye ponyatiya deratizatsii, strategii, taktiki, monitoring // Tezisy dokladov konferentsii «Pestkontrol' (Pestcontrol) v sisteme zhizneobespecheniya cheloveka». 2004. S. 1–7.



9. Manojlov V. E. Osnovy elektrobezopasnosti. 5-e izd., pererab. i dop. L. : Energoatomizdat, 1991. 480 s.

**Vozmilov Aleksandr Grigoryevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).  
E-mail: vozmiag44@rambler.ru.

**Andreev Leonid Nikolayevich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Energy Supply for Agriculture”, Northern Trans-Ural State Agricultural University.  
E-mail: andreev@tmn-tlt.ru.

**Agapov Vladimir Nikolayevich**, Director, GAPOU TO “Agrotechnological College”.  
E-mail: agapovvn@mail.ru.

### **Using ozone to disinfect eggs and stimulate the embryonic development of chickens during the incubation period**

**A. G. Vozmilov, D. V. Astafyev, R. Yu. Ilimimbetov**

The results of using ozonation technologies in the disinfection process of hatching eggs are considered. An electrofiltration system in the incubation setter was used for disinfection to achieve highly efficient continuous disinfection of not only the air, but also the surface of eggs and processing equipment inside the incubation setter. The system is based on an electric precipitator with increased ozone generation based on corona discharge. During the incubation process when the plant operates, the dust concentration in the air decreased from 3000 pcs/l to 100 pcs/l, the average concentration of microorganisms decreased from 372 pcs/m<sup>3</sup> up to 170 pcs/m<sup>3</sup>, the ozone concentration ranged from 5.58 to 7.7 mg/m<sup>3</sup>. During the experiment 151 055 eggs were incubated (75 484 in the experimental and 75 571 in the control setters). The output of healthy chickens in the experimental setter was significantly higher (by 3.44%) as compared with the control one.

*Keywords:* ozone, ozonation, electrostatic precipitator, corona discharge, incubation.

#### **References**

1. Tajmanov S. T. Issledovanie i razrabotka sistemy elektroochistki vozdukha i dezinfektsii yaits v inkubatore : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1995. 18 s.
2. GOST 12.1.007-76. Vrednye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti. M. : Izd-vo standartov, 2002. 3 s.
3. Alekseeva L. P., Draginskij V. L. Ozonirovanie v tekhnologii ochistki prirodnykh vod // Vodospbuzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2007. № 4. S. 25–33.
4. Krivopishin I. P. Ozon v promyshlennom ptitsevodstve. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Rosagropromizdat, 1988. 175 s.
5. Vozmilov A. G., Astaf'ev D. V., Matveev S. D. Primenenie ozona v tekhnologicheskikh protsessakh ptitsevodstva i kriterii sravnitel'noj otsenki ozonatorov // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. 2007. № 3. S. 13–15.
6. Veterinarno-sanitarnye meropriyatiya v inkubatoriyakh // Sanitariya i gigiena sodержaniya zhivotnykh / Z. P. Fedorova [i dr.] // Nauchn. tr. VASKHNIL. 1981. S. 283–287.
7. Markov Yu. G., Sviridenko V. V., Zajka S. I. Dinamika nakopleniya mikroflory v inkubatsionnykh shkafakh // Ptitsevodstvo. 1984. № 6. S. 32–37.
8. Kuz'min V. I. Mikrobnaya kontaminatsiya inkubatoriya v pe-riod inkubatsii i vyvod tsyplyat // Sb. nauchn. tr. VNIVIP. 1981. T. 52. S. 100–105.

9. Fedukina R. I., Lisovkaya T. A. Ozonirovanie kormov dlya kurs-nesushek v proizvodstve tovarnogo yajtsa // Ozon i drugie ekologicheski chistye okisliteli. Nauka i tekhnologii : mater. 1-go Vseros. seminara. M., 2005. S. 42–44.

10. Kolodyaznaya V. S., Suponina T. A. Khranenie pishchevykh produktov s primeneniem ozona // Kholodil'naya tekhnika. 1975. № 6. S. 39–41.

11. Majchrowicz A. Food safety technology: a potential role for ozone? // Agr. Outlook. 1998. № 252. P. 13–15.

12. Suponina T. A. Dejstvie ozona na mikroorganizmy, porazhayushchie kartofel' pri khranении // Tekhnologicheskaya obrabotka i khranenie pishchevykh produktov. L., 1975. Vyp. 3. S. 69–75.

13. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance / F. Mendez a, D. E. Maier b, L. Mason c, C. P. Woloshuk a // Department of Botany and plant Pathology. Purdue University.

14. Leda Rita A. Faroni, Tales A. SILVA, Juliana L. Paes, Monica R. Pirozi, Reaction Kinetics of Ozone Gas in Wheat Grain Mass.

15. Perspektivy ispolzovaniya koronnogo razryada v sel'skokhozyajstvennykh elektroozoniruyushchikh ustanovkakh / I. F. Borodin, A. F. Pershin, A. Yu. Evdoseeva, A. V. Fedorov // Sbornik nauchnykh trudov MIISP. M. : MIISP, 1989. S. 3–9.

16. Bogatyreva G. G., Polyakova S. P. Novye sposoby predotvrashcheniya mikrobiologicheskogo zarazheniya khleba v upakovke // Nauchno-tekhnicheskij progress v pererabatyvayushchikh otraslyakh APK : tez. dokl. Mezhdunar. konf. M., 1995. S. 177.

17. Pat. № 77944. Elektrofil'tr-ozonator / A. G. Vozmilov [i dr.] ; opubl. 10.11.2008, Byul. № 31.

18. Blinova A. Yu. Ispolzovanie ozona dlya konservirovaniya ryby-syrtsa // Obrabotka ryby i more-produktov. 1998. Vyp. 5 (3). S. 17–20.

19. Borodin I. F., Ksenz N. V. Ispol'zovanie elektroozonirovannogo vozdukhav sel'skokhozyajstvennom proizvodstve // Tekhnika v sel'skom khozyajstve. 1993. № 3. S. 22.

20. Borodin I. F., Ksenz N. V., Datskov I. I. Elektroozonirovannaya sushka semyan // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. 1993. № 7. S. 22.

21. Ewell A. W. Ozone and application in food preservation // Refrigeration engineering. 1950. № 9. R. 28–30.

22. Ozone: A new control strategy for stored grain / I.L. J. Mason, C. P. Woloshuk, F. Mendoza, D. E. Maier, S. A. Kells.

23. Pat. USA №WO 2011/087856 A2 Jonson Lynn. Albert Delron E. Case Vane Systems and methods for ozone treatment of grain.

24. Rice R. G., Netzer A. Handbook of Ozone Technology and Applications. 1982. 386 p.

25. Vozmilov A. G. Issledovanie i razrabotka dvukhzonnogo elektrofil'tra dlya ochistki vozdukhav promyshlennom ptitsevodstve (tsekh inkubatsii tsyplyat) : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1980. 21 s.

**Vozmilov Aleksandr Grigoryevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

E-mail: [vozmiag44@rambler.ru](mailto:vozmiag44@rambler.ru).

**Astafiev Dmitry Vladimirovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South Ural State Agrarian University; the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

E-mail: [dim-as82@yandex.ru](mailto:dim-as82@yandex.ru).

**Ilimbetov Rafael Yurikovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

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



## Morphological analysis and synthesis for technical solutions when developing an electrostatic filter

A. G. Vozmilov, R. Yu. Ilimbetov, D. V. Astafiev, N. V. Evdokimov

The article considers the problem of increasing the efficiency of an electrostatic filter (ESF) for air purification with a fine aerosol for small premises. In connection with the development of “clean” technologies in medicine, electronic and food industries, this area of research is relevant. The analysis of the theory proved that the efficiency of air purification depends on the design and operational parameters of electrostatic filters. To compile the morphological table, three main characteristic factors for electrostatic filters were considered in detail: the type of precipitation electrodes, their layout and supply voltage. As a result, the design of flat dielectric electrodes located in parallel with additional double-sided plates (DSPs) was chosen, with a constant high voltage being adopted as the supply. The use of DSPs makes it possible to expand the area of collecting electrodes up to 15% and the deposition of dust particles on the DSP surface due to increasing zones with a sharply inhomogeneous electric field.

*Keywords:* morphological analysis, electrostatic filter, air purification, collecting electrode.

### References

1. Polovinkin A. I. Osnovy inzhenernogo tvorchestva : ucheb. posob. dlya studentov vtuzov. M. : Mashinostroenie, 1988.
2. Chistye pomeshcheniya / pod red. A. E. Fedotova. M. : ASINKOM, 1998. 320 s., il.
3. Pat. RF № 2174873. Elektrostatcheskij fil'tr s uvelichennoj ploshchad'yu osazhdeniya / I. M. Kirpichnikova [i dr.]. № 2000121518 ; zayavl. 10.08.2000 ; opubl. 20.10.2001, Byul. № 29.
4. Osnovy elektrogazodinamiki dispersnykh sistem / I. P. Vereshchagin [i dr.]. M. : Energiya, 1974. 480 s.
5. Ochistka promyshlennykh gazov ot pyli / V. N. Uzhov, A. YU. Val'dberg, B. I. Myagkov, I. K. Reshidov. M. : Khimiya, 1981. 392 s.
6. Kirpichnikov I. V. Razrabotka i issledovanie elektrostatcheskogo fil'tra dlya ochistki vozdukha ot pyli v sel'skokhozyajstvennykh maloob'emnykh pomeshcheniyakh : dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2000. 134 s.
7. Kirpichnikova I. M. Energosberegayushchie sistemy elektroochistki vozdukha v s.-kh pomeshcheniyakh s povyshennymi trebovaniyami k chistote vozdukha : dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2001. 321 s.
8. Mikhalkov A. V. Tekhnika vysokikh napryazhenij v primerakh i zadachakh. M. : Vyssh. shk., 1965.

**Vozmilov Aleksandr Grigoryevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

E-mail: [vozmiag44@rambler.ru](mailto:vozmiag44@rambler.ru).

**Ilimbetov Rafael Yurikovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

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

**Astafiev Dmitry Vladimirovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Electrical Equipment and Electrotechnologies”, South Ural State Agrarian University; the Department “Automobile Transport”, South Ural State University (NRU).

E-mail: [dim-as82@yandex.ru](mailto:dim-as82@yandex.ru).

**Evdokimov Nikita Vladimirovich**, 3<sup>rd</sup>-year student, the Faculty of Mechanical Engineering, South Ural State University (NRU).

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

## Ecological problems of animal and poultry industries and the ways to solve them

A. G. Vozmilov, V. B. Fain, O. V. Zvezdakova

The results of analyzing the modern technologies used in animal and poultry industries show the tendency to enlarge agricultural enterprises and increase the concentration of animals and poultry. The increase in livestock by enlarging the concentration of animals and poultry can significantly raise the technical and economic indicators of production: unit costs for production are reduced; the productivity of animals and poultry becomes higher. However, an increase in the concentration of livestock and poultry in agricultural enterprises has a number of negative consequences, with the negative impact on the environment being the most important one. One of the most serious issues from the point of view of ecological safety of livestock and poultry complexes is the problem of reducing the pollution (dust, microorganisms, ammonia, hydrogen sulfide, odorous substances, etc.) of the air in livestock buildings and of the exhausting air. The high indoor air pollution in livestock complexes adversely affects both the health of animals and poultry, as well as the health of agricultural workers and people living nearby. To reduce the negative impact of livestock complexes on the environment, various systems are used to clean and disinfect the supplying, recirculating and exhausting air. According to the analysis of material balance, the article considers the influence of the above mentioned air-cleaning and disinfecting systems on improving the environmental safety of livestock and poultry complexes with the aim of developing a practical strategy to reduce the negative impact on the environment. Thus, an analytical dependence of the concentration of pollutants in the indoor air over time is obtained, with the main operational parameters of air purification systems being taken into account. According to the obtained analytical dependence, the impact of air-cleaning systems in livestock buildings on the environment is analyzed and it was concluded that the most effective reduction in the complex impact of livestock and poultry raising on the environment, on the health of agricultural workers and people living nearby, as well as the prevention of spreading aerogenic infections at livestock complexes can be a system for purifying the supplying and recirculating air.

*Keywords:* animal industry, poultry industry, environmental protection, air purification.

### References

1. Mursalimov M. M. Rossijskoe ptitsevodstvo: sostoyanie i perspektivy razvitiya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 1 (51). S. 212–216.
2. Shalavina E. V., Vasil'ev E. V. Ekologicheskie problemy otrasli svinovodstva v Rossii // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva : teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal FGBNU "In-t agroinzhenernykh i ekologicheskikh problem sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva" (IAEP). SPb. : IAEP, 2017. Vyp. 92. S. 165–172.
3. Vasil'ev E. V., SHalavina E. V. Perspektivy i ekologicheskie problemy razvitiya ptitsevodstva v Rossii // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva : teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal FGBNU "In-t agroinzhenernykh i ekologicheskikh problem sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva" (IAEP). SPb. : IAEP, 2017. Vyp. 92. S. 173–185.
4. Prognoz razvitiya zhivotnovodstva RF do 2025 g. // Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut ekonomiki i normativov filial Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo nauchnogo uchrezhdeniya "Federal'nyj Rostovskij agrarnyj nauchnyj tsentr". Rezhim dostupa : <http://vniiein.ru/wp-content/uploads/2015/11/Prognoz-razvitiya-zhivotnovodstva-RF-do-2025-g.pdf> (data obrashcheniya: 04.06.2019).
5. Winkel A., Mosquera J., Aarnink A. J. A., Groot Koerkamp P. W. G., Ogink N. W. M. Evaluation of a dry filter and an electrostatic precipitator for exhaust air cleaning at commercial non-cage laying hen houses. 2015. Biosystems Engineering 129. S. 212–225.
6. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium Environmental impacts and sustainability of egg production systems H. Xin, R. S. Gates, A. R. Green, F. M. Mitloehner, P. A. Moore Jr., and C. M. Wathes Iowa State University, Ames 50011-3310; †University of Illinois, Urbana-Champaign 61801; University of California-Davis 95616; USDA, Agricultural Research Service, Fayetteville, AR 72701; and University of London, United Kingdom, WC1B 5DN.



7. Thu K. M. Public health concerns for neighbors of large-scale swine production operations. 2002 // Journal of Agricultural Safety and Health. № 8 (2). S. 175–184.
8. Vozmilov A. G., Zvezdakova O. V. Elektroochistka i elektroobezrazhivanie vozdukh v tekhnologicheskikh protsessakh APK // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii. 2013. T. 66. S. 14–24.
9. Fil'try, predokhranyayushchie ot proniknoveniya virusa bolezni Mareka // Sel'skoe khozyajstvo za rubezhom. Ser. Zhivotnovodstvo. 1974. № 3. S. 39.
10. Sharkey D. Evaluation of filtered air hatchin gaubrailer pezformance Poultry. Sc. 1977. № 564. R. 1092–1097
11. Vozmilov A. G., Andreev L. N., Dmitriev A. A. Dvukhstupenchatyj elektrofil'tr dlya ochistki retsirkulyatsionnogo vozdukh v zhivotnovodstve // Sbornik nauch. tr. po mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. s Mezhdunar. uchastiem "Energoberegayushchie tekhnologii". Yaroslavl' : Izd-vo FGBOU VPO "Yaroslavskaya GSKHA", 2014. S. 6–11.
12. Winkel A., Mosquera J., Aarnink A. J. A., Groot Koerkamp P. W. G., Ogink N. W. M. Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses 2016. Biosystems Engineering 150. S. 104–122.
13. Ochistka ventilyatsionnogo vozdukh svinoferm / A. A. Dmitriev, A. G. Vozmilov, L. N. Andreev, V. V. Yurkin / Svinovodstvo. 2015. № 2. S. 19–20.
14. Vozmilov A. G., Andreev L. N. Energoeffektivnye tekhnologii mikroklimata v zhivotnovodstve // Veterinariya. 2016. № 1. S. 12–17.
15. Kosch R., Siemers V., Van Den Weghe H. Efficiency of a bioscrubber system for the reduction of ammonia and dust emissions in a broiler house, 2005 ASAE Annual International Meeting.
16. Vremennye rekomendatsii po proektirovaniyu sistem ochistki vozdukh zhivotnovodcheskikh i ptitsevodcheskikh pomeshchenij. M. : GIPRONII sel'khoz, 1976. 44 s.
17. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu i issledovaniyu sredstv ochistki i dezinfektsii ventilyatsionnogo vozdukh zhivotnovodcheskikh i ptitsevodcheskikh pomeshchenij. M. : VIESKH, 1982. 39 s.

**Vozmilov Aleksandr Grigoryevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department "Automobile Transport", South Ural State University (NRU).  
E-mail: vozmiag44@rambler.ru.

**Fain Veniamin Borisovich**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department "Electrical Equipment and Electrotechnologies", South Ural State Agrarian University.  
E-mail: veniamin.fine@yandex.ru.

**Zvezdakova Olga Vladilenovna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department "Electrical Equipment and Electrotechnologies", South Ural State Agrarian University.  
E-mail: zvezda0606@yandex.ru.

### Using the thermal energy of water bodies in the climate of the Southern Urals

**S. K. Sheryazov, O. S. Ptashkina-Girina, O. A. Guseva**

The article presents the results of studies of the thermal reserves of lakes that can be used in the heat-supplying system of agricultural consumers located near water bodies. The technique and calculation results for the exergy temperature function as the coefficient of the heat capacity of water bodies are presented.

*Keywords:* thermal energy, low potential energy, heat reserves, water bodies, exergy, heat pump installation.

## References

1. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Ispol'zovanie vozobnovlyaemykh istochnikov energii v sel'skom khozyajstve : ucheb. posobie. Chelyabinsk : CHGAA, 2013. 180 s.
2. Nizamutdinova N. S., Ptashkina-Girina O. S. Mesto tekhnologij, ispol'zuyushchikh vozobnovlyaemyu energiyu, na rynke elektroenergii Rossijskoj Federatsii // Energetika – agropromyshlennomu kompleksu Rossii : mater. mezhd. nauch.-prakt. konf. / pod red. prof., d-ra s.-kh. nauk M. F. Yudina. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2017. S. 119–126.
3. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Estimation of Renewable Energy Resources for Heat Supply Systems // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM. 2017. P.1–4. IEEE Conference Publications.
4. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Increasing power supply efficiency by using renewable sources. 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM. 2016. P. 1–4. IEEE Conference Publications.
5. Sher'yazov S. K., Ptashkina-Girina O. S. Osobennosti ispol'zovaniya vozobnovlyaemoj energii v sel'skom khozyajstve // Vestnik CHGAA. Chelyabinsk, 2013. Vyp. 66. S. 95–101.
6. Metodika otsenki energeticheskikh kharakteristik vozobnovlyaemykh istochnikov / S. K. Sher'yazov, O. S. Ptashkina-Girina, A. T. Akhmetshin, O. A. Guseva // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 1 (45). S. 114–124.
7. Goodenough J. B. The Options for Using the Sun. Technology Review, Oct. Nov. 1976. R. 63–71.
8. US National Academy of Sciences/Solar Energy for Rural Development. Development DT gest. 1977. Vol. XV. № 2. R. 85–117.
9. Issledovanie faktorov, vliyayushchikh na effektivnost' raboty teplonasosnoj ustanovki v sel'skom khozyajstve / S. K. Sheryazov, O. S. Ptashkina-Girina, R. Zh. Nizamutdinov, O. S. Volkova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 3 (71). S. 162–164.
10. Ptashkina-Girina O. S., Guseva O. A., Zharkov E. V. Vozmozhnost' primeneniya teplonasosnykh ustanovok dlya energoobespecheniya avtonomnykh potrebitelej Chelyabinskoj oblasti // Energetika i energosberezhenie: teoriya i praktika : sb. mater. IV Vseros. nauch.-prakt. konf. / pod red. V. G. Kashirskikh, I. A. Lobur. 2018. S. 161.1–161.4.
11. Ptashkina-Girina O. S., Nizamutdinov R. Zh. Opyt ispol'zovaniya nizkopotentsial'noj teplovoj energii ozer dlya sistem teplosnabzheniya v usloviyakh Chelyabinskoj oblasti // Aktual'nye problemy energetiki APK : mater. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. Saratov, 2017. S. 216–218.
12. Ptashkina-Girina O. S., Guseva O. A., Volkova O. S. Opyt vnedreniya teplonasosnykh ustanovok v sistemy otopeniya zdaniy v Chelyabinskoj oblasti // Materialy II Vseros. (natsional'noj) nauch.-prakt. konf. "Prioritetnye napravleniya razvitiya energetiki v APK". Kurgan : Kurganskaya GSKHA, 2018. S. 132–137.
13. Dobrozhanskaya Zh. V., Kovalenko E. P. Vozmozhnost' ispol'zovaniya nizkopotentsial'nogo tepla vodoemov Belorussii // Ispol'zovanie vodnykh resursov. Minsk : TSNIKIVR, 1985. S. 23–29.
14. Egorov A. N. Ratsional'noe ispol'zovanie solenykh ozer - strategiya ustojchivogo razvitiya gosudarstva v XXI veke // Mezhdunarodnyj nauchnyj institut "Educatio". 2015. № 7 (14). Ch. 3. S. 45–47.
15. Ershov A. A., Umarov G. Ya. Solnechnaya energetika. M. : Znanie, 1974. S. 64.
16. Andreeva M. A. Ozera Srednego i Yuzhnogo Urala. Chelyabinsk : YUUKI, 1973. S. 270.
17. Zakharov S. G. Ozera Chelyabinskoj oblasti : ucheb. posobie. Chelyabinsk : ABRIS, 2010. 128 s.
18. Gidrologicheskij ezhegodnik T. 6. Bassejn Karskogo morya (zapadnaya chast'). Vyp. 7. Bassejn reki Tobola (1978–1990 gg.).
19. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 11. Srednij Ural i Priural'e. L. : Gidrometeoizdat, 1973. 450 s.
20. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 11. Srednij Ural i Priural'e. L. : Gidrometeoizdat, 1965. 392 s.
21. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. L. : Gidrometeoizdat, 1979. T. II. Vyp. 1.
22. Spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 9. Ch. 2. Permskaya, Sverdlovskaya, Chelyabinskaya, Kurganskaya oblasti i Bashkirskaya ASSR. Temperatura vozdukh i pochvy. L. : Gidrometeoizdat, 1965. 365 s.



23. Rukovodstvo po obrabotke i podgotovke k pechati materialov nablyudenij na ozerakh i vodokhranilishchakh. L. : Gidrometeoizdat, 1972. S. 252.
24. Obshchaya limnologiya : posob. dlya studentov geogr. fak. / P. S. Lopukh, O. F. Yakushko. Minsk : BGU, 2011. Rezhim dostupa : <http://www.elib.bsu.by>.
25. Sukhovilo N. Yu., Novik A. A. Otsenka vliyaniya prirodnykh i antropogennykh faktorov na teplozapas i teplovoj byudzhnet ozer belorusskogo poozer'ya // Materialy Mezhdunar. nauch. konf. "Problemy gidrometeorologicheskogo obespecheniya khozyajstvennoj deyatel'nosti v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata" / Belarus. gos. un-t. Minsk, 2015. 337 s. Rezhim dostupa : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/118417>.
26. Brodyanskij V. M., Fratsher V., Mikhalek K. Eksergeticheskij metod i ego prilozhenie. M. : Energoatomizdat, 1988. 288 s.
27. Yantovskij E. I. Potoki energii i eksergii. M. : Nauka, 1988. 144 s.
28. Kovalenko E. P. Vodnye resursy kak vozobnovlyaemyj istochnik nizkopotentsial'noj teplovoj energii. Prirodnye resursy. 1998. № 1. S. 27–33.
29. Guseva O. A., Ptashkina-Girina O. S. Otsenka tselesoobraznosti elektrosnabzheniya ot malykh // Vestnik IrGSKHA. 2017. № 81–2. S. 105–111.
30. Shirokomasshtabnoe ispol'zovanie metodov rekuperatsii tepla i drugikh netraditsionnykh istochnikov energii: ikh vozmozhnoe vliyanie na vodnye resursy. EEK OON, WATER/GE. I/R 65. 1984. 10 s.

**Sheryazov Saken Koysybaevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department "Energy Supply and Automation of Technological Processes", South Ural State Agrarian University.

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

**Ptashkina-Girina Olga Stepanovna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department "Energy Supply and Automation of Technological Processes", South Ural State Agrarian University.

E-mail: [girina2002@mail.ru](mailto:girina2002@mail.ru).

**Guseva Olga Anatolyevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department "Energy Supply and Automation of Technological Processes", South Ural State Agrarian University.

E-mail: [gusevaoa2010@mail.ru](mailto:gusevaoa2010@mail.ru).

## VETERINARY SCIENCES

### **Morphobiochemical blood status of cows infected with cattle leukemia virus in the climate of the Bashkir Trans-Urals**

**F. G. Gizatullina, E. K. Rakhmatullin, J. S. Rybyanova**

Shifts in the blood cellular composition, biochemical indicators of cow' metabolism in the climate of the natural-technogenic province of the Bashkir Trans-Urals is established. A sufficiently high cobalt content was revealed in the animals' blood, exceeding the maximum permissible level by 50%. Hyperchromia, a decrease in the number of platelets and monocytes, and hematocrit were revealed in the blood of cows seronegative for immunodiffusion test. When analyzing biochemical parameters, an increase in the level of creatinine, cholesterol, AlaT activity, inorganic phosphorus relative to reference values and a decrease in glucose,  $\beta$ -lipoproteins, alkaline phosphatase activity, violation of the ratio of calcium and phosphorus were found. In the blood of cows seropositive by seronegative for immunodiffusion test, a significant decrease in the number of red blood cells, hemoglobin, eosinophils and a significant increase in the level of basophils, the appearance of myelocytes were found. The biochemical status of the blood of these cows revealed dysproteinemia, a significant decrease in the concentration of albumin and an increase in  $\beta$ -globulins, a significant decrease in the level of urea, creatinine, bilirubin, and total calcium.

*Keywords:* cows seronegative and seropositive for immunodiffusion test, leukemia, blood, hematological parameters, biochemical parameters, heavy metals, the Bashkir Trans-Urals.

### References

1. Baimova S. R., Red'kina N. N., Lykasova I. A. Soderzhanie tyazhelykh metallov v organakh i tkanyakh zhivotnykh v Bashkirskom Zaural'e // Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2007. T. 12. № 12. S. 27–28.
2. Baimova S. R. Tyazhelye metally v sisteme “pochva – rasteniya – zhivotnye” v usloviyakh Bashkirskogo Zaural'ya : dis. ... kand. biol. nauk. Ufa, 2009. 151 s.
3. Tyazhelye metally v sisteme “pochva-rasteniya-zhivotnye” v usloviyakh Bashkirskogo Zaural'ya i Chelyabinskoy oblasti / S. R. Baimova [i dr.]. Troitsk : FGOU VPO UGAVM, 2009. 140 s.
4. Baimova S. R., Red'kina N. N., Bajkov A. G. Ob ekologicheskikh riskakh ot zagryazneniya rastitel'nosti tyazhelymi metallami prirodnogo i tekhnogennogo proiskhozhdeniya v Bashkirskom Zaural'e // Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2015. T. 20. № 3. S. 865–867.
5. Gizatullina F. G. Osobennosti morfobiokhimicheskogo statusa krovi korov, infitsirovannykh VLKRS, v usloviyakh prirodno-tekhnogennykh biogeokhimicheskikh provintsij Yuzhnogo Urala // Nauka (Kostanaj). 2014. № 4–1. S. 85–88.
6. Gizatullina F. G., Rakhmatullin E. K., Gizatullin I. A. Kliniko-fiziologicheskoe sostoyanie korov, infitsirovannykh virusom lejkoza krupnogo rogatogo skota, v usloviyakh biogeokhimicheskoy provintsii // APK Rossii. 2015. T. 72. № 1. S. 142–144.
7. Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchej sredy Respubliki Bashkortostan v 2018 godu. Ufa : Minekologii RB, 2019. 276 s.
8. Donnik I. M. Otsenka zdorov'ya loshadej v razlichnykh ekologicheskikh zonakh // Agrarnyj vestnik Urala. 2008. № 9 (51). S. 78–79.
9. Fiziologicheskie osobennosti zhivotnykh v rajonakh tekhnogennogo zagryazneniya / I. M. Donnik [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. 2012. № 1 (93). S. 26–28.
10. Ivanova O. Yu., Pronin V. V., Ivanov O. V. Izuchenie dinamiki gematologicheskikh pokazatelej u korov na raznykh stadiyakh lejkoznogo protsessa // Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA. 2015. № 3 (31). S. 85–88.
11. Krivonogova A. S., Isaeva A. G., Baranova A. A. Fiziologicheskie i immunologicheskie pokazateli zhivotnykh pri nakoplenii povyshennykh kontsentratsij tyazhelykh metallov v ikh organakh i tkanyakh // Agrarnyj vestnik Urala. 2013. № 6 (112). S. 15–20.
12. Zavisimost' vospriimchivosti krupnogo rogatogo skota k lejkozu ot biokhimicheskikh pokazatelej krovi / M. L. Malinin [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. № 10. Ch. 8. S. 1758–1761.
13. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki: spravochnik / pod red. I. P. Kondrakhina. M. : KolosS, 2004. 520 s.
14. Samsonova T. S. Massovye zabelevaniya krupnogo rogatogo skota v usloviyakh napryazhennoj ekologicheskoy obstanovki: osobennosti diagnostiki i terapii // APK Rossii. 2018. T. 25. № 1. S. 147–153.
15. Simonyan G. A., Gulyukin M. I. Vklad uchenykh VNIIEV v izuchenie lejkoza krupnogo rogatogo skota // Veterinariya. 2009. № 3. S. 37–59.
16. Smirnov Yu. P., Suvorova I. L. Nekotorye gematologicheskie pokazateli u korov v bessimptomnoj stadii razvitiya lejkoznogo protsessa // Veterinarnyj konsul'tant. 2008. № 21. S. 7–9.
17. Vliyanie gornorudnogo kompleksa Zaural'ya na khimicheskij sostav pochv / I. K. Khabirov [i dr.] // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2007. № 1. S. 111–114.
18. SHagieva Yu. A., Suyundukov Ya. T. Tekhnogenez i problema ekologicheskoy bezopasnosti v Bashkirskom Zaural'e // Sozdanie vysokoproduktivnykh agroekosistem na osnove novej paradigmy prirodopol'zovaniya : sb. dokl. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhd. prof. S. N. Tajchinova. Ufa : BGAU, 2001. S. 63–69.
19. Shagieva Yu. A. Tyazhelye metally v pochvakh i rastenyakh Bashkirskogo Zaural'ya v usloviyakh tekhnogeneza : dis. ... kand. biol. nauk. Ufa : Sibaj, 2002. 180 s.
20. Shagieva Yu. A. Osobennosti zagryazneniya tyazhelymi metallami chernozemov stepnogo Zaural'ya v zone vozdejstviya gornorudnogo proizvodstva // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2007. № 10 (75). S. 409–410.



21. Yanturin S. I., Singizova G. Sh., Absalyamov T. A. Vliyanie gornorudnykh predpriyatij Bashkirskogo Zaural'ya na zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2009. № 6 (100). S. 654–655.

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Rakhmatullin Emil Kasymovich**, D. Sc. (Veterinary), Professor, The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality (FGBU “VGNKI”).

E-mail: amil59@yandex.ru.

**Rybyanova Zhanna Sergeyevna**, postgraduate student, South Ural State Agrarian University.

E-mail: annazh.zhanna@mail.ru.

### The effect of physical inactivity on calves' immune status

**F. G. Gizatullina, E. I. Shigabutdinova**

The results of the study support the modern ideas in the field of veterinary medicine about the patterns of molecular-cell adaptation processes in calves' immune system under stress associated with physical inactivity and hypokinesia. Negative changes in the humoral and cellular parts of calves' immune system were established when they adapt to the prolonged monthly exposure to the stress factor caused by restricted motion activity.

*Keywords:* calves, physical inactivity, hypokinesia, immune status, cellular factors of immunity, factors of humoral immunity, histamine.

#### References

1. Beloborodenko M. A. Korrektsiya funktsii organov reproduksii u korov, nakhodyashchikhsya v usloviyakh gipodinamii // Veterinarnaya patologiya. 2009. № 2. S. 53–55.
2. Beloborodenko M. A. Tehenie beremennosti i rodov u pervotelok, nakhodyashchikhsya v usloviyakh gipodinamii // Veterinarnaya patologiya. 2009. № 2. S. 55–58.
3. Vozrastnaya dinamika formirovaniya pishchevogo povedeniya u telyat pri svobodnom dvizhenii i gipodinamii / T. F. Vasilenko [i dr.] // Sel'skokhozyajstvennaya biologiya. 2010. № 2. S. 95–99.
4. Gizatullin A. N., Molokanov V. A. Immunobiokhimiicheskiy status u zhivotnykh pri dlitel'noj adaptatsii k gipokinezii // Agrarnyj vestnik Urala. 2008. № 7 (49). S. 55–56.
5. Gizatullin A. N. Sravnitel'naya kharakteristika obmena belkov i aktivnosti fermentov u zhivotnykh pri raznom ob'eme myshechnoj deyatel'nosti // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj meditsiny im. N. E. Baumana. 2011. T. 207. S. 132–137.
6. Gizatullin A. N. Kharakteristika biokhimiicheskiykh pokazatelej krovi bychkov pri adaptatsii k gipokinezii // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj meditsiny im. N. E. Baumana. 2014. T. 219. S. 113–117.
7. Gizatullin A. N. Vliyanie gipokinezii i gipodinamii na sostoyanie antioksidantnoj sistemy organizma zhivotnykh // Nauka. 2014. № 4–1. S. 83–86.
8. Danilov E. V. Mozzhechok pri gipodinamii // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. M. Akmully. 2008. № 1. S. 143–155.
9. Kovalenko E. A., Gurovskij N. N. Gipokineziya. M. : Meditsina, 1980. 319 s.
10. Latyushin Ya. V. Zakonomernosti molekulyarno-kletochnykh adaptatsionnykh protsessov v sisteme krovi pri ostrom i khronicheskom gipokineticheskom stresse : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. Chelyabinsk, 2010. 36 s.

11. Gipodinamiya kak stressovyy faktor / S. A. Lobanov [i dr.] // Meditsinskij vestnik Bashkortostana. 2006. № 1. S. 72–74.
12. Lomtaticze A. I., Shurmanova E. I. Prichiny vynuzhdennoj gipodinamii u krupnogo rogatogo skota i ee vliyanie na vosproizvoditel'nye osobennosti // Molodezh' i nauka. 2016. № 12. S. 24–28.
13. Molokanov V. A., Shigabutdinova E. I., Makarova L. I. Korrektsiya immunobiokhimicheskogo statusa u zhivotnykh pri dlitel'noj adaptatsii k gipokinezii // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2004. № 4. S. 13–16.
14. Rol' gistamina v organizme zhivotnykh / V. A. Molokanov, E. N. Korobejnikova, K. M. Kam-saev, E. I. Shigabutdinova. Chelyabinsk, 2006. 208 s.
15. Rebezov M. B., Topuriya G. M., Topuriya L. Yu. Korrektsiya immunnogo statusa u krupnogo rogatogo skota // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 2 (94). S. 52–58.
16. Topuriya L. Yu., Topuriya G. M. Immunologicheskie metody issledovanij v veterinarnoj meditsine. Orenburg : Izd. tsentr OGAU, 2006. 42 s.
17. Topuriya G. M., Topuriya L. Yu. Immunnyj status krupnogo rogatogo skota pri primenenii gamavita // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 1 (29). S. 69–71.
18. Topuriya L. Yu. Korrektsiya immunnogo statusa u telyat v molochnyj period vyrashchivaniya // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 10 (152). S. 68–71.
19. Trutaev I. V., Shabunin S. V., Buzlama V. S. Sinteticheskie oligopeptidy protiv gipodinamii i gipokinezii // Vestnik RASKHN. 2007. № 3. S. 61–62.
20. Trutaev I. V., Shabunin S. V., Buzlama V. S. Umen'shenie otritsatel'nykh posledstvij gipodinamii zhivotnykh s pomoshch'yu oligopeptidov // Vestnik RASKHN. 2009. № 1. S. 67–69.
21. Shigabutdinova E. I. Korrektsiya immunnogo statusa u zhivotnykh pri dlitel'noj adaptatsii k gipokinezii // Aktual'nye problemy veterinarnoj meditsiny : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. yubileyu P. S. Lazareva. Troitsk : UGAVM, 2003. S. 114–116.

**Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna**, D. Sc. (Biology), Professor, South Ural State Agrarian University.

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

**Shigabutdinova Elvira Ildusovna**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: [Troick78@mail.ru](mailto:Troick78@mail.ru).

### **Development and examining of anti-stress pharmacological agents to increase the immunological effectiveness of chickens' vaccination**

**A. V. Miftakhutdinov, E. M. Amineva**

To study the functioning of the immune system, the level of antibody production was evaluated as response to vaccination of chicken of different ages growing at a poultry farm of the industrial type according to the scheduled plan of monitoring depending on the vaccination schedule for the following diseases: infectious bursal disease, chicken infectious bronchitis, reovirus infection, pneumovirus infection, infectious encephalomyelitis. Antibody titers for each disease were evaluated several times 2-4 weeks after vaccination. Blood sampling time depended on the type of vaccine and the rate of development of the immune response (live or inactivated vaccine). To prevent stress in chicken during the vaccination period, SPAO-complex as a pharmacological agent was developed. It was given to chicken in a dose of 185 mg per 1 kg of body weight according to the scheme two days before vaccination, on the day of vaccination and within two days after it. SPAO-complex used for vaccination made it possible to increase the activity of a specific link of the immune system, ensured a uniform and high level of antibodies, and caused a decrease in the coefficient of variability by 1.3-7.2% as compared with chicken not being treated with antistress complex.

*Keywords:* stress in chicken, SPAO-complex, antibodies, vaccination.



## References

1. Fisinin V. I., Kavtrashvili A. Sh. Teplovoj stress u ptitsy. Soobshchenie I. Opasnost', fiziologicheskije izmeneniya v organizme, priznaki i proyavleniya (obzor) // Sel'skokhozyajstvennaya biologiya. 2015. T. 50. № 2. S. 162–171.
2. Stressy i stressovaya chuvstvitel'nost' kur v myasnom pitsevodstve. Diagnostika i profilaktika / V. I. Fisinin [i dr.]. Troitsk, 2013.
3. Miftakhutdinov A. V. Eksperimental'nye podkhody k diagnostike stressov v pitsevodstve (obzor) // Sel'skokhozyajstvennaya biologiya. 2014. № 2. S. 20–30.
4. Kochish I. I. Dinamika izmeneniya svobodnykh aminokislot syvorotki krovi tsyplyat-brojlerov pri vozdeystvii soli litiya / I. I. Kochish [i dr.] // Doklady RASKHN. 2009. № 6. S. 47–49.
5. Wein Y., Bar Shira E., Friedman A. Avoiding handling-induced stress in poultry: use of uniform parameters to accurately determine physiological stress. *PoultryScience*. 2017. № 96 (1). P. 65–73. DOI: 10.3382/ps/pew245.
6. Surai P. F., Fisinin V. I. Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses // *World's Poultry Science Journal*. 2016. № 72 (4). R. 721–734. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933916000714>.
7. Antistressovaya aktivnost' i effektivnost' primeneniya farmakologicheskogo kompleksa SPAO kuram roditel'skogo stada / V. I. Fisinin, A. V. Miftakhutdinov, V. V. Ponomarenko, D. E. Anosov // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2015. № 12. S. 54–58.
8. Burns Victoria E Antibody response to vaccination and psychosocial stress in humans: relationships and mechanisms/ Burns, Victoria E; Carroll, Douglas; Ring, Christopher; Drayson, Mark // *Vaccine*. 2003. Vol. 21. Issue 19–20. P. 2523–2534.
9. Segerstrom S. C., Miller, G. E. Psychological Stress and the Human Immune System: A Meta-Analytic Study of 30 Years of Inquiry // *Psychological Bulletin*. 2004. Vol. 130. № 4. P. 601–630.
10. Varying antibody responses of laying hens housed in an aviary system and in furnished cages / M. I. Auerbach, G. Glunder, M. Beyerbach, R. M. Weber // *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 2014. Vol. 127. P. 267–273.

**Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich**, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: nirugavm@mail.ru.

**Amineva Elmira Mullagalievna**, graduate student, the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology, South Ural State Agrarian University.  
E-mail: nirugavm@mail.ru.

## STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

### Improving the efficiency of using fresh meat in the production of cooked sausages and frankfurters

**S. V. Ganenko**

To improve the quality characteristics of cooked sausages and frankfurters, as well as to increase their yield, the article proposes to use only natural meat raw materials, in particular, to use the most fully native properties of fresh meat. The presented technique for conducting an experiment to determine the moisture-binding capacity (MBC) and the water-holding capacity (WHC) of fresh meat made it possible to determine the most optimal time for adding ice-water mixture to meat raw materials. The studies established that the introduction of ice-water mixture in fresh meat or its hydration is most effective with its primary grinding on the top, with the MBC of meat being 52%. It was established that with an increase in the diameter of the openings of the outlet grilles of the top, the area of their active zone also increased. In inverse proportion to this parameter, the moisture-binding ability of meat during its hydration

is associated. The particle obtained by grinding an inhomogeneous structure contains an active zone that undergoes hydration as well as the piece of dense unmilled tissue that does not interact with water during hydration. The finer the degree of grinding of raw materials, the greater the hydration zone.

*Keywords:* fresh meat, physical and technological properties, moisture-binding ability, water-holding ability, raw meat grinding, hydration.

#### References

1. Biotekhnologiya myasa i myasoproduktov: kurs lektzij / I. A. Rogov, A. I. Zharinov, L. A. Tekut'eva, T. A. Shepel'. M. : DeLi print, 2009. 296 s.
2. Zharinov A. I., Kudryashov L. S. Chto nado znat' o parnom myase. M. : Myasnaya industriya, 2005. № 6. 78 s.
3. Ganenko S. V., Krylova N. V., Ereemeeva Yu. V. Obosnovanie tekhnologii i ustrojstva dlya stabilizatsii fiziko-tekhnologicheskikh svoystv parnogo myasa // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii. 2013. T. 64. S. 11–14.
4. Ganenko S. V., Ereemeeva Yu. V., Krylova N. V. K voprosu o pervichnoj obrabotke parnogo myasa na malyx bojnnykh // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii. 2014. T. 69. S. 80–83.
5. Ganenko S. V., Maslennikova K. D. Obosnovanie tekhnologii i razrabotka tekhnicheskikh sredstv podgotovki myasnogo syr'ya dlya proizvodstva varenykh kolbas // Servis tekhnicheskikh sistem – osnova bezopasnogo funkcionirovaniya mashin i oborudovaniya predpriyatij APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. In-ta agroinzhenerii, posvyashch. 110-letiyu so dnya rozhdeniya d-ra tekhn. nauk, prof. I. E. Ul'mana (Chelyabinsk, 2018). Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 278–282.

**Ganenko Sergey Vladimirovich**, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, the Department of Technical Services, Equipment and Life Safety, South Ural State Agrarian University.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

### **The effect of preparing the grape dietary fiber on the technological process of wine production**

**T. M. Panakhov, H. A. Soltanov, M. A. Guseynov**

To improve the quality of natural table wines the use of recycled wine industry raw materials, in particular grape marquees, is investigated. During the study, the skin of grape berries in dried and powdered form or in the form of dietary fiber was taken as a secondary raw material. In this regard, the husks of grapes obtained with modern technological equipment and technology for processing grapes were studied. According to the scientific research, it can be noted that drying with infrared rays provides the grape dietary fiber of the best quality having a positive effect on the technological process of wine production.

*Keywords:* wine, grapes, grape dietary fiber, physicochemical and sensory analysis.

#### References

1. Aliev M. M., Khankishiev Yu. Kh. Fiziko-khimicheskie metody kontrolya kachestva produktsii : ucheb. posobie. Gyandzha : AKTA, 2008. 156 s.
2. Bodyakova A. V., Khristyuk V. T., Chernenko E. I. O putyakh sovershenstvovaniya tekhnologii kompleksnoj pererabotki vtorichnykh resursov vinodeliya // Industriya napitkov. 2012. № 3. S. 14–15.
3. Deng Q., Penner M. N., Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins // Food Research International. 2011. № 44. P. 2712–2720.
4. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenij / A. I. Ermakov [i dr.]. L. : Agropromizdat, 1987. 430 s.



5. Biowaste and vegetable compost utilization in agriculture: An agronomic and environmental assessment / R. Horn, R. Fleige, S. Peth, X. H. Peng // 17 th Conference of the International-Soil-Tillage-Research-Organisation. Kiel : Catena Verlag. 2006. P. 388–394.
6. Otsenka novykh introdutsennykh sortov vinograda v usloviyakh Azerbajdzhana / M. A. Gusejnov, Kh. N. Nasibov, A. S. Shyukyurov, V. S. Salimov // APK Rossii. 2018. T. 25. № 3. S. 444–447.
7. Gusejnov M., Soltanov Kh. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva natural'nogo vina // Sylwan. 2019. № 163 (4). S. 2–13.
8. Ibragimova L. R., Gammatsaev K. R. Ispol'zovanie vtorychnykh produktov pererabotki vinogradno-vinodel'cheskoj otrasli // Nauchnye trudy KubGTU. Krasnodar, 2015. S. 111–114.
9. Lazarevskij M. A. Izuchenie sortov vinograda. Rostov-na-Donu : Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1963. S. 152.
10. Litovka Yu. A., Gromovykh T. I. Biokonversiya rastitel'nogo syr'ya : laborat. praktikum. Krasnoyarsk : SibGTU, 2007. S. 99.
11. Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii / pod red. d. t. n. V. G. Gerzhikovej. Simferopol' : Tavrida, 2002. S. 258.
12. Nasibov Kh. N., Gusejnov M. A. Issledovanie nekotorykh faktorov osvetleniya vinomaterialov. Perspektivnye tekhnologii i sortimenty v vinogradarstve i vinodelii. FGBNU / Severo-Kavkazskij Federal'nyj nauchnyj tsentr sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya // Nauchnye trudy SKFNTSSVV. 2018. T. 18. S. 176–179.
13. Nerantzis E. T., Tamaridis P. Integrated Enology-Utilization of winery by-products // Journal of Science & Technology. 2006. Vol. 40. № 4. P. 659–673.
14. Nogales R., Cifuentes, Benitez E. Vermicomposting of Winery Wastes: A laboratory Study. Journal of Environmental science and Health. 2005. Vol. 40. № 4. P. 659–673.
15. Issledovanie tekhnologicheskikh svojstv produktov pererabotki vinograda dlya ispol'zovaniya v konditerskoj promyshlennosti / V. I. Obolkina, T. V. Kalinovskaya, I. A. Krapivnitskaya, S. G. Kiyarina // Nauchnye trudy «Khranitelna nauka, tekhnika i tekhnologii-2013». T. IX. S. 772–776.
16. Otles S., Ozgöz S. Health effect of dietary. Acta Sel. Pol. Technol. Aliment. 2014. № 13. P. 191–202.
17. Panakhov T. M., Gusejnov M. A., Nasibov KH. N. Issledovanie kachestva vina, proizvedennogo novymi sortami vinograda v Azerbajdzhanе // APK Rossii. 2017. T. 24. № 5. S. 1223–1226.
18. Panakhov T. M., Gusejnov M. A., Nasibov Kh. N. Tekhnologicheskaya otsenka novykh gibridnykh sortov vinograda // Vinodelie i vinogradarstvo. 2018. № 4. S. 32–35.
19. Panakhov T. M., Shafizade D. A., Gusejnov M. A. Razrabotka metoda ustraneniya zabojevanij i defektov vin s ispol'zovaniem produktov pererabotki duba // Vinodelie i vinogradarstvo. 2018. № 1. S. 29–33.
20. Papathanasopoulos A. Camilleri M Dietari Fiber Supplements: Effect in obesity and Metabolic Syndrome and relations ship to Gastrointestinal. Function Gastroenterology. 2010. Vol. 138. Issue 1. P. 65–72.
21. Gerzhikova V. G. Metody tekhnologicheskogo kontrolya v vinodelii. Simferopol' : Tavrida, 2001. S. 624.
22. GOST 13192-1973 Vino, vinomaterialy i kon'yaki. Metod opredeleniya sakharov. M. : Standartinform, 2011. S. 10.
23. GOST 32114-2013 Produktsiya alkohol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metody opredeleniya massovoj kontsentratsii titruemykh kislot. M. : Standartinform, 2013. S. 8.
24. GOST 32051-2013 Produktsiya vinodel'cheskaya. Metody organolepticheskogo analiza. M. : Standartinform, 2013. S. 16.
25. GOST 32030-2013 Vina stolovye i vinomaterialy stolovye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. M. : Standartinform, 2014. S. 14.
26. GOST ISO 2173-2013 Produktsiya pererabotki fruktov i ovoshchej. Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyykh sukhikh veshchestv. M. : Standartinform, 2014. S. 12.
27. GOST 32001-2012 Produktsiya alkohol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metod opredeleniya massovoj kontsentratsii letuchikh kislot. M. : Standartinform, 2014. S. 8.
28. GOST 32095-2013 Produktsiya alkohol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metod opredeleniya ob'emnoj doli etilovogo spirita. M. : Standartinform, 2014. S. 8.

29. GOST 32000-2012 Produktsiya alkohol'naya i syr'e dlya ee proizvodstva. Metod opredeleniya massovoj kontsentratsii privedennogo ekstrakta. M. : Standartinform, 2014. S. 8.

30. GOST 28038-2013 Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metod opredeleniya mikotoksina patulina. M. : Standartinform, 2014. S. 24.

31. Pishchevye volokna v klinicheskoy praktike / V. G. Radchenko [i dr.] // Klinicheskie perspektivy gastroenterologii, genatologii. 2010. № 1. S. 20–21.

32. Funktsional'no tekhnologicheskie svoystva poroshkoobraznogo syr'ya i pishchevykh dobavok v proizvodstve konditerskikh izdelij / T. V. Renzyaeva [i dr.] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2014. № 4 (35). S. 43–49.

33. Ekspertiza svezhikh plodov i ovoshchej : ucheb. posobie / T. V. Plotnikova, V. M. Poznyakovskij, T. V. Larina, L. G. Eliseeva. Novosibirsk: Sib.univ. izd-vo, 2001. S. 302.

34. Podshuvalenko N. S., Kas'yanov G. I. Udalenie solej vinnoj kisloty iz vinogradnogo soka i vina // Sbornik mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Krasnodar : GU KNIKHiP, 2005. S. 123–124.

35. Rokitskij P. F. Biologicheskaya statistika. Minsk : Vyssh. shk., 1973. S. 320.

36. Izuchenie izmenchivosti i nasledovaniya priznakov v nekotorykh gibridnykh populyatsiyakh vinograda / V. S. Salimov [i dr.] // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2018. № 3. S. 47–49.

37. Salimov V., Gabriella De L., Asadullaev R. Ampelograficheskie osobennosti i molekulyarnoe issledovanie aborigennykh vinogradnykh sortov Azerbajdzhana s pomoshch'yu mikrosatellitov // Albanskiy zhurnal sel'skokhozyajstvennykh nauk. 2015. № 14 (4). S. 420–430.

**Panahov Tariel Magommed**, D. Sc. (Engineering), Deputy Director, Research Institute of Viticulture and Winemaking.

E-mail: panahov1953@gmail.com.

**Soltanov Hikmet Abulfaz**, postgraduate student, Research Institute of Viticulture and Winemaking.

E-mail: h\_soltanov@mail.ru.

**Guseynov Movlud Arastun**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Research Institute of Viticulture and Winemaking.

E-mail: movludh@mail.ru

### **Nutrient-metabolic support of the body under stress using a plant-based combined biocomplex**

**G. A. Podzorova, A. N. Austrievskikh, V. M. Poznyakovsky**

The materials are presented for the scientific substantiation of the prescription composition of a combined plant-based biocomplex a in the form of a biologically active dietary supplement (BAD). The biochemical characteristics of its active principles are considered as well as the synergistic properties aimed at the nutrient-metabolic support of a body under stress. The prescription formula of the biologically active dietary supplement includes the following components, mg in 1 capsule: glycine – 140; St. John's wort herb extract – 112.5; Griffonia seed extract – 53 (5-hydroxytryptophan – 40); L-theanine – 50; Passiflora flower extract, 4% – 40 (flavonoids in terms of Vitexin, not less than 1.6); ascorbic acid (C) – 30; pyridoxine hydrochloride (B6) – 1.0. The physicochemical, microbiological and organoleptic tests of qualitative characteristics (including safety criteria) of the product were carried out. The storage was carried out in a dry, dark place at 25°C, relative humidity not more than 70%, for 27 months. The research results made it possible to establish regulated qualitative characteristics, including nutritional value, mg per 1 capsule: pyridoxine – 1.0 (0.8-1.2); ascorbic acid – 33.75 (27-40.5); flavonoids in terms of vitexin, not less than 1.6. Safety criteria met the requirements of regulatory documents which made it possible to establish storage periods under the indicated conditions (2 years with a safety margin of 3 months). A possible mechanism of the stress-regulating action of dietary supplements is considered, which is based on the antioxidant activity and anabolic properties of prescription ingredients aimed at restoring destroyed



bio-resources and increasing the resistance to stress. This makes it possible to position the developed product as an adaptogenic agent that regulates metabolic processes under stress with an increase in non-specific resistance of the body.

*Keywords:* plant biocomplex, regulated quality indicators, safety, functional properties, stress, metabolic correction.

### References

1. Poznyakovskij V. M., Chugunova O. V., Tamova M. Yu. Pishchevye ingredienty i biologicheski aktivnye dobavki. M. : INFRA-M, 2017. 143 s.
2. Gerasimenko N. F., Poznyakovskij V. M., Chelnakova N. G. Zdorovoe pitanie i ego rol' v obespechenii kachestva zhizni // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2016. № 4 (12). S. 52–57.
3. Poznyakovskij V. M. Evolyutsiya pitaniya i formirovaniya nutrioma sovremennogo cheloveka // Industriya pitaniya. 2017. № 3. S. 5–12.
4. Tekhnicheskij reglament TS 027/2012 “O bezopasnosti otdel'nykh vidov spetsializirovannoj pishchevoj produktsii, v tom chisle dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya”: utv. resheniem Soveta Evrazijskoj ekonomicheskij komissii ot 5 iyunya 2012 g. № 34. 26 s.
5. Gonzalez M. & Miranda-Massari J. (2014). Diet and Stress. Psychiatric Clinics of North America. 37. 10.1016/j.psc.2014.08.004.
6. Probiotic supplementation can positively affect anxiety and depressive symptoms: a systematic review of randomized controlled trials / M. Pirbaglou [et all.] // Nutrition Research. 2016. Vol. 36. Issue 9, 1. P. 889–898.
7. Nutrition in Depression: Eating the Way to Recovery / M. M. Chávez [et all.] // EC NUTRITION. 2017. № 10. R. 102–108.
8. Dietary fiber consumption is inversely associated with the anthropometric nutritional status and metabolic syndrome components in children and adolescents / A. Souki [et all.] // Revista Latinoamericana de Hipertension. 2018. № 13. R. 78–88.
9. Ellsworth-Bowers E. R., Corwin E. J. Nutrition and the psychoneuroimmunology of postpartum depression. Nutrition Research Reviews. 2012. № 25. R. 180–192.

**Podzorova Galina Anatolyevna**, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Management n.a. I.P. Povarich”, Kemerovo State University.  
E-mail: PGA-555@yandex.ru.

**Austrievskikh Aleksandr Nikolayevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, NPO “Art life”.  
E-mail: Alexander@artlife.ru.

**Poznyakovsky Valery Mikhailovich**, D. Sc. (Biology), Professor, Head of Scientific and Educational Center “Processing of Agricultural Raw Materials and Food Technologies”, Head of the Department “Food Industry and Functional Nutrition”, Kemerovo State Agricultural Institute.  
E-mail: pvm1947@bk.ru.

### **Innovative biologically active dietary supplement formula based on natural bioregulators for systemic correction of metabolic disorders**

**M. M. Shamova, A. N. Austrievskikh, V. M. Poznyakovsky**

For the scientific substantiation of the new prescription formula of a biologically active dietary supplement (BAD), a biochemical characteristic of the ingredient composition is given, including mg in 1 capsule: capril-caprine triglycerides – 479.4; mummy – 35; chaga mushroom extract – 35;

coniferous provitamin concentrate – 25 (polyprenols – 5); eleutherococcus extract – 10 (eleutherosides B and E – 0.1); Schisandra extract – 5 (schisandrins – 0.1); royal jelly – 5. The basic mechanisms of the synergistic action of the formulation components in the field of systemic correction of metabolic disorders are considered. A technique for the modified determination of polyprenols based on the method of high performance liquid chromatography is given. The essential nature of the modification lies in the preparation of the test solution, preparation of the mobile phase and the conditions of chromatographic analysis: column sizes, characteristics of the stationary base, eluent supplying rate, sample volume and temperature conditions. Organoleptic and physico-chemical studies were carried out to establish regulated indicators of nutritional value characterizing the functional orientation of the specialized product, mg in 1 capsule: polyprenols – 5 and more; eleutherosides – not less than 0.1; schisandrins – not less than 0.1. Hygienic tests included microbiological contamination, studies of toxic elements and pesticides. Shelf life is determined (2 years at a temperature of 25°C) and a relative humidity of not more than 60% (in a dry, dark place). Clinical evidence of the effectiveness of the developed product by its additional inclusion in the treatment of patients with fractures of long tubular bones and acute bronchitis were obtained (2 capsules per day during meals for 30 days). All patients had an improvement in the clinical manifestations of the disease and overall well-being, a reduction in the rehabilitation period being noted. The industrial testing of the biologically active dietary supplement and the organization of production at the enterprises of the scientific and production association “Art Life” (Tomsk) were realized.

*Keywords:* dietary supplement, prescription composition, nutritional value, functional orientation, effectiveness, clinical trials.

### References

1. Poznyakovskij V. M. Evolyutsiya pitaniya i formirovaniya nutrioma sovremennogo cheloveka // *Industriya pitaniya*. 2017. № 3. S. 5–12.
2. Gerasimenko N. F., Poznyakovskij V. M., Chelnakova N. G. Zdorovoe pitanie i ego rol' v obespechenii kachestva zhizni // *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2016. № 4 (12). S. 52–57.
3. Poznyakovskij V. M., Chugunova O. V., Tamova M. Yu. Pishchevye ingredienty i biologicheski aktivnye dobavki. M. : INFRA-M, 2017. 143 s.
4. Tekhnicheskij reglament TS 027/2012 “O bezopasnosti otdel'nykh vidov spetsializirovannoj pishchevoj produktsii, v tom chisle dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya”: utv. resheniem Soveta Evrazijskoj ekonomicheskij komissii ot 5 iyunya 2012 g. № 34. 26 s.
5. Neverov A., Khromov V. A., Cherniaev A. N. S. Functional method of treatment of fractures of long tubular bones-blocked intramedullary osteosynthesis // *Vestnik khirurgii imeni I. I. Grekova*. 2007. № 166. P. 25–9.
6. Karpouzou A., Diamantis E., Farmak, P., Savvanis S., Troupis T. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing // *Journal of osteoporosis*. 2017. 4218472. doi:10.1155/2017/4218472
7. Berthon, Bronwyn S, Lisa G Wood. Nutrition and respiratory health-feature review // *Nutrients*. 2015. Vol. 7, 3 1618-43.
8. Scoditti E., Massaro, M., Garbarino S., Toraldo D. M. Role of Diet in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Prevention and Treatment // *Nutrients*. 2019. № 11 (6). P. 1357. doi:10.3390/nu11061357.
9. Sorli-Aguilar M., Martin-Lujan F., Flores-Mateo G., Arija-Val V., Basora-Gallisa J., Sola-Alberich R., & RESET Study Group investigators Dietary patterns are associated with lung function among Spanish smokers without respiratory disease // *BMC pulmonary medicine*. 2016. № 16 (1). P. 162. doi:10.1186/s12890-016-0326-x.
10. Rawal G., Yadav S. Nutrition in chronic obstructive pulmonary disease: A review. *Journal of translational internal medicine*. 2015. № 3 (4). P. 151–154. doi:10.1515/jtim-2015-0021.
11. Omega-3 fatty acid intake and prevalent respiratory symptoms among U.S. adults with COPD / S. C. M. Lemoine [et al.] // *BMC pulmonary medicine*. 2019. № 19 (1). P. 97. doi:10.1186/s12890-019-0852-4.



**Shamova Maria Mikhailovna**, Cand. Sc. (Engineering), doctoral candidate, the Department “Food Industry and Functional Nutrition”, Kuzbass State Agricultural Academy; Associate Professor, the Department “Production and Processing Technology of Agricultural Produce”, Tomsk Agricultural Institute, Novosibirsk State Agrarian University.

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

**Austrievskikh Aleksandr Nikolayevich**, D. Sc. (Engineering), Professor, NPO “Art life”.

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

**Poznyakovsky Valery Mikhailovich**, D. Sc. (Biology), Professor, Head of Scientific and Educational Center “Processing of Agricultural Raw Materials and Food Technologies”, Head of the Department “Food Industry and Functional Nutrition”, Kemerovo State Agricultural Institute.

E-mail: [pvm1947@bk.ru](mailto:pvm1947@bk.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.

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. За достоверность и оригинальность материалов ответственность несут авторы. Авторы гарантируют, что текст статьи оригинальный (85-90% оригинальности по системе Антиплагиат), публикуется впервые.

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

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация.

Ключевые слова.

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.

*С уважением,  
редакция журнала*





В редакцию журнала «АПК России»

**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 сайтах журнала:  
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.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 websites:  
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.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).

---



Верстка  
*М. В. Шингареева*

Корректор  
*М. В. Вербина*

Design  
*M. V. Shingareeva*

Proof reader  
*M. V. Verbina*

Перевод на англ. язык – *И. Ю. Новикова*

English rendering – *I. Y. Novikova*

Подписано в печать: 13.12.2019  
Дата выхода в свет: 27.12.2019  
Формат 60×84/8. Гарнитура Times  
Усл. печ. л. 22,8. Тираж 300 экз.  
Заказ № 163

Signed to print: 13.12.2019  
Release date: 27.12.2019  
Format 60×84/8. Times script  
Conventional printed sheet 22,8  
Circulation 300 copies  
Order № 163

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, Faxe: 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