

DOI 10.12737/issn.1997-3225

# Известия

САМАРСКОЙ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
АКАДЕМИИ

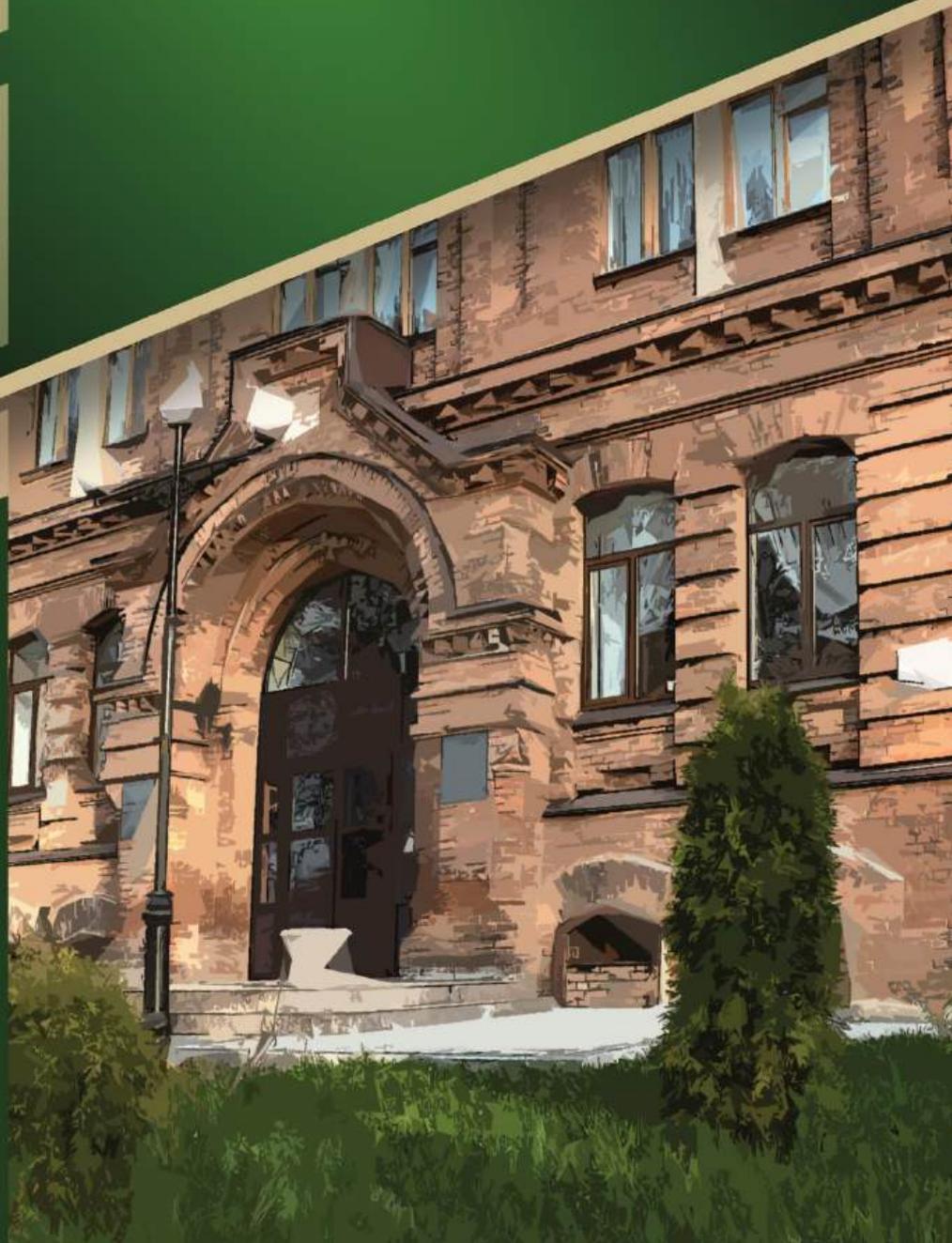


2020

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ  
Выпуск 2

APRIL-JUNE Iss.2/2020

16+



# **ИЗВЕСТИЯ**

**Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии**

**АПРЕЛЬ-ИЮНЬ Вып.2/2020**

Самара 2020

# **Bulletin**

**Samara State  
Agricultural Academy**

**APRIL-JUNE Iss.2/2020**

Samara 2020

УДК 619  
ИЗЗ

# Известия

Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии

Вып.2/2020

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2018 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

**УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:**

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

**Главный научный редактор, председатель редакционно-издательского совета:**  
*И. Н. Гужин, кандидат технических наук, доцент*

**Зам. главного научного редактора:**

*А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

**Редакционно-издательский совет:**

**Васин Василий Григорьевич** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и земледелия ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

**Шевченко Сергей Николаевич** – чл.-корр. РАН, доктор с.-х. наук, директор ФГБНУ «Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова».

**Баталова Галина Аркадьевна** – академик РАН, профессор, доктор с.-х. наук, зам. директора по селекционной работе ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого».

**Косхеляев Виталий Витальевич** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой селекции, семеноводства и биологии ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

**Есков Иван Дмитриевич** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и плодовоовощеводства ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

**Костин Яков Владимирович** – д-р с.-х. наук, проф. кафедры лесного дела, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Рязанского ГАУ им. П. А. Костычева.

**Мальчиков Петр Николаевич** – д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова».

**Баймишев Хамидулла Балтукханович** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

**Беляев Валерий Анатольевич** – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ.

**Никулин Владимир Николаевич** – д-р с.-х. наук, проф., декан факультета биотехнологии и природопользования, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

**Варакин Александр Тихонович** – д-р с.-х. наук, проф. кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ.

**Еремин Сергей Петрович** – д-р ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии, разведения сельскохозяйственных животных и акушерства ФГБОУ ВО Нижегородской ГСХА.

**Сеитов Марат Султанович** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

**Семиволос Александр Мефодьевич** – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

**Шарафутдинов Газимзян Салимович** – д-р с.-х. наук, проф. кафедры биотехнологии, животноводства и химии ФГБОУ ВО Казанского ГАУ.

**Лущников Владимир Петрович** – д-р с.-х. наук, проф. кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.

**Курочкин Анатолий Алексеевич** – д-р техн. наук, проф. кафедры пищевых производств ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

**Крjучин Николай Павлович** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

**Иншаков Александр Павлович** – д-р техн. наук, проф. кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин Национального Исследовательского Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.

**Уханов Александр Петрович** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой тракторов, автомобилей и теплоэнергетики ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

**Курдюмов Владимир Иванович** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой агротехнологий, машин и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.

**Коновалов Владимир Викторович** – д-р техн. наук, проф. кафедры технологий машиностроения ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

**Петрова Светлана Станиславовна** – канд. техн. наук, доцент кафедры механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

**Траисов Балуаш Бакишевич** – академик КазНАЕН, КазАХН, д-р с.-х. наук, проф., директор департамента животноводства НАО «Западно-Казакстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана».

**Боинчан Борис Павлович** – д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом устойчивых систем земледелия, НИИ полевых культур «Селекция», г. Балца, Республика Молдова.

**Редакция научного журнала:**

*Петрова С. С. – ответственный редактор*

*Меньшова Е. А. – технический редактор*

*Федорова Л. П. – корректор*

Адрес редакции: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии

ООО «Слово»

г. Самара, ул. Песчаная, 1

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в каталоге Агентства «Роспечать» – 84460

Цена свободная

Подписано в печать 28.04.2020

Формат 60×84/8

Печ. л. 9,50

Тираж 1000. Заказ №1885

Дата выхода 28.05.2020

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 23 мая 2019 года.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-75814

UDC 619  
I33

# Bulletin

Samara State Agricultural  
Academy

Iss.2/2020

In accordance with Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science (VAK) of August 9, 2018 the journal was included in the list of the peer-reviewed scientific journals, in which the major scientific results of dissertations for obtaining Candidate of Sciences and Doctor of Sciences degrees should be published.

**ESTABLISHER and PUBLISHER:**

FSBEI HE Samara SAU  
446442, Samara Region, settlement Ust-Kinelskiy, 2 Uchebnaya str.

**Chief Scientific Editor, Editorial Board Chairman:**

*I. N. Guzhin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

**Deputy Chief Scientific Editor:**

*A. V. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

**Editorial and publishing council:**

**Vasin Vasily Grigorevich** – Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Plant Growing and Agriculture department, FSBEI HE Samara SAU.

**Shevchenko Sergey Nikolaevich** – correspondent member of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Professor, Vice-Director FSBSU «Samara Research Institute of Agriculture, named after N. M. Tulaykov».

**Batalova Galina Arkadiyevna** – academician of the RAS, professor, Dr. of Ag. Sci. Breeding work deputy director of the FSBU «Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, named after N. V. Rudnitsky».

**Koshelev Vityal Vityalovich** – Dr. of Ag. Sci., prof., head. Department of Selection, Seed and Biology FSBEI HE Penza SAU.

**Esikov Ivan Dmitrievich** – Dr. of Ag. Sci., Professor of the department Plant Protection and Horticulture, FSBEI HE Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

**Kostin Yakov Vladimirovich** – Dr. of Ag. Sci., Dr. prof. of the Department of Forestry, Agrochemistry and Ecology FSBEI HE Ryzan SATU named after P. A. Kostichev.

**Malchikov Petr Nikolaevich** – Dr. of Ag. Sci. Dr., chief researcher of the laboratory for selection of spring durum wheat FSBSU «Samara Research Institute of Agriculture, named after N. M. Tulaykov».

**Baimishev Hamidulla Baltukhanovich** – Dr. of Biol. Sciences, prof., head. Department of Anatomy, Obstetrics and Surgery FSBEI HE Samara SAU.

**Belyaev Valery Anatolievich** – Dr. of Vet. Sc., prof. of the Department of Therapy and Pharmacology FSBEI HE Stavropol SAU.

**Nikulin Vladimir Nikolaevich** – Dr. of Ag. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Nature Management, Professor of the Chemistry Department FSBEI HE Orenburg SAU.

**Varakin Alexander Tikhonovich** – Dr. of Ag. Sci. prof. Department of private zootechny FSBEI HE Volgograd SAU.

**Eremin Sergey Petrovich** – Dr. of Vet. Sc., prof., of the Department of private zootechny, farming animals breeding and obstetrics FSBEI HE Nizhny Novgorod SAU.

**Seitov Marat Sultanovich** – Dr. Biol. Sciences, prof., head. Department of non-communicable diseases of animals Department FSBEI HE Orenburg SAU.

**Semyvolos Alexander Mefodievich** – Dr. Veterinarian. Sciences, prof. Department of Animal Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise of the Federal State Educational Establishment of the Saratov State University named after. N. I. Vavilov.

**Sharafutdinov Gazimzyan Salimovich** – Dr. of Ag. Sci., prof. of the Department of Biotechnology, Livestock and Chemistry FSBEI HE Kazan SAU.

**Lushnikov Vladimir Petrovich** – Dr. of Ag. Sci., prof. of the Department of production and processing technology of livestock products FSBEI HE Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

**Kurochkin Anatoly Alekseevich** – Dr. of Tech. Sci., Prof. of the Department Food Manufactures, FSBEI HE Penza STU.

**Krjuchin Nikolay Pavlovich** – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mechanics and Engineering Schedules department, FSBEI HE Samara SAU.

**Inshakov Alexander Pavlovich** – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mobile Energy Means and Farm Machine department, National Research Moravian SU named after Ogaryov.

**Ukhanov Alexander Petrovich** – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the tractors, automobiles and heat power engineering, FSBEI HE Penza SAU.

**Kurdyumov Vladimir Ivanovich** – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the department «Safety of Ability to Live and Power», FSBEI HE Ulyanovsk SAU named after P. A. Stolypin.

**Konovalev Vladimir Viktorovich** – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Engineering Technology, FSBEI HE Penza STU.

**Petrova Svetlana Stanislavovna** – Cand. of Tech. Sci., Associate Professor of the Department Mechanics and Engineering Schedules FSBEI HE Samara SAU.

**Traisov Baluash Bakishevich** – Academician of KazNAS, KazAAS, Dr. of Agr. Sc., Professor, Director of the Animal Husbandry Department of the SAU «West Kazakhstan ATU named after Zhanqir Khan».

**Boinchan Boris Pavlovich** – Dr. of Ag. Sc., prof., head. Department of Sustainable Agricultural Systems, Research Institute of Field Crops «Selection», Balti t., Republic of Moldova.

**Edition science journal:**

*Petrova S. S. – editor-in-chief*

*Men'shova E. A. – technical editor*

*Fedorova L. P. – proofreader*

Editorial office: 446442, Samara Region, settlement Ust-Kinelskiy, 2 Uchebnaya street.

Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House

LLC «Slovo»

Samara, 1 Peschanaya street.

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription catalogue index with «ROSPECHAT» Agency – 84460

Price undefined

Signed in print 28/04/2020

Format 60×84/8

Printed sheets 9,50

Print run 1000. Edition №1885

Publishing date 28.05.2020

The journal is registered in Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) May 23, 2019.

The certificate of registration of the PI number FS77-75814

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/37331

УДК 631.95:633.3:631.86

### АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

**Троц Наталья Михайловна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Пахомов Алексей Александрович**, аспирант кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский государственный аграрный университет.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский ул. Учебная, 2.

E-mail: pakhomov\_school2@mail.ru

**Ключевые слова:** почва, зерно, горох, соя, металлы, препараты.

*Цель исследования – снижение аккумуляции тяжелых металлов в агроценозах зернобобовых культур за счет действия биологически активных веществ в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Эксперимент по изучению влияния предпосевной обработки семян биологически активными веществами на накопление тяжелых металлов почвами и растениями в агроценозах гороха и сои проводился в 2013-2015 гг. Представлены результаты предпосевной обработки семян сои сорта Самар 3 и гороха сорта Флагман 12 биологически активным веществом Ризоторфин и Ризоторфином в сочетании с аналогами – Агрикой и Гумаризом. Анализ содержания тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах проводили в лаборатории ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская» методом атомно-адсорбционной спектроскопии. Установлено, что внесение биологически активных веществ в почву, содержащую тяжелые металлы, позволяет снизить концентрацию их подвижных форм и ограничить доступ в зерно растений. Содержание подвижных форм элементов в почве под участками выращивания сои, в сравнении с контролем, уменьшается: свинца – в 1,14 раза при обработке препаратами Ризоторфин+Гумариз, кадмия – в 1,18 раза при обработке Ризоторфином, меди – в 1,2 раза и кобальта – в 2,0 раза под воздействием сочетания Ризоторфина и Агрики. По коэффициентам биологического поглощения зерном гороха и сои изученные тяжелые металлы отнесены к элементам биологического захвата КПБ<1. Эффективное инактивирующее действие на тяжелые металлы оказывает предпосевная обработка семян гороха и сои биологически активными веществами в сочетании Ризоторфин+Агрика и Ризоторфин+Гумариз.*

# ACCUMULATION OF HEAVY METALS BY PULSE CROPS UNDER THE APPLICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE VOLGA REGION FOREST-STEPPE

**N. M. Trots**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**A. A. Pakhomov**, Graduate Student of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: pakhomov\_school2@mail.ru

**Keywords:** soil, grain, peas, soy, metals, preparation.

The aim of study is reduction of accumulation of heavy metals in agrocenosis of pulse crops due to the action of biologically active substances in the conditions of the middle Volga forest. An experiment study in order to reveal the effect of pre-sowing seed treatment with biologically active substances on the accumulation of heavy metals by soils and plants in agrocenoses of peas and soybeans was conducted in 2013-2015. The results of pre – sowing treatment of soybean seeds of the Samer 3 breed and peas of the Flagman 12 with the Rizotorfin and Rizotorfin in combination with analogues – Agrica and Humariz biologically active substance are presented. The analysis of heavy metals content in soil and plant samples was performed in the laboratory of the «Samara agrochemical service» Station by method of atomic adsorption spectroscopy. It is established that the introduction of biologically active substances into the soil containing heavy metals can reduce the concentration of their mobile forms and restrict access to grain. The content of mobile forms of elements in the soil under soybean growing areas, in comparison with the control, decreases: lead by 1.14 times when treated with Rhizotorphin+Humariz, cadmium – 1.18 times when treated with Rhizotorphin, copper – 1.2 times and cobalt – 2.0 times under the influence of the combination of Rhizotorphin and Agrica. According to the coefficients of biological absorption of pea and soy grains, the studied heavy metals are referred to the elements of biological capture of  $CAB < 1$ . An effective inactivating effect on heavy metals is provided by pre-sowing treatment of pea and soy seeds with biologically active substances combined with Rhizotorphin+Agrica and Rhizotorphin+Humariz.

Горох является ведущей бобовой культурой Самарской области. В последнее время занимает первое место по урожайности и обеспечивает до 80% валовых сборов высокобелкового зерна [3, 4]. Соя в свою очередь признана лидером среди важнейших белково-масляничных культур. Посевная площадь сои в Самарской области составляет 16895 га.

Полиметаллическое загрязнение Самарской области от воздействия деятельности человека на природные комплексы и отдельные компоненты природной среды достигло высокого уровня. Существенное влияние на загрязнение оказали развитая инфраструктура и добыча полезных ископаемых. Сельскохозяйственные угодья превращаются в места поступления токсичных веществ, среди которых тяжелые металлы. Повышенные концентрации тяжелых металлов оказывают негативное влияние на рост и развитие сельхозкультур, вследствие чего существенно снижается качество продукции растениеводства. Исследованиями ученых установлено, что бобовые растения чувствительны к избытку тяжелых металлов в почве и активно аккумулируют их. На корнях растений этого семейства имеются особые клубеньковые наросты, в которых живут и размножаются микробы, аккумулирующие азот. Симбиотическая связь играет значительную роль в жизни растений, способствует их росту и созреванию. Кроме того, использование симбиотического комплекса гороха может способствовать восстановлению загрязненных биоценозов и очищению почвы [2, 5]. Это требует проведения постоянного контроля содержания тяжелых металлов в почве и растительной продукции и разработки адекватных технологических приемов, минимизирующих негативные последствия привнесения токсикантов [1, 6].

**Цель исследований** – снижение аккумуляции тяжелых металлов в агроценозах зернобобовых культур за счет действия биологически активных веществ в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Задача исследований** – оценить уровень накопления валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве под участками растений и в зерне гороха и сои при внесении биологически активного препарата Ризоторфин и его сочетаний с препаратами Агрика и Гумариз.

**Материал и методы исследований.** В 2013-2015 гг. проводился эксперимент по изучению влияния предпосевной обработки семян биологически активными веществами Ризоторфин, Агрика и Гумариз на накопление тяжелых металлов почвами и растениями в агроценозах гороха и сои. Опыт проводился в центральной агроклиматической зоне Самарской области на территории с типичными для данной зоны почвенными и погодными условиями, а также рельефом и режимом увлажнения. Анализ почвенных и растительных образцов проводили в лаборатории ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская» (аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU. 0001.510565). Подготовку образцов почвы и растений для определения валового содержания в них тяжёлых металлов проводили традиционным методом [1]. Подвижные формы соединений извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 (ААБ).

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что превышения ПДК валового содержания и подвижных форм тяжелых металлов не происходит.

При использовании препаратов под участками гороха и сои отмечено накопление следующих элементов: свинец, кадмий, медь, цинк, кобальт (табл. 1). Под участками гороха минимальные концентрации свинца обнаруживаются при внесении сочетания препаратов Ризоторфин+Агрика, его показатели в 3,8 раза ниже ПДК; в 1,29 раза – фонового значения и в 1,9 раза – кларка. Минимальные концентрации кадмия и меди отмечены при использовании сочетания препаратов Ризоторфин+Гумариз, значения концентрации уменьшаются в сравнении с ПДК в 2,9 и 5,0 раза соответственно, в 2,2 и 2,44 раза ниже фона, у меди в 2,5 раза ниже кларка. Показатель содержания кадмия превышает показатель кларка в 3,07 раза. Минимальные концентрации цинка и кобальта в варианте опыта с внесением Ризоторфина снижаются в 1,76 и 2,02 раза соответственно в сравнении с ПДК; в 1,42 и 1,55 раза соответственно в сравнении с фоном, в 1,6 и 2,2 раза соответственно в сравнении с кларком.

Таблица 1

Содержание валовых форм тяжелых металлов под участками зернобобовых культур, 2013-2015 гг.

Вариант опыта	Элемент, мг/кг				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co
Контроль (без обработки)	<u>8,40*</u>	<u>0,37</u>	<u>18,0</u>	<u>48,5</u>	<u>5,90</u>
	12,0	0,60	22,4	58,7	5,62
+ Ризоторфин	<u>9,15</u>	<u>0,45</u>	<u>19,0</u>	<u>49,5</u>	<u>7,95</u>
	12,2	0,60	23,9	59,5	5,15
+ Ризоторфин+Агрика	<u>8,35</u>	<u>0,48</u>	<u>20,0</u>	<u>50,0</u>	<u>8,20</u>
	13,0	0,62	24,0	60,0	5,68
+ Ризоторфин+Гумариз	<u>10,80</u>	<u>0,40</u>	<u>18,5</u>	<u>54,0</u>	<u>9,30</u>
	12,1	0,63	24,7	60,3	7,38
ПДК	32,00	2,00	55,00	100,00	14,00
ФОН	10,80	0,80	45,30	76,80	11,30
Кларк	16,00	0,13	47,00	83,00	18,00

Примечание. \* – в числителе – содержание валовых форм тяжелых металлов под участками гороха сорта Флагман 12, в знаменателе – содержание валовых форм тяжелых металлов под участками сои сорта Самер 3.

Под участками сои минимальные концентрации свинца обнаруживаются при внесении сочетания препаратов Ризоторфин+Гумариз, его показатели в 2,6 раза ниже ПДК; в 1,3 раза – кларка. Показатель содержания свинца превышает фоновый показатель в 1,1 раза. Минимальные концентрации кадмия, меди, цинка и кобальта отмечены при использовании препарата Ризоторфин, значения уменьшаются следующим образом: в 1,6 раза у цинка, в 2,3 раза у меди, в 2,7 раза у кобальта, в 3,3 раза у кадмия, в сравнении с ПДК; концентрации снижаются в 1,29 раза у цинка, в 1,3 раза у кадмия, в 1,89 раза у меди и в 2,19 раза у кобальта в сравнении с фоном; в сравнении с кларком значения уменьшаются – в 1,39 раза у цинка, в 1,96 раза у меди, в 3,49 раза у кобальта, показатель содержания кадмия превышает показатель кларка в 4,6 раза.

Внесение препарата Ризоторфин максимально влияет на снижение содержание валовых форм тяжелых металлов как для гороха сорта Флагман 12, так и для сои сорта Самер 3.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов (табл. 2) не превышает ПДК при использовании всех препаратов под участками гороха и сои. Под участками гороха минимальные концентрации свинца, кадмия и меди отмечены при использовании сочетания препаратов Ризоторфин+Гумариз. В сравнении с ПДК значения уменьшаются в 12,2 раза у свинца, в 10,2 раза – у кадмия, в 25,0 раз – у меди. Показатель содержания свинца и кадмия превышает фоновый показатель в 1,22 и 13,2 раза соответственно. Минимальные концентрации цинка и кобальта отмечены при использовании сочетания препаратов Ризоторфин+Агрика, значения уменьшаются в 52 раза у цинка и в 33 раза у кобальта в сравнении с ПДК; в 1,33 раза у кобальта в сравнении с фоном, показатель содержания цинка превышает фоновый уровень в 1,1, раза.

Таблица 2

Содержание подвижных форм тяжелых металлов под участками зернобобовых культур, 2013-2015 гг.

Вариант опыт	Элемент, мг/кг				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co
Контроль (без обработки)	<u>0,33</u>	<u>0,050</u>	<u>0,18</u>	<u>0,43</u>	<u>0,09</u>
	0,24	0,051	0,12	0,44	0,16
+ Ризоторфин	<u>1,05</u>	<u>0,053</u>	<u>0,26</u>	<u>0,54</u>	<u>0,16</u>
	0,55	0,043	0,15	0,54	0,26
+ Ризоторфин+Агрика	<u>0,52</u>	<u>0,051</u>	<u>0,15</u>	<u>0,44</u>	<u>0,15</u>
	0,24	0,054	0,10	0,77	0,08
+ Ризоторфин+Гумариз	<u>0,49</u>	<u>0,049</u>	<u>0,12</u>	<u>0,48</u>	<u>0,16</u>
	0,21	0,057	0,14	0,57	0,24
ПДК	6,00	0,500	3,00	23,00	5,00
ФОН	0,40	0,037	0,13	0,40	0,20

Примечание. \* – в числителе – содержание подвижных форм тяжелых металлов под участками гороха сорта Флагман 12, в знаменателе – содержание подвижных форм тяжелых металлов под участками сои сорта Самер 3.

Под участками сои минимальные концентрации свинца обнаруживаются при внесении сочетания препаратов Ризоторфин+Гумариз, его показатели в 28,5 раза ниже ПДК; в 1,9 раза ниже фона. Минимальные концентрации кадмия и цинка отмечены при использовании препарата Ризоторфин, в сравнении с ПДК значения уменьшаются в 11,6 раза у кадмия, в 42,5 раза – у цинка. Показатель содержания кадмия и цинка превышает показатель фона в 1,16 и 1,35 раза соответственно. Минимальные концентрации меди и кобальта отмечены при использовании сочетания препаратов Ризоторфин+Агрика, значения уменьшаются в 30 раз у меди, в 62,5 раза у кобальта в сравнении с ПДК; в 1,3 раза у меди и в 2,5 раза у кобальта в сравнении с фоном. Внесение препаратов в сочетании Ризоторфин+Агрика и Ризоторфин+Гумариз максимально влияет на содержание подвижных форм тяжелых металлов как для гороха сорта Флагман 12, так и для сои сорта Самер 3.

Расчет коэффициентов биологического поглощения (табл. 3) тяжелых металлов позволил вывести убывающие ряды для исследованных культур.

Таблица 3

Коэффициенты биологического поглощения тяжелых металлов зерном зернобобовых культур, 2013-2015 гг.

Вариант опыта	Элемент				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co
Контроль (без обработки)	<u>0,017</u>	<u>0,07</u>	<u>0,17</u>	<u>0,32</u>	<u>0,10</u>
	0,10	0,031	2,84	45,3	0,11
+ Ризоторфин	<u>0,016</u>	<u>0,06</u>	<u>0,13</u>	<u>0,28</u>	<u>0,05</u>
	0,10	0,032	2,26	42,2	0,18
+ Ризоторфин+Агрика	<u>0,022</u>	<u>0,08</u>	<u>0,11</u>	<u>0,32</u>	<u>0,03</u>
	0,07	0,039	2,48	45,9	0,19
+ Ризоторфин+Гумариз	<u>0,010</u>	<u>0,07</u>	<u>0,12</u>	<u>0,25</u>	<u>0,03</u>
	0,10	0,027	1,95	45,9	0,59

Примечание. \* – в числителе – коэффициенты биологического поглощения тяжелых металлов зерном гороха сорта Флагман 12, в знаменателе – коэффициенты биологического поглощения тяжелых металлов зерном сои сорта Самер 3.

Изученные тяжелые металлы в средних концентрациях по интенсивности накопления образуют следующие убывающие ряды: в зерне гороха –  $Zn < Cu < Cd < Co < Pb$ , в зерне сои –  $Zn < Cu < Co < Pb < Cd$ . Все изученные металлы относятся к элементам, захватываемым растениями гороха и сои, но не накапливающимися в них.

**Заключение.** При возделывании гороха сорта Флагман 12 и сои сорта Самер 3 в лесостепной зоне Поволжья при внесении биологически активного вещества Гумариз и его сочетаний с препаратами Агрика и Ризоторфин максимальный эффект снижения валового содержания тяжелых металлов достигается действием препарата Ризоторфин. Уменьшение концентраций наблюдается у кадмия, меди, цинка и кобальта. Снижение концентраций подвижных форм тяжелых металлов достигается внесением сочетаний препаратов Ризоторфин+Агрика и Ризоторфин+Гумариз. Уменьшение концентраций наблюдается у свинца, кадмия и меди при использовании сочетания Ризоторфин+Агрика; у меди, цинка и кобальта – при использовании сочетания Ризоторфин+Гумариз.

#### Библиографический список

1. Троц, Н. М. Экологическая устойчивость в посевах основных групп сельскохозяйственных культур в Самарской области / Н. М. Троц, Г. И. Чернякова, С. В. Ишкова, А. В. Батманов // *Аграрная Россия*. – 2017. – № 5 – С. 38-44.
2. Zubov, A. E. Селекция и технология возделывания гороха в среднем Поволжье / А. Е. Zubov. – Самара, 2012. – 217 с.
3. Zubov, A. E. Методы и результаты селекции гороха в Самарском НИИСХ / А. Е. Zubov, А. И. Катюк // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2014. – Т.16, №5 (3). – С. 1127-1130.
4. Майстренко, О. А. Оценка сортов гороха разных морфотипов по урожайности и качеству зерна в условиях степной зоны Самарской области / О. А. Майстренко, Н. И. Колесник, Н. В. Анисимкина, Е. Н. Шаболкина // *Молодой ученый*. – 2015. – №22.2 – С. 41-44.
5. Троц, Н. М. Применение адсорбентов для регулирования накопления тяжелых металлов в почве и зерне сои сорта Самер 3, возделываемой при различных видах обработки почвы / М. Н. Скворцова, Н. М. Троц / *Перспективы развития АПК в работах молодых ученых : материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых*. – Тюмень : ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Зауралья», 2014. – С. 145-150.
6. Горшкова, О. В. Тяжелые металлы в нефтезагрязненных черноземах Самарской области / О. В. Горшкова, А. А. Пахомов / *Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых : материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых*. – Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. – С. 365-366.

#### References

1. Trots, N. M., Chernyakova, G. I., Ishkova, S. V., & Batmanov, A. V. (2017). *Ekologicheskaya ustoichivost v posevakh osnovnykh grup seliskhoziaistvennykh kultur v Samarskoi oblasti* [Ecological sustainability in crops of the main groups of crops in the Samara region]. – *Agrarnaya Rossiya – Agrarnaya Rossiya*, 5, 38-44 [in Russian].
2. Zubov, A. E. (2012). *Selektsiia i tekhnologiya vozdelivaniia goroha v srednem Povolzhie* [Selection and technology of pea cultivation in the middle Volga region]. Samara [in Russian].
3. Zubov, A. E., & Katyuk A. I. (2014). *Metody i rezulitati selektsii goroha v Samarskom Nauchnom Institute seliskogo hozyaistva* [Methods and results of selection of peas in the Samara Research Institute of Agriculture]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk – Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 16, 5 (3), 1127-1130 [in Russian].
4. Maistrenko, O. A., Kolesnik, N. I., Anisimkina, N. V., & Shabolkina, E. N. (2015). *Ocenka sortov goroha raznykh morfo-tipov po urozhainosti i kachestvu zerna v usloviiah stepnoi zoni Samarskoi oblasti* [Assessment of pea varieties of different morphotypes by yield and grain quality in the conditions of the steppe zone of the Samara region]. *Molodoi uchenii – Young Scientist*, 22.2, 41-44 [in Russian].
5. Trots, N. M., & Skvortsova M. N. (2014). *Primenenie adsorbentov dlia regulirovaniia nakopleniia tiazhelikh metallov v pochve i zerne soi sorta Samer 3, vozdelivae soi pri razlichnykh vidah obrabotki pochvi* [The use of adsorbents for regulating the accumulation of heavy metals in the soil and grain of soybean variety Samer 3, cultivated with various types of tillage]. *Prospects for the development of agriculture in the works of young scientists '14: materialy regionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodikh uchenikh – materials of the regional scientific-practical conference of young scientists*. (pp. 145-150). Tyumen: FSBEI HPE State Agrarian University of Trans-Urals [in Russian].

6. Gorshkova, O. V., & Pakhomov, A. A. (2019). Tiazheliie metalli v neftezagriaznennikh chernozemah Samarskoi oblasti [Heavy metals in oil-contaminated chernozems of the Samara region]. Ecology and land reclamation of agro-landscapes: prospects and achievements of young scientists '19: *materiali VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii molodikh uchenikh – materials of the VII International scientific and practical conference of young scientists*. (pp. 365-366). Volgograd: Federal research center of Agroecology RAS [in Russian].

DOI 10.12737/37332

УДК 635.21:631.524.85:581.1

## **СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ КАК КОСВЕННЫЙ ПРИЗНАК УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ К ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВОЗДУХА И НЕДОСТАТОЧНОМУ УВЛАЖНЕНИЮ**

**Бакунов Алексей Львович**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: bac24@yandex.ru

**Милехин Алексей Викторович**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**Рубцов Сергей Леонидович**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**Шевченко Сергей Николаевич**, д-р с.-х. наук, академик РАН, директор Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**Ключевые слова:** картофель, жароустойчивость, засухоустойчивость, пигменты, урожайность.

*Цель исследований – повышение урожайности картофеля в засушливых условиях Среднего Поволжья. Исследования проводились на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. Питомник сортоиспытания включал 28 сортов картофеля отечественной селекции. Стандартами являлись сорта Удача, Жигулевский, Ароза и Гала. Опытный материал высаживался в двух повторностях по 25 растений в каждой. Для определения содержания фотосинтетических пигментов готовили вытяжки из десяти листовых пластинок растений картофеля каждого сорта в 100% ацетоне. Измерения проводили методом спектрофотометрии. Для измерения количества хлорофилла **a** использовалась длина волны 665 нм, хлорофилла **b** – 649 нм, каротиноидов – 440 нм. Концентрацию пигментов определяли по формулам Веттштейна. При уборке учитывали урожайность картофеля. Концентрация хлорофилла **a** в среднем по изученным сортам составила 0,92 мг/г, средняя концентрация хлорофилла **b** – 0,62 мг/г, средняя концентрация каротиноидов – 0,27 мг/г. Идентифицированы сорта картофеля с высокой концентрацией фотосинтетических пигментов. Выявлена достоверная средняя зависимость урожайности сортов картофеля от концентрации в растениях хлорофилла **b**. Коэффициент корреляции составил 0,42. Достоверной зависимости урожайности от концентрации хлорофилла **a** и каротиноидов не установлено. Продуктивность картофеля связана достоверной отрицательной зависимостью с соотношением концентраций хлорофиллов **a** и **b**. Большинство высокопродуктивных сортов характеризовались высоким содержанием двух разновидностей хлорофилла. Высокую концентрацию хлорофилла **b** или минимальное соотношение концентраций хлорофиллов **a** и **b** предварительно можно рекомендовать как косвенный показатель для выявления сортов картофеля, высоко адаптированных к повышенным температурам воздуха и недостаточному увлажнению.*

# PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENT AS A CONSEQUENTIAL RESISTANCE SIGN OF POTATO VARIETIES TO HIGH TEMPERATURE AND MOISTURE LACK

**A. L. Bakunov**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences. 446251 Russia, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: bac24@yandex.ru

**A. V. Milekhin**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences. 446251 Russia, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**S. L. Rubtsov**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Samara scientific research Institute of agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences. 446251 Russia, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**S. N. Shevchenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS, Director of Samara Scientific Research Institute of Agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences. 446251 Russia, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

**Keywords:** potatoes, heat resistance, xerophytism, pigments, yield.

The aim of the research is increasing potato yield in dry conditions of the Middle Volga region. The research was carried out on the experimental field of the Samara Scientific Research Institute of Agriculture – branch of the Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences. The variety testing plant nursery included 28 varieties of potatoes of domestic selection. Udacha, Zhigulevsky, Arosa and Gala breeds were the standard varieties. The plant material was planted out in two replications with 25 plants in each. To determine the content of photosynthetic pigments, extracts were prepared from ten potato leaves of each breed in 100% acetone. Measurements were performed by spectrophotometry. To measure the amount of chlorophyll **a**, the wavelength of 665 nm, chlorophyll **b** – 649 nm, and carotenoids – 440 nm were used. The concentration of pigments was determined by using Wettstein formulas. When harvesting, the potato yield was taken into account. The average concentration of chlorophyll **a** in the studied breeds was 0.92 mg/g, the average concentration of chlorophyll **b** was 0.62 mg/g, and one of carotenoids was 0.27 mg/g. Potato breeds with high concentration of photosynthetic pigments were identified. A reliable average dependence of the yield of potato breeds on the concentration of chlorophyll **b** in plants was revealed. The correlation coefficient was 0.42. There is no reliable dependence tested of yield on the concentration of chlorophyll **a** and carotenoids. Potato productivity is associated with a significant negative relationship with the ratio of both **a** and **b** chlorophyll concentrations. The most highly productive varieties were characterized by a high content of two varieties of chlorophyll. A high concentration of chlorophyll **b** or a minimum ratio of chlorophyll **a** and **b** concentrations can be tentatively recommended as a consequential sign for identifying potato breeds that are highly adapted to high air temperature and insufficient moisture.

Картофель – культура весьма требовательная к влажности почвы и температурному режиму выращивания. Высокая температура воздуха и недостаточное увлажнение существенно снижают урожайность картофеля и являются одними из важнейших лимитирующих факторов, которые отрицательно влияют на рост и развитие растений и на процесс накопления товарного урожая. Постепенное потепление климата приводит к тому, что указанные условия все чаще отмечаются в период вегетации картофеля во всех регионах России. Это, в свою очередь, способствует массовому распространению вирусных заболеваний картофеля, увеличению их вредоносности, а, следовательно, еще более значительному снижению урожайности культуры.

Оптимальный подбор сортимента для каждого конкретного региона является одним из основных факторов, определяющих повышение урожайности и качества как продовольственного, так и семенного картофеля. Для этого в производстве должны использоваться сорта, сочетающие высокую адаптивность к абиотическим факторам среды с устойчивостью или иммунитетом к патогенным организмам. В настоящее время количества отечественных сортов картофеля, обладающих подобными характеристиками, недостаточно.

В связи с этим актуальность приобретает комплексная оценка новых сортов и гибридного материала картофеля различных селекционных учреждений на устойчивость к вирусным заболеваниям, жароустойчивость и устойчивость к недостаточному увлажнению на жестком естественном фоне. Актуальным является поиск косвенных признаков, характеризующих устойчивость того или иного генотипа к высоким температурам воздуха и засухе.

Пигментный комплекс растения является сложной системой, которая реагирует на изменения условий внешней среды и адаптируется к ним в пределах наследственно закрепленной программы [1].

Количество фотосинтетических пигментов характеризует онтогенетические особенности растений и отражает реакцию растения на условия выращивания. Содержание в растениях хлорофиллов и каротиноидов является одним из важнейших биохимических показателей реакции растений на изменение условий выращивания [2]. Так, повышенные концентрации фотосинтетических пигментов обеспечивают лучшую адаптацию меристемных растений картофеля к нестерильным условиям выращивания *in vivo* за счет быстрого и стабильного перехода к автотрофному питанию [3]. Сравнительным анализом сортов картофеля Матушка, Теща и Батя по анатомо-морфологическим, физиологическим признакам и продуктивности установлено, что урожайность картофеля зависит от структуры фотосинтетического аппарата и интенсивности физиологических процессов [4].

**Цель исследований** – повышение урожайности картофеля в засушливых условиях Среднего Поволжья.

**Задачи исследований** – выявить косвенные признаки, характеризующие устойчивость различных генотипов картофеля к высоким температурам воздуха и недостаточному увлажнению; определить содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в листьях растений сортов картофеля различного генетического и географического происхождения, выращиваемых в условиях недостаточного увлажнения и на высоком естественном инфекционном фоне; установить корреляционную зависимость урожайности сортов картофеля от содержания в листьях фотосинтетических пигментов.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. В 2019 году первая половина вегетационного периода картофеля отличалась высокой температурой воздуха и малым количеством осадков. Со второй декады мая по первую декаду июля включительно выпало 18,8 мм осадков при норме 99 мм.

Среднесуточная температура воздуха в этот период составила 19,6°C при среднем многолетнем значении 18,4°C, максимальная дневная температура воздуха в третьей декаде июня достигала 35,3°C. В период полного цветения и нарастания массы клубней произошло снижение температуры воздуха.

Средняя температура воздуха второй и третьей декад июля и первой декады августа была несколько ниже многолетних значений, во второй декаде июля и первой декаде августа отмечались обильные осадки (49,3 и 29,4 мм соответственно). Указанные факторы благоприятно сказались на продуктивности большинства изученных сортов картофеля.

Питомник сортоиспытания включал 28 сортов отечественной селекции. Стандартами являлись сорта Удача, Жигулевский, Ароза и Гала. Опытный материал высаживался в двух повторностях, количество растений в повторности – 25.

Учеты урожайности проводили согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля [5], методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля [6].

Для определения содержания фотосинтетических пигментов готовили вытяжки из десяти листовых пластинок каждого сорта картофеля в 100% ацетоне. Измерения проводили методом спектрофотометрии. Для измерения количества хлорофилла *a* использовали длину волны 665 нм, хлорофилла *b* – 649 нм, каротиноидов – 440 нм. Концентрацию пигментов определяли по формулам Веттштейна [7].

Обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа [8].

**Результаты исследований.** Основным показателем, характеризующим адаптированность сорта картофеля к агроэкологическим условиям выращивания, в том числе к высокой температуре воздуха и недостаточному увлажнению, является урожайность. В процессе исследований был проведен корреляционный анализ зависимости урожайности от содержания в листовых пластинах хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов для выявления возможности использовать концентрацию фотосинтетических пигментов как косвенный признак определения жароустойчивости и засухоустойчивости различных генотипов картофеля.

Концентрация хлорофилла *a* в среднем по изученным сортам составила 0,92 мг/г сухой массы и варьировала в пределах 0,72-1,18 мг/г с коэффициентом вариации 12,4%. При этом максимальное содержание указанного пигмента выявлено в растениях сортов Сиверский (1,18 мг/г), Захар (1,16 мг/г), Гала (1,09 мг/г), Эликсред (1,08 мг/г), Легенда (1,07 мг/г), Садон (1,06 мг/г), а минимальной концентрацией *Chl a* характеризовались сорта Дебют (0,72 мг/г), Красавчик (0,77 мг/г), Утро (0,77 мг/г), Калибр и Удача (по 0,79 мг/г) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортообразцов картофеля по содержанию фотосинтетических пигментов и урожайности, 2019 г.

Сорт	Концентрация фотосинтетических пигментов, мг/г			Урожайность, т/га
	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	
Барин	0,85	0,59	0,27	18,8
Варяг	1,01	0,67	0,30	25,1
Гранд	1,04	0,77	0,19	23,2
Дебют	0,72	0,43	0,23	32,4**
Краса Мещеры	0,95	0,68	0,29	31,9**
Корчма	1,04	0,68	0,28	22,5
Красавчик	0,77	0,59	0,27	25,6
Кумач	0,99	0,67	0,30	26,2
Купец	0,93	0,55	0,29	17,7
Призер	0,88	0,60	0,26	18,3
Садон	1,06	0,72	0,28	32,0**
Северное Сияние	0,81	0,59	0,23	17,6
Сигнал	0,89	0,57	0,25	26,8
Третьяковка	0,88	0,57	0,28	17,0
Утро	0,77	0,52	0,28	35,1*
Эликсред	1,08	0,67	0,29	23,2
Калибр	0,79	0,54	0,26	19,3
Сердолик	1,01	0,68	0,30	27,3
Сиверский	1,18	0,89	0,37	40,0*
Сударыня	0,82	0,59	0,26	32,8**
Аляска	0,92	0,69	0,26	39,5*
Терра	0,95	0,56	0,29	17,7
Нальчикский	0,88	0,57	0,27	18,4
Юбиляр	0,85	0,53	0,22	13,9
Удача, ст.	0,79	0,56	0,23	24,8
Ароза, ст.	0,90	0,54	0,27	22,2
Гала, ст	1,09	0,69	0,27	25,1
Жигулевский, ст.	0,94	0,75	0,29	28,0
HCP <sub>05</sub>				6,2
V%	12,4	15,1	12,2	27,6

Примечание. \* – достоверное превышение всех стандартов, \*\* – достоверное превышение по урожайности трех стандартов, кроме сорта Жигулевский.

Средняя концентрация хлорофилла *b* у изученных сортов была 0,62 мг/г сухой массы. Признак варьировал в пределах 0,43-0,89 мг/г с коэффициентом вариации 15,1%. Высокая концентрация *Chl b* выявлена у сортов Сиверский (0,89 мг/г), Гранд (0,77 мг/г), Захар (0,76 мг/г) и Садон (0,72 мг/г), а минимальной концентрацией пигмента характеризовались растения сортов Дебют (0,43 мг/г), Утро (0,52 мг/г), Юбиляр (0,53 мг/г) Калибр и Ароза (по 0,54 мг/г) (табл. 1).

Концентрация каротиноидов в среднем по сортам составила 0,27 мг/г сухой массы и варьировала от 0,19 до 0,37 мг/г с коэффициентом вариации 12,2%. Максимальная концентрация каротиноидов выявлена у сортов Сиверский (0,37 мг/г), Варяг, Кумач и Сердолик (по 0,30 мг/г). Низким содержанием каротиноидов характеризовались сорта Гранд (0,19 мг/г), Юбиляр (0,22 мг/г), Дебют, Северное сияние и Удача (по 0,23 мг/г). Анализ корреляционных связей между концентрацией фотосинтетических пигментов в листовых пластинах различных сортов картофеля и урожайностью выявил достоверную среднюю зависимость урожайности от концентрации хлорофилла *b*. Коэффициент корреляции составил 0,42. Достоверной зависимости урожайности от концентрации хлорофилла *a* и каротиноидов не установлено (коэффициенты корреляции соответственно 0,19 и 0,34) (табл. 2). Однако листовая материал большинства сортов с высокой урожайностью отличался высокой концентрацией хлорофиллов *a* и *b*. Сорт Сиверский характеризовался максимальной урожайностью (40 т/га) и максимальными показателями концентрации *Chl a* и *Chl b* (1,18 и 0,89 мг/г, соответственно). У высокопродуктивных сортов Аляска, Садон и Краса Мещеры содержание хлорофиллов *a* и *b* также было существенно выше среднего показателя, сорта Дебют, Сударыня и Утро отличались высокой концентрацией только хлорофилла *b*.

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции между концентрациями различных фотосинтетических пигментов и урожайностью сортов картофеля

Признаки	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды
Хлорофилл <i>a</i>	-		
Хлорофилл <i>b</i>	0,78**	-	
Каротиноиды	0,53**	0,47*	-
Урожайность	0,19	0,42*	0,34

Примечание. \* – достоверно на уровне 5%; \*\* – достоверно на уровне 1%.

Соотношение между содержанием хлорофиллов *a* и *b* может характеризовать потенциальную фотосинтетическую активность растений, а значит и их уровень адаптации к стрессовым абиотическим факторам [9]. Этот критерий варьировал у различных сортов картофеля в пределах 1,25-1,69, при этом его корреляция с продуктивностью сортов была достоверно отрицательной, коэффициент корреляции составил -0,43. Следовательно, чем выше концентрация хлорофилла *b*, тем меньше отношение *Chl a/Chl b* и выше урожайность. У наиболее продуктивных сортов Сиверский и Аляска соотношение *Chl a* и *Chl b* составило 1,32 и 1,33 при урожайности 40,0 и 39,5 т/га. При этом у сортов с низкой урожайностью отношение *Chl a/Chl b* находилось в пределах 1,5-1,7 (сорт Юбиляр – 13,4 т/га и 1,60; сорта Купец и Терра 17,7 т/га и 1,69; сорт Третьяковка 17,0 т/га и 1,54).

Установлены достоверные положительные корреляционные зависимости между содержанием в листьях растений исследованных сортов картофеля хлорофилла *a* и хлорофилла *b* ( $r = 0,78$ ), содержанием хлорофилла *a* и каротиноидов ( $r = 0,53$ ), хлорофилла *b* и каротиноидов ( $r = 0,47$ ).

**Заключение.** В агроэкологических условиях 2019 года на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН показаны достоверная положительная корреляция концентрации в растениях хлорофилла *b* с урожайностью картофеля ( $r = 0,42$ ) и положительная тенденция к высокой концентрации хлорофилла *a* у наиболее продуктивных сортов. По предварительным данным можно рекомендовать высокие показатели концентрации хлорофилла *b* или минимальное отношение хлорофиллов *a* и *b* в качестве косвенных признаков для выявления высоко адаптированных к повышенным температурам воздуха и недостаточному увлажнению сортов картофеля.

Статья подготовлена в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля».

#### Библиографический список

1. Мякишева, Е. П. Влияние качества света на содержание фотосинтетических пигментов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro* / Е. П. Мякишева, Г. Г. Соколова // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – Т. 2, №3. – С. 46-49.
2. Карначук, Р. А. Фоторегуляция роста и продуктивности растений картофеля при размножении *in vitro* / Р. А. Карначук, В. Ю. Дорофеев, Ю. В. Медведева // Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий : материалы докладов VII Съезда Общества физиологов растений России. – Н. Новгород, 2011. – С. 10-11.

3. Астахова, Н. В. Длительное микроклональное размножение растений картофеля изменяет морфометрические характеристики хлоропластов / Н. В. Астахова, А. Н. Дерябин, М. С. Синькевич, Т. И. Трунова // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира : материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. – Волгоград, 2010.
4. Беляева, А. О. Мезоструктура фотосинтетического аппарата различных сортов картофеля / А. О. Беляева, С. А. Солдатов, Г. А. Карпова, В. Н. Хрянин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2017. – №1 (17). – С. 50-57.
5. Симаков, Е. А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е. А. Симаков, Н. П. Складорова, И. М. Яшина. – М., 2006. – 37 с.
6. Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля. – М. : Всероссийский НИИ картофельного хозяйства, 1982. – 14 с.
7. Трифонов, С. В. Определение содержания основных пигментов фотосинтетического аппарата в листьях высших растений : методические указания. – Красноярск, 2011.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
9. Калинина, А. В. Состав и содержание пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы / А. В. Калинина, С. В. Лящева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, №2 (2). – С. 286-290.

#### References

1. Myakisheva, E. P., & Sokolova, G. G. (2014). Vlieniie kachestva sveta na sodержanie fotosinteticheskikh pigmentov kartofelia (*Solanum tuberosum* L.) v kulture *in vitro* [Influence of light quality on the content of photosynthetic pigments of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in *in vitro* culture]. *Izvestiia Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta – Izvestiya of Altai State University*, 3, 2, 46-49 [in Russian].
2. Karnachuk, R. A., Dorofeev, V. Yu., & Medvedeva, Yu. V. (2011). Fotoregulaciia rosta i produktivnosti rastenii kartofelia pri razmnozhenii *in vitro* [Photoregulation of growth and productivity of potato plants during reproduction *in vitro*]. *Plant physiology – the fundamental basis of ecology and innovative biotechnologies '11: materialy dokladov VII Siezda Obshchestva fiziologov rastenii Rossii – materials of reports of the VII Congress of the society of plant physiologists of Russia*. (pp. 10-11). N. Novgorod [in Russian].
3. Astakhova, N. V., Deryabin, A. N., Sinkevich, M. S., & Trunova, T. I. (2010). Dlitelnoe mikroklonaiinoe razmnozhenie rastenii kartofelia izmeneniaet morfometricheskie harakteristiki hloroplastov [Long-term microclonal reproduction of potato plants changes the morphometric characteristics of chloroplasts]. *Biotechnology as a tool for preserving the biodiversity of the plant world '10: materialy II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii – materials of the II All-Russian scientific and practical conference*. Volgograd [in Russian].
4. Belyaeva, A. O., Soldatov, S. A., Karpova, G. A., & Khryanin, V. N. (2017). Mezostruktura fotosinteticheskogo apparata razlichnikh sortov kartofelia [Mesostructure of photosynthetic apparatus of various potato varieties]. *Izvestiia visshih uchebnikh zavedenii. Povolzhskii region. Estestvennye nauki – University proceedings. Volga region. Natural sciences*, 1 (17), 50-57 [in Russian].
5. Simakov, E. A., Sklyarova N. P., & Yashina I. M. (2006). Metodicheskie ukazaniia po tekhnologii selekcionnogo processa kartofelia [Methodical instructions on the technology of potato selection process]. Moscow [in Russian].
6. Metodicheskie ukazaniia po ekologicheskomu sortoisпитaniu kartofelia [Guidelines for ecological potato variety testing] (1982). Moscow: All-Russian research Institute of potato farming [in Russian].
7. Trifonov, S. V. (2011). Opredelenie sodержaniia osnovnikh pigmentov fotosinteticheskogo apparata v listiiakh visshih rastenii [Determination of the content of the main pigments of the photosynthetic apparatus in the leaves of higher plants]. Krasnoyarsk [in Russian].
8. Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opita [Method of field experience]. Moscow: Kolos [in Russian].
9. Kalinina, A.V., & Lyashcheva, S. V. (2018). Sostav i sodержanie pigmentov fotosinteza v listiiakh prorostkov ozimoi miagkoi pshenicy [Composition and content of photosynthesis pigments in the leaves of winter wheat seedlings]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk – Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 20, 2 (2), 286-29 [in Russian].

## СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В ПОЧВЕ И АКТИВНОСТЬ НИТРАТРЕДУКТАЗЫ В ЛИСТЬЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Бакаева Наталья Павловна** – д-р биол. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: bakaevanp@mail.ru

**Ключевые слова:** пшеница, удобрения, почва, лист, активность, азот, нитратредуктаза.

*Цель исследования – повышение эффективности использования азотных удобрений и процессов нитратвосстанавливающей способности листового аппарата. Исследования проводились в 2016-2018 гг. в центральной зоне Самарской области. Предшественник – чистый пар. Для посева использовали элитные семена озимой пшеницы сорта Светоч. Посев проводили на опытных полях лаборатории «Агроэкология» ФГБОУ ВО Самарского ГАУ. Определили содержание нитратного и аммонийного азота в слое почвы 0-30 см до посева и после подкормки растений азотными минеральными удобрениями по фазам развития растений (кущение, выход в трубку и колошение), содержание азота, белка и активность фермента нитратредуктазы в листьях по фазам развития растений. Характер изменения динамики содержания азота в почве и после проведённой подкормки азотными удобрениями, показывает, что в период вегетации растений количество азота достаточно для их произрастания. По мере смены фенологических фаз растений увеличивается содержание азота и белка в листьях озимой пшеницы, и повышается активность фермента нитратредуктазы, катализирующего реакцию восстановления нитрата в нитрит. Величина активности фермента нитратредуктазы в листьях может служить критерием для оценки обеспеченности растений нитратной формой азота. В дальнейшем активность данного фермента можно использовать как показатель оптимизации азотного питания растений, направленного на метаболические процессы. Применение различных азотных минеральных удобрений, и в большей степени аммиачной селитры, повышали обеспеченность растений азотом, который в дальнейшем используется ими при реутилизации азота из листьев в формирующееся семя, что способствует улучшению показателей качества зерна.*

## NITROGEN CONTENT IN SOIL AND NITRATE REDUCTASE ACTIVITY IN WINTER WHEAT LEAVES WITH THE USE OF NITROGEN FERTILIZERS

**N. P. Bakaeva**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: bakaevanp@mail.ru

**Keywords:** wheat, fertilizers, soil, leaf, activity, nitrogen, nitrate reductase.

The purpose of the study is increasing the efficiency of using nitrogen fertilizers and its effect on nitrate-reducing capacity of the leaf apparatus. The research was conducted in 2016-2018 in the Central zone of the Samara region. The predecessor is complete fellow. Svetoch winter wheat elite seed varieties were used for sowing. Seeding was carried out in the experimental fields of the laboratory «Agroecology» of the Samara state University. Nitrate and ammonium nitrogen content in soil layer of 0-30 cm depth was estimated before planting and after plant nutrition with nitrogen fertilizers in regard to the growth phases (tillering, elongation and heading), the content of nitrogen, protein and nitrate reductase enzyme activity in leaves during plant development. Dynamics changes of nitrogen content in the soil and after fertilization with nitrogen shows that during vegetation period of plants, the amount of nitrogen is sufficient for their growth. As the phenological phases of plants change, the content of nitrogen and protein in winter wheat leaves increases, and activity of the enzyme nitrate reductase lifts, which catalyzes nitrate regeneration to nitrite. The value of the activity of the enzyme nitrate reductase in leaves can serve as a criterion for evaluating the availability of plants with the nitrate form of nitrogen. In future, the activity of this enzyme can be used as an indicator

of optimizing nitrogen nutrition of plants aimed at metabolic processes. The use of various nitrogen fertilizers, and to a greater extent ammonium nitrate, increased the supply of plants with nitrogen, which is later used by them in the reutilization of nitrogen from leaves to the emerging seed, thus contributing to quality of grain.

Увеличение урожая, как и улучшение качества зерна сельскохозяйственных культур, зависит от многих факторов, в том числе собственно от протекающего метаболизма самого растения. Усвоение растениями из минеральных удобрений азота лежит в пределах 35-50% и зависит от содержания азота и типа почвы [1]. В агротехнологиях при повышении дозы удобрений интенсивность усвоения их растениями снижается. Поэтому важно изучить процесс первого этапа восстановления нитратов в нитриты, катализируемый в цепи восстановления ферментом нитратредуктазой. В настоящее время интерес к физиологической роли нитратредуктазы (1.6.6.1) растет в связи с её возможным участием в образовании оксида азота (II) в растениях. Известно, что монооксид азота участвует в передаче сигнала регуляции широкого спектра физиологических и биохимических реакций [2]. Вероятно, происходит взаимодействие NO с активными формами кислорода в клетках растений, что проявляется в стрессовых условиях, в частности, при воздействии гербицидов. В этом случае возможен запуск защитных реакций, в том числе опосредованных активными формами кислорода и азота [3].

**Цель исследований** – повышение эффективности использования азотных удобрений и процессов нитратвосстанавливающей способности листового аппарата.

**Задачи исследований** – изучение содержания нитратного и аммонийного азота в 0-30 см слое почвы до посева и после подкормки растений азотными минеральными удобрениями по фазам развития растений – кущение, выход в трубку и колошение; изучение содержания азота, белка и активности фермента нитратредуктазы в листьях по фазам развития растений.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2016-2018 гг. в центральной зоне Самарской области. Предшественник – чистый пар. Для посева использовали элитные семена озимой пшеницы сорта Светоч. Посев проводили на опытных полях лаборатории «Агроэкология» ФГБОУ ВО Самарского ГАУ. Повторность опытов трехкратная. Рельеф опытного поля выровненный. Почва опытного участка – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с реакцией среды (рН) близкой к нейтральной и средним содержанием гумуса. Содержание в слое почвы 0-30 см легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия повышенное или высокое. Посев проводили рядовым способом сеялкой ДМС 601 на глубину 6-8 см с нормой 5,0 млн всхожих семян/га. Для защиты растений озимой пшеницы от вредителей применялся инсектицид Эфория КС в дозе 0,2 л/га. Инсектицид Эфория относится к препаратам широкого спектра действия, носящим системный и контактный характер одновременно. Инсектицид Эфория – высокоэффективный комбинированный препарат, воздействует на вредителей и совершенно безопасен для растения и человека. Действующее вещество инсектицида – лямбда-цигалотрин, тиаметоксам. Технология возделывания посевов озимой пшеницы соответствовала научно-исследовательским разработкам кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии Самарского ГАУ.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Повышенным температурным режимом и небольшим количеством осадков характеризовался 2015 год, ГТК равен 0,70 при среднемноголетнем значении 0,83. В 2016 году наблюдали пониженный температурный режим и большое количество осадков, ГТК=0,73. В 2017 году метеоусловия были сложными, но благоприятными, ГТК = 1,06. Длительная атмосферная засуха во второй половине июля и августе замедлила формирование продуктивности. В 2018 году погодные условия не в полной мере соответствовали нормальному развитию большинства сельскохозяйственных культур, наблюдали отдельные крайне засушливые периоды, ГТК=0,29. Все наблюдения по фазам роста, развития и другие сопутствующие исследования проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971). Наступление и определение перехода растений на следующую фенологическую фазу устанавливали визуально. За начало фазы принимали день, когда в данную фазу вступало не менее 10-15% растений, за полное наступление фазы – когда она распространялась не менее чем на 75% растений.

Схема закладки опыта в годы исследований содержала варианты без применения удобрений (контроль) и с применением удобрений – аммиачная селитра  $N_{45}$ , сульфат аммония  $N_{45}$  и мочевины  $N_{45}$ .

Аммиачная (аммонийная) селитра ( $NH_4NO_3$ ) – высококонцентрированное азотное гранулированное удобрение. Получают нейтрализацией азотной кислоты газообразным аммиаком с последующим гранулированием продукта. Содержит азот в двух формах: аммонийный и нитратный (по 17% каждого). Универсальное азотное удобрение, может применяться в качестве предпосевного (основного) удобрения и как подкормка. Особенно эффективно для ранневесенней подкормки зерновых.

Сульфат аммония  $(NH_4)_2SO_4$  – кристаллическое азотносерное удобрение, содержит 21% азота в аммонийной форме, не слеживается. В сульфате аммония содержится также до 24% серы, поэтому одновременно он является источником серного питания. Сульфат аммония – одно из широко применяемых в сельском хозяйстве минеральных удобрений. Используется под все сельскохозяйственных культур на черноземах и сероземах. Удобрение обладает ценным качеством – низкой миграционной способностью, так как катион аммония активно поглощается почвой, это предохраняет его от вымывания.

Мочевина (карбамид)  $CO(NH_2)_2$  содержит 46 % азота. Это самое концентрированное из азотных удобрений. Выпускают его в гранулированном виде, покрывая гранулы жировой пленкой для уменьшения слеживаемости. Мочевина в почве преобразуется при участии бактерий в углекислый аммоний. Ее используют как основное удобрение и в виде подкормки с незамедлительной заделкой в почву для предотвращения потерь в виде газообразного аммиака.

Метод определения активности фермента нитратредуктазы основан на колориметрическом определении нитритов, которые образуются из нитратов под действием фермента. В фарфоровую ступку помещали 2 г листьев и растирали до однородной массы. Приливали 20 мл фосфатного буферного раствора ( $pH=8,0$ ) и получали ферментный экстракт. Далее отбирали по 2 мл ферментного экстракта, в контрольную пробирку приливали 1 мл 10% раствора уксусной кислоты для инактивации фермента. Затем в обе пробирки (с активным и инактивированным ферментом) приливали по 1 мл 0,1 М раствора нитрата калия и 0,028 М раствора НАД•Н. К фильтрату в каждой пробирке приливали по 1 мл реактива Грисса и содержимое пробирок перемешивали. Через 30 минут окрашенные растворы колориметрировали на фотоэлектроколориметре при длине волны 540 нм.

Химико-аналитические исследования проводились на кафедре «Садоводство, ботаника и физиология растений» Самарского ГАУ [5, 6], выделение белковых фракций проводили по методу Х. Н. Починка (1976), количественное содержание белка определяли колориметрическим методом, описанным Г. А. Кочетовым (1971), определение нитратного азота проводили дисульфифеноловым методом, описанным Б. П. Плешковым (1985), отбор растений для проведения биохимических исследований проводился согласно методу отбора средних проб по А. И. Ермакову (1987).

Математическая обработка данных произведена с использованием пакета компьютерных программ Excel и «Пакет программ по статистике».

**Результаты исследований.** Азот является необходимым элементом, обеспечивающим рост и развитие растений, входит в состав аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований. Для растений азот почвы доступен в виде минеральных соединений – в аммонийной и нитратной форме. Содержание азота в почве в слое 0-30 см определялось непосредственно перед посевом озимой пшеницы: величина нитратного азота была равна 11,1 мг/кг, аммонийного – 6,0 мг/кг. Динамика содержания минеральных форм азота в слое 0-30 см почвы в фазах кущение, выход в трубку и колошение при применении различных азотных подкормок, в среднем за годы исследования представлена в таблице 1.

При сравнении содержания минеральных форм азота в почве в варианте без удобрений следует отметить, что нитратного азота в почве оказалось больше, чем аммонийного, на 54%. В результате проведенной подкормки растений пшеницы азотными удобрениями произошло повышение содержания азота почвы: наибольшее количество азота представлено в форме нитратного азота – до 21 мг/кг почвы, а аммиачного – до 11 мг/кг. По фазам развития растений произошло увеличение минеральных форм азота в почве от фазы кущения к фазе колошения. Представленные результаты

также свидетельствуют, что азотные удобрения увеличили содержание минеральных форм азота в почве, по сравнению с контролем, но не в равной мере. Так, наибольшую прибавку нитрата обеспечила аммиачная селитра, до 15,8 мг/кг, в меньшей степени – мочевины, до 14,9 мг/кг, затем сульфат аммония, до 14,6 мг/кг. Увеличение аммонийного азота почвы при подкормке азотными удобрениями в наибольшей степени было в варианте с мочевиной (до 9,0 мг/кг), в меньшей степени – в варианте с сульфатом аммония (до 8,6 мг/кг) и в варианте с аммиачной селитрой (до 8,4 мг/кг).

Таблица 1

Динамика содержания минеральных форм азота в почве (слой 0-30 см), мг/кг, усредненные показатели за период исследования

Подкормка азотными удобрениями	Фаза развития растений	Содержание минеральных форм азота в почве, мг/кг	
		N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Контроль (без удобрений)	кущение	11,0	6,0
	выход в трубку	10,8	6,4
	колошение	12,5	6,3
	среднее по варианту	<b>11,4</b>	<b>6,2</b>
Аммиачная селитра, N <sub>45</sub>	кущение	12,8	7,6
	выход в трубку	13,6	8,0
	колошение	21,0	9,8
	среднее по варианту	<b>15,8</b>	<b>8,4</b>
Сульфат аммония, N <sub>45</sub>	кущение	11,8	7,2
	выход в трубку	13,5	8,3
	колошение	18,8	10,3
	среднее по варианту	<b>14,6</b>	<b>8,6</b>
Мочевина, N <sub>45</sub>	кущение	11,7	7,1
	выход в трубку	13,6	8,9
	колошение	19,3	11,0
	среднее по варианту	<b>14,9</b>	<b>9,0</b>

Следует отметить, что при изучении динамики содержания минеральных форм азота в слое почвы 0-30 см, применение аммиачной селитры дало наибольшее увеличение содержания нитрата (до 15,8 мг/кг), а использование мочевины – аммонийного азота (до 9,0 мг/кг).

Результаты определения активности фермента нитратредуктазы, содержание азота и белка в листьях озимой пшеницы сорта Светоч по фазам развития растений представлено в таблице 2.

Таблица 2

Активность нитратредуктазы, содержание азота и белка в листьях озимой пшеницы в фазах весеннего кущения, выхода в трубку и колошения, в среднем за период исследования

Подкормка азотными удобрениями	Фаза развития растений	Активность нитратредуктазы		Нитрат-анион, мкг/г	Нитрит-анион, мкг/г	Белок, %
		мкг NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /ч на 1 г сырой массы	мкмоль/ч на 1 мг белка			
Контроль (без удобрений)	кущение	61,3±0,14	8,6±0,18	23,2	18,8	3,54
	выход в трубку	68,0±0,17	15,1±0,17	34,5	29,0	5,55
	колошение	54,0±0,18	14,5±0,13	39,6	33,9	5,83
	среднее по варианту	<b>61,1</b>	<b>12,7</b>	<b>32,4</b>	<b>27,2</b>	<b>4,97</b>
Аммиачная селитра, N <sub>45</sub>	кущение	78,2±0,12	11,9±0,13	61,2	55,2	4,63
	выход в трубку	87,6±0,11	16,7±0,16	73,6	68,0	6,26
	колошение	71,3±0,18	19,2±0,14	78,6	72,8	7,05
	среднее по варианту	<b>79,0</b>	<b>15,9</b>	<b>71,1</b>	<b>64,8</b>	<b>5,98</b>
Сульфат аммония, N <sub>45</sub>	кущение	74,0±0,11	12,1±0,18	59,7	52,8	4,03
	выход в трубку	81,2±0,12	15,6±0,19	72,3	68,2	5,89
	колошение	69,8±0,15	18,9±0,12	76,3	71,1	6,67
	среднее по варианту	<b>75,3</b>	<b>15,5</b>	<b>69,4</b>	<b>64,0</b>	<b>5,53</b>
Мочевина, N <sub>45</sub>	кущение	75,6±0,13	11,9±0,11	60,0	54,0	3,97
	выход в трубку	85,1±0,16	16,8±0,14	73,1	67,7	6,06
	колошение	71,6±0,13	19,2±0,17	77,8	72,3	7,07
	среднее по варианту	<b>77,4</b>	<b>15,9</b>	<b>70,3</b>	<b>64,7</b>	<b>5,70</b>

Подкормка растений пшеницы азотными удобрениями обеспечила увеличение азота почвы, что в свою очередь вызвало увеличение активности фермента нитратредуктазы, для которого нитратный азот является субстратом [7]. Озимая пшеница обладает достаточно высокой способностью к восстановлению нитратов наземной частью растения, и наибольшей активностью в восстановлении азота обладает флаговый лист [8].

Активность нитратредуктазы листьев озимой пшеницы сорта Светоч, представленная в мкг  $\text{NO}_2^-/\text{ч}$  на 1 г сырой массы, увеличивалась от фазы кущения к фазе выхода в трубку, затем понижалась в фазе колошения почти на 26%. Данная зависимость может быть объяснена тем, что к кущению происходит дифференциация растений на органы – лист, стебель, колос, каждый из которых, в той или иной степени, принимает участие в накоплении и перераспределении азота [9]. Тем не менее, органом с наибольшим содержанием азота среди других органов растения, по-прежнему, является листовая аппарат, которой в наибольшей степени обеспечивает редукцию нитратов [10]. Определение активности нитратредуктазы во флаговых листьях озимой пшеницы в фазе колошения показало, что зависимость активности фермента от содержания азота была выше, чем в контрольном варианте, почти на 30%.

Варианты с применением удобрений по показателям содержания белка в листьях растений существенно не отличались между собой.

Таким образом, применение азотных минеральных удобрений, в большей степени аммиачной селитры, оказывает влияние на поддержание нитратвосстанавливающей способности листового аппарата озимой пшеницы в репродуктивный период и может способствовать усилению реутилизации азотистых веществ в зерновке пшеницы.

**Заключение.** Характер изменения динамики содержания азота в почве и после проведенной подкормки азотными удобрениями, показывает, что в период вегетации растений количество азота вполне достаточно для их произрастания. По мере смены фенологических фаз растений увеличивается содержание азота и белка в листьях озимой пшеницы, и повышается активность фермента нитратредуктазы, катализирующего реакцию восстановления нитрата в нитрит. Величина активности фермента нитратредуктазы в листьях может служить критерием для оценки обеспеченности растений нитратной формой азота. В дальнейшем активность данного фермента можно использовать как показатель оптимизации азотного питания растений, направленного на метаболические процессы. Применение различных азотных минеральных удобрений, и в большей степени аммиачной селитры, повышали обеспеченность растений азотом, который в дальнейшем используется ими при реутилизации азота из листьев в формирующееся семя, что способствует улучшению показателей качества зерна.

#### Библиографический список

1. Салтыкова, О. Л. Формирование продуктивности яровой пшеницы в зависимости от наступления фенологических фаз развития растений и удобрений // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : сб. науч. тр. III Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. – с. Лесниково : Курганская ГСХА, 2019. – С. 224-229.
2. Галеева, Е. И. Нитратредуктаза листьев *Triticum aestivum*: регуляция активности и возможная роль в образовании оксида азота / Е. И. Галеева, Т. В. Трифонова, А. А. Пономарева [и др.] // Биохимия. – 2012. – Т. 77, № 4. – С. 512-520.
3. Бакаева, Н. П. Биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы на фоне применения минеральных и органических удобрений / Н. П. Бакаева, Н. Ю. Коржавина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. – 2019. – №1(54). – С. 13-19.
4. Галочкина, А. А. Активность нитратредуктазы, содержание азота и белка в листьях яровой пшеницы / А. А. Галочкина, Н. П. Бакаева // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сб. статей 72 Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 16-19.
5. Бакаева, Н. П. Влияние ранневесенней подкормки озимой пшеницы различными видами азотных удобрений на использование азота минеральных удобрений, урожайность и углеводно-амилазный комплекс зерна / Н. П. Бакаева, Н. Ю. Коржавина // Агрехимия. – 2019. – № 9. – С. 47-52. – DOI 10.1134/S0002188119090035.
6. Карлов, Г. И. Адаптация метода определения активности нитратредуктазы для массовых анализов растений / Г. И. Карлов, Д. Ю. Литвинов, П. Н. Харченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49, № 6. – С. 23-33.

7. Бакаева, Н. П. Коэффициенты использования азота из минеральных удобрений и почвы при возделывании озимой пшеницы // Роль аграрной науки в решении проблем современного земледелия : сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. – Казань : Изд-во «Бриг», 2017. – С. 21-28.

8. Ниловская, Н. Т. Зависимость ассимиляции нитратов растений пшеницы от уровня азотного питания и условий среды / Н. Т. Ниловская, Т. Л. Курносова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – №1-2. – С. 10-12.

9. Семенюк, О. В. Влияние жидких органоминеральных удобрений на активность нитратредуктазы у озимой пшеницы в репродуктивный период // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55, № 4. – С. 48-53.

10. Подшивалова, А. К. Изучение активности кислорода и азота в минеральных азотсодержащих удобрениях // Вестник Иркутской ГСХА. – 2019. – № 91. – С. 32-40.

#### References

1. Saltykova, O. L. (2019). Formirovaniie produktivnosti iarovoi pshenici v zavisimosti ot nastupleniia fenologicheskikh faz razvitiia rastenii i udobrenii [Formation of spring wheat productivity depending on the onset of phenological phases of crop production and fertilizers]. Innovative technologies in field and decorative crop production '19: sbornik nauchnikh trudov III Vserossiiskoi (nacionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferencii – collection of proceedings of the III All-Russian (national) scientific-practical conference. (pp. 224-229). Lesnikovo: Kurgan State Agricultural Academy [in Russian].

2. Galeeva, E. I., Trifonova, T. V., Ponomareva, A. A., Viktorova, L. V., & Minibayeva, F. V. (2012). Nitrat reduktaza listiev Triticumaestivum: regulaciia aktivnosti i vozmozhnaia rol v obrazovanii oksida azota [Nitrate reductase of leaves of Triticumaestivum: regulation of activity and possible role in the formation of nitrogen oxide]. *Biohimiia – Biochemistry*, 77, 4, 512-520 [in Russian].

3. Bakayeva, N. P., & Korzhavina, N. Yu. (2019). Biohimicheskie pokazateli kachestva zerna ozimoi pshenici na fone primeneniia mineralinikh i organicheskikh udobrenii [Biochemical indicators of quality of winter wheat grains against the background of mineral and organic fertilizers application]. *Vestnik Buriatskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii im. V. R. Filippova – Bulletin Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov*, 1(54), 13-19 [in Russian].

4. Galochkina, A. A., & Bakaeva, N. P. (2019). Aktivnost nitrata reduktazy, sodержaniie azota i belka v listiakh iarovoi pshenici [Activity of nitrate reductase, nitrogen and protein content in spring wheat leaves]. Modern problems of the agro-industrial complex '19: sbornik statei 72 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – collected papers 72 of the International scientific-practical conference. (pp. 16-19). Kinel: PC Samara SAU [in Russian].

5. Bakayeva, N. P., & Korzhavina, N. Yu. (2019). Vliianiie ranne vesennei podkormki ozimoi pshenici razlichnimi vidami azotnikh udobrenii na ispolizovanie azota-mineralinikh udobrenii, urozhajnosti uglevodno-amilaznii kompleks zerna [Influence of early winter wheat fertilizing of various types of nitrogen fertilizers on the use of nitrogen fertilizers, productivity and carbohydrate-amylase complex of grains]. *Agrohimiya – Agrochemistry*, 9, 47-52 [in Russian].

6. Karlov, G. I., Litvinov, D. Yu., & Kharchenko, P. N. (2019). Adaptaciia metoda opredeleniia aktivnosti nitrata-reduktazy dlia massovikh analizov rastenii [Method of adaptation to the determination of nitrate reductase activity for mass analysis of solutions]. *Sibirskii vestnik sel'skokoziastvennoi nauki – Siberian Herald of Agricultural Science*, 49, 6, 23-33 [in Russian].

7. Bakaeva, N. P. (2017). Koefficienty ispolizovaniia azota iz mineralinikh udobrenii i pochvi pri vozdelivanii ozimoi pshenici [Coefficients of nitrogen use from mineral fertilizers and soil when growing winter wheat]. Role of agricultural science in solving the problem of modern agriculture '17: sbornik nauchnikh trudov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii – collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference (pp. 21-28). Kazan': Brig Publishing House [in Russian].

8. Nilovskaya N. T., & Kurnosova T. L. (2015). Zavisimost assimiliacii nitrata rastenii pshenici ot urovnia azotnogo pitaniia i uslovii sredy [Dependence of nitrate assimilation on nitrogen level and nutrition conditions]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokoziastvennikh nauk – Reports of the Russian Academy of agricultural Sciences*, 1-2, 10-12 [in Russian].

9. Semenyuk, O. V. (2018). Vliianie zhidkikh organo-mineralinikh-udobrenii na aktivnost nitrata-reduktazy u ozimoi pshenicy v reprodutivnii period [Influence of liquid organomineral fertilizers on the activity of NIT-reticulase in winter wheat during the reproductive period]. *Izvestiia Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 55, 4, 48-53 [in Russian].

10. Podshivalova, A. K. (2019). Izuchenie aktivnosti kisloroda i azota v mineralinikh azot-soderzhashchikh udobreniiakh [Studying the activity of oxygen and nitrogen in mineral nitrogen-containing fertilizers]. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokoziastvennoi akademii – Vestnik Ir.GSHA*, 91, 32-40 [in Russian].

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

**Наумцева Ксения Викторовна**, аспирант кафедры агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

390044. г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: ksyu.dyachuk.93@mail.ru

**Виноградов Дмитрий Валерьевич**, д-р. биол. наук, проф., зав. кафедрой агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

390044. г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

**Ключевые слова:** горчица, обработка, удобрения, подкормка, урожайность.

*Цель исследований – повышение урожайности сортов горчицы белой путем применения многокомпонентных жидких удобрений в условиях Рязанской области. Исследования проводились в 2018-2019 гг. на полях опытной агротехнологической станции Рязанского государственного агротехнологического университета (УНИЦ «Агротехнопарк»). Почва опытного участка серая лесная. В 2019 году площадь под масличными культурами в Рязанской области составляла свыше 151 тыс. га, посевная площадь горчицы – 9,5 тыс. га. Опыты 1 и 2 закладывались в 4-кратной повторности. Комплексное жидкое удобрение как в опыте 1, так и в опыте 2 обеспечило интенсивный рост растений, увеличило показатели фотосинтеза. Наибольшее число маслосемян в опыте 1 было получено на сорте Люция – вариант Азотовит 1 л/га + Фосфатовит 1 л/га + РауАктив 1 л/га – 20,5 ц/га, что выше, чем в контроле на 3,1 ц/га. Сорт Чайка – 17,4 ц/га, сорт Рапсодия – 18,5 ц/га (в среднем за годы исследований). Опыт 2 характеризовался максимальным увеличением урожайных показателей сорта Люция – 13,1 ц/га (в среднем за 2018-2019 гг.) – на варианте Актив Бор 1л/га + Актив Цинк 1л/га. Исследования 2018-2019 гг. показали, что в практической деятельности агропромышленного комплекса региона в агроценозах горчицы белой можно использовать многокомпонентные жидкие удобрения Азотовит, Фосфатовит, РауАктив – фаза обработки 2-4 настоящих листа + фаза бутонизации (норма расхода 1,0 л/га) – и комплексные препараты Актив Цинк и Актив Бор – фаза обработки завязь листовой розетки + фаза бутонизации (норма расхода 1,0 л/га).*

## FOLIAR FEEDING EFFECTIVENESS DURING WHITE MUSTARD CULTIVATION

**K. V. Naumtseva**, Graduate Student of the Department of Agronomy and Agricultural Technologies, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.

E-mail: ksyu.dyachuk.93@mail.ru

**D. V. Vinogradov**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Agronomy and Agricultural Technologies, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.

E-mail: vdv-rzn@mail.ru

**Keywords:** mustard, processing, fertilizers, top dressing, productivity.

The purpose of the research is increasing the yield of white mustard varieties by using complex liquid fertilizers in Ryazan region. The research was conducted in 2018-2019 on the fields of the experimental agro-technological station of Ryazan state agro-technological University («Agrotechno-Park»). The soil of the experimental site is gray forest. In 2019, the area under oil producing crops in Ryazan region was more than 151 thousand hectares, the mustard sown area amounted to 9.5 thousand hectares. Two experiments were performed in 4-fold replication. Complex liquid fertilizer in both experiment 1 and experiment 2 provided intensive plant growth and increased photosynthesis rates. The largest number of oilseeds in experiment 1 was obtained on the Lucium breed, variant Azotovit 1 l/ha + Phosphatovit 1 l/ha + Rauactive 1 l/ha – 20.5 C/ha, which is higher than in the control by 3.1 C / ha. Chaika –

breed was 17.4 C/ha and Rapsodia one – 18.5 C/ha (on average over the years of research). Experiment 2 was characterized by the maximum increase in yield of the Lucium breed – 13.1 C/ha (on average per 2018-2019) – on the Active Boron one 1 l/ha + Active Zinc 1 l/ha. Studies of 2018-2019, showed that in practice of agriculture in the region in agrocenoses of white mustard can be used complex liquid fertilizer Azotovit, Fosfatami, Reactiv – processing phase from 2 to 4 true leaves + phase budding (consumption rate 1.0 l/ha) and complex preparations, Zinc Asset and Asset Bor – processing phase of button rosette + the budding phase (consumption rate 1.0 l/ha).

Большая потребность в высококачественных маслосеменах предопределяет дальнейшее развитие страны, что обуславливает необходимость разработки научно-обоснованных экологически безопасных технологий. Нечерноземная зона России, в которую входит и Рязанская область, благоприятна для выращивания масличных растений [1].

Рынок масличной продукции является важнейшей составляющей и неотъемлемой частью агропродовольственного рынка [2]. Из семян масличных культур вырабатывают растительное масло, которое экологически безопаснее минерального масла. При использовании в качестве биодизельного топлива оно позволяет частично заменить запасы природной нефти, снизить нагрузку углекислого газа на окружающую среду [3].

В настоящее время перспективными масличными культурами считаются горчица сизая (*Brassica juncea Czern*) и белая (*Brassica sinapis alba L*) [4]. Оба вида горчицы похожи между собой, однолетние растения семейства Капустные. Эффективным и популярным сидеральным растением является крестоцветная культура – горчица белая. Использование горчицы позволяет эффективно эксплуатировать сельскохозяйственные угодья [5]. Благодаря быстрому росту и объемной зеленой массе она помогает обогащать почву органикой, азотом и другими минералами, а содержащиеся в ней эфирные масла снижают распространение патогенных грибов и насекомых-вредителей. Особую ценность горчица-предшественник имеет для лука, картофельных, томатных и бобовых плантаций. Данное растение является ценной масличной культурой, которая в перспективе способна завоевать ведущее положение среди группы масличных в регионе. В новых сортах горчицы, к примеру, Ария, Белоснежка, Аврора содержится 35-50% масла, которое используется при производстве консервов, маргарина, в хлебопекарном и кондитерском деле. Вегетационный период горчицы короткий, что дает возможность использовать ее как промежуточную, пожнивную культуру, в Нечерноземной зоне России. Культура горчица белая довольно холодостойкая и влаголюбивая. Всходы растений горчицы выдерживают заморозки до -6°C. Она неприхотлива к плодородию почв, может произрастать на бедных почвах со средней кислотностью.

Посевные площади горчицы в России, по данным Росстата, в 2019 году в хозяйствах всех категорий составляли 382,3 тыс. га, что на 14,4% (на 48,2 тыс. га) больше, чем в 2018 году. За 5 лет посевные площади увеличились на 98,4% (на 189,6 тыс. га), за 10 лет – на 279,1% (на 281,5 тыс. га). В 2001 году площади горчицы составляли 59,0 тыс. га [6].

Общая посевная площадь всех сельскохозяйственных культур в Рязанской области в 2019 году составляла – 918,8 тыс. га (на 35,6 тыс. га больше, чем в 2018 г.). Под масличными культурами, в 2019 году, в Рязанской области было занято свыше 151 тыс. га. Такая площадь масличных в регионе была впервые. Аграрии региона посеяли 56,3 тыс. га подсолнечника (16,4 % от общей площади), 9,5 тыс. га горчицы (1,0% от общей площади), 49,7 тыс. га озимого и ярового рапса, 30,4 тыс. га сои, 2,9 тыс. га масличного льна и 1,5 озимого рыжика [7].

При производстве сельскохозяйственной продукции главным показателем является урожайность. Для её повышения применяют листовые подкормки с помощью комплексных удобрений. К преимуществам данного типа внесения удобрений можно отнести:

- устранение дефицита недостающих веществ при первых признаках минерального голодания. Внекорневая подкормка (обработка) не является основной, а только добавляет и корректирует количество основных минералов, которые находятся в почве;

- быстрота насыщения листовыми удобрениями, когда микроэлементы в почве находятся в недоступной форме для питания растений и не усваиваются должным образом. Листовая обработка (подкормка) способна повышать урожайность при правильном внесении питательных веществ.

В настоящее время возрастает интерес экспертов и производителей к применению некорневой подкормки растений. В основу должны быть положены экономичность, эффективность и качество, в частности внедрение инновационных технологий. Это и определило актуальность и направление исследований.

**Цель исследований** – повышение урожайности сортов горчицы белой путем применения многокомпонентных жидких удобрений в условиях Рязанской области.

**Задачи исследований** – изучить действие многокомпонентных жидких удобрений на рост, развитие, урожайность сортов горчицы белой.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в 2018-2019 гг. на полях опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева (УНИЦ «Агротехнопарк»). Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 2,5-3,1, фосфора – в среднем по опытам – 12,1-12,5 мг/100 г почвы, калия – 8,3-9,1 мг/100 г почвы. В среднем по слою почвы 0-40 см кислотность составляла pH 5,2-5,3.

Объект исследований – сорта горчицы белой: Рапсодия (ГНУ ВНИИ рапса, г. Липецк), Люция (оригинатор Пензенский НИИ сельского хозяйства), Чайка (семеноводство сорта ведётся научным институтом селекции, г. Николаев, Украина).

Учеты и наблюдения в период вегетации горчицы проведены на основе «Методики сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985). Выполняли математическую обработку результатов с помощью программ на ЭВМ, а также по Б. А. Доспехову (1985). В опытах 1 и 2 общая площадь одной делянки составила 30 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная.

Опыт 1. Продуктивность горчицы белой в зависимости от применения микробиологических удобрений. В качестве объекта исследования были взяты сорта горчицы белой: Рапсодия, Люция, Чайка. В исследованиях применялись жидкие удобрения: Интермаг профи, Азотовит, Фосфатовит, РауАктив по предусмотренной схеме. Схема опыта:

- 1) Контроль – без обработки.
- 2) Листовая подкормка. Интермаг Профи 1 л/га – фаза 2-4 настоящих листа + фаза бутонизации + инсектицид.
- 3) Листовая подкормка. Азотовит 1 л/га + Фосфатовит 1 л/га – фаза 2-4 настоящих листа.
- 4) Листовая подкормка. Интермаг Профи 1 л/га + Азотовит 1 л/га + Фосфатовит 1 л/га – фаза 2-4 настоящих листа.
- 5) Листовая подкормка. Азотовит 1 л/га + Фосфатовит 1 л/га – фаза 2-4 настоящих листа + РауАктив 1 л/га – фаза бутонизация – цветение (30% от максимальной листовой поверхности до цветения). Расход рабочей жидкости 200 л/га.

Характеристика применяемых препаратов:

Азотовит – жидкое микробиологическое удобрение. Свободноживущие азотфиксирующие бактерии. Активизируют прорастание семян, способствуют интенсивному росту и развитию растений. Снижает токсическое действие после обработки растения химическими препаратами. Безопасное, экологичное питание растений.

Фосфатовит – жидкое микробиологическое удобрение, обладает фосфатомобилизирующими свойствами почвенных бактерий. Переводит недоступный фосфор и калий в легкодоступные для растений формы, растения эффективнее используют питательные вещества. Увеличивает энергию прорастания и роста растений. Формирует дополнительный урожай. Состав препарата имеет возможность повлиять на прекращение процессов зафосфачивания почв. Безопасное, экологичное питание растений.

Интермаг Профи – концентрированное комплексное жидкое микроудобрение, предназначенное для всех масличных культур. Разработано с учетом питательных требований масличных. Содержит грамотно сбалансированный набор микроэлементов, полностью отвечающих питательным требованиям масличных культур. Микроэлементы, входящие в состав препарата, находятся в легко усваиваемой растением хелатной форме. Это гарантирует качественное, полное усваивание поверхностью растений.

РауАктив – жидкое многокомпонентное удобрение. В состав препарата входит сбалансированный набор макро- и микроэлементов, витамины и аминокислоты. Проявляет эффективное влияние на рост и развитие растений.

Опыт 2. Эффективность применения микроудобрений в посевах горчицы белой. В качестве объекта исследования были взяты сорта горчицы белой: Рапсодия и Люция. В исследованиях применялись жидкие удобрения: Актив Бор, Актив Цинк по предусмотренной схеме. Схема опыта:

- 1) Контроль – без обработки.
- 2) Листовая подкормка. Актив Бор 1 л/га – фаза завязь листовой розетки + фаза бутонизации.
- 3) Листовая подкормка. Актив Цинк 1 л/га – фаза завязь листовой розетки + фаза бутонизации.
- 4) Листовая подкормка. Актив Бор 1 л/га + Актив Цинк 1 л/га – фаза завязь листовой розетки + фаза бутонизации.

Характеристика применяемых препаратов:

Актив-Бор – жидкое комплексное удобрение с повышенным содержанием бора. Препарат для внекорневой подкормки (обработки) сельскохозяйственных культур в период роста и формирования плодов. Способствует формированию высоких урожаев, отзывчивых на внесение бора для культур. Внесение удобрения Актив-Бор обеспечивает поступление продуктов фотосинтеза во все части растения, включая его плоды и зерно, что значительно повышает объемы и качество урожая. Массовая доля питательных веществ, не менее: азот (N) 50 г/л, бор (B) 133 г/л.

Актив-Цинк – жидкое комплексное удобрение с повышенным содержанием цинка. Препарат для внекорневой подкормки сельскохозяйственных культур. Достаточное поступление жизненно важного микроэлемента помогает нормализовать процессы обмена веществ и улучшить биосинтез витаминов и гормона роста растений. Благодаря применению Актив-Цинк значительно повышается иммунитет и стрессоустойчивость сорта. Значительно улучшает способность влагоудержания и усвоения фосфора. Массовая доля питательных веществ: азот (N) 65 г/л, фосфор (P) 25 г/л, сера (S) 70 г/л, цинк (Zn) 142 г/л. Доза внесения препаратов 1 л/га. Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Агротехнические мероприятия по возделыванию горчицы выстраивались в соответствии с существующими зональными рекомендациями. В подготовку почвы входило: лущение стерни, зяблевая вспашка (на глубину пахотного слоя 20-22 см), ранневесеннее боронование с последующей культивацией (10-12 см). Предпосевная культивация (глубина 2-4 см) с внесением удобрений, фон N<sub>125</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Посев осуществлялся в первую декаду мая. Норма высева семян – 2,5 млн шт. всхожих семян/га. Глубина заделки семян – 2 см. Способ посева – рядовой, сеялкой ССНТ-16. В опыте 1 в фазу 2-4 настоящих листа и фазу бутонизации производились листовые подкормки комплексными препаратами Азотовит, Фосфатовит, РауАктив, Интермаг Профи. В опыте 2 в фазу завязи листовой розетки и фазу бутонизации производились листовые подкормки комплексными препаратами типа Актив-Бор, Актив-Цинк.

В опытах от фазы всходов до фазы бутонизации проводили обработку инсектицидами против вредителей культуры. Осуществляли обработку инсектицидом Фастак 0,15 л/га (расход рабочей жидкости 250 л/га) для уничтожения крестоцветной блошки и рапсового цветоеда. Уборка механизировано – Тарион-2010. Высота среза находилась на уровне 6-8 см.

**Результаты исследований.** Всхожесть и энергия прорастания являются важными показателями в определении качества семенного материала.

В опыте 1 период появления всходов у горчицы белой составлял 6-10 дней. При благоприятных условиях всходы появлялись раньше. Показатели посевных качеств сортов горчицы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Посевные качества сортов горчицы белой, среднее, %, 2018-2019 гг.

Сорт	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть	
			шт./м <sup>2</sup>	%
Люция	91,0	95,5	235,9	94,3
Рапсодия	89,0	94,0	233,3	93,3
Чайка	88,5	95,5	233,4	94,0

Сорта горчицы белой имели высокую энергию прорастания и всхожесть (табл. 1). В среднем, наибольшая полевая всхожесть была получена на варианте с сортом Люция – 235,9 шт./м<sup>2</sup>. Это сформировало повышение посевных качеств сортов, а подходящие погодные условия и соблюдение агротехнических приемов способствовали получению высокого урожая.

Метеорологические условия, в среднем за годы исследований, оказывали прямое влияние на наступление фенофаз. Ранние всходы наблюдали у сорта Люция. Вегетационный период сорта, в среднем, составлял 90 дней. Длительность периода от посева семян до всходов – 6-8 дней. Наступление фазы цветения приходилось на 20-25 день после посева и длилась она 25-30 дней. Период формирования плодов и созревание семян в плодах наблюдался в конце июля – первой половине августа. Следовательно, фаза полного созревания горчицы белой наступает во II-й декаде августа при посеве в первую декаду мая.

Вегетационный период сортов горчицы белой Рапсодия и Чайка, составлял 64-76 дней и 83 дня, соответственно.

Полевые исследования применения жидких удобрений в 2018-2019 годах выявили их высокую эффективность в посевах горчицы белой. Некорневая обработка положительно влияла на сохранность растений горчицы белой. Лучшие значения сохранности отмечены у сорта Люция в 2019 году (вариант Азотовит + Фосфатовит + РауАктив) – 230,7 шт./м<sup>2</sup>, что выше значения в контрольном варианте на 7 шт./м<sup>2</sup>.

Наблюдения за растениями горчицы белой показали, что биоудобрения влияли на высоту растений. Более интенсивный рост отмечался у растений сорта Люция – 89,0 см (вариант Азотовит + Фосфатовит + РауАктив), что выше показателя контрольного варианта на 3 см (в среднем за годы исследований).

Некорневая обработка повышала фотосинтетический потенциал и характеристики структуры урожая. Максимальное формирование листового органа отмечено у растений сорта Люция – 9,9 тыс.м<sup>2</sup>/га, что на 0,4 тыс.м<sup>2</sup>/га больше, чем у растений сорта Рапсодия, и на 0,8 тыс.м<sup>2</sup>/га, чем у растений сорта Чайка (в среднем за годы исследований). Поверхность листьев, в расчете на единицу площади, имела несущественную разницу между сортами.

Полученные данные по структурному анализу. Масса 1000 семян колебалась по сортам несущественно – 5,0-5,1 г (соответствует средним значениям показателя для этих сортов). Использование микроудобрений способствовало лучшему развитию плодов растений. Максимальное число плодов наблюдали у сорта Люция в 2019 году – 38,0 шт./растение ( в варианте Интермаг Профи + Азотовит + Фосфатовит и в варианте Азотовит + Фосфатовит + РауАктив), что выше, чем в контроле на 5 шт./растение. Наибольшее количество зерен в плоде было получено в 2019 году сортом Люция в варианте Азотовит + Фосфатовит + РауАктив – 6 шт. в одном стручке, что выше, чем в контрольном варианте в 1,5 раза.

Урожайности сортов горчицы белой представлены на рисунке 1.

Применение биоудобрений существенно воздействовало на продуктивность растений горчицы белой (рис. 1). Наибольшее число маслосемян было получено сортом Люция, вариант Азотовит + Фосфатовит + РауАктив, – 20,5 ц/га, что выше, чем в контроле на 3,1 ц/га, сортом Чайка – 17,4 ц/га, сортом Рапсодия – 18,5 ц/га (в среднем за годы исследований).

В 2018-2019 гг. наблюдались благоприятные погодные условия. Это способствовало существенному росту и развитию растений, а листовая подкормка микроудобрениями – достоверному повышению урожайности, в сравнение с контрольным вариантом.

В опыте 2, с изучением препаратов Актив-Цинк и Актив-Бор, период появления всходов у горчицы белой составлял, в среднем, 8-10 дней. Полевая всхожесть зависела от температуры почвы на глубине посева семян, температуры воздуха, влажности почвы, наличия почвенных вредителей, а также почвенной корки. Для получения высококачественных семян горчицы белой необходим тщательный своевременный уход за посевами.

Во всех вариантах опыта показатели растений горчицы белой исследуемых сортов превышали контрольные. Высота стеблестоя сортов горчицы белой составляла 73,8-80,2 см (рис. 2).

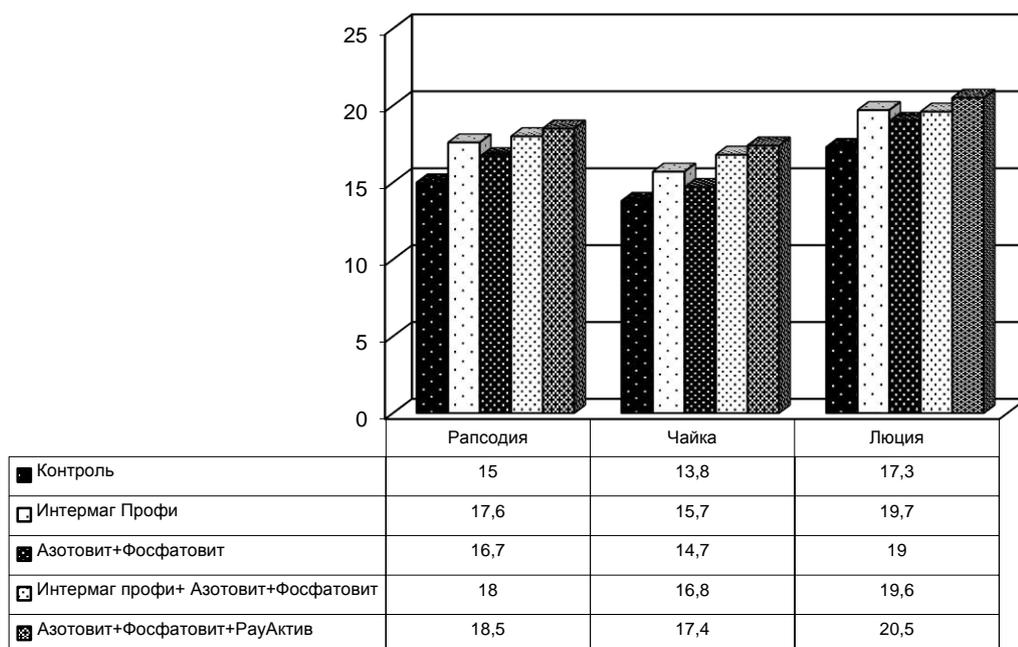


Рис. 1. Влияние микроудобрений на урожайность горчицы белой, ц/га, среднее за 2018-2019 гг.

Максимальная высота растений отмечалась в 2019 году у горчицы сорта Люция – 80,2 см, что больше на 8 см, чем у растений сорта Рапсодия. Под влиянием неустойчивых климатических условий 2019 года наблюдалось угнетение ростовых процессов сорта Рапсодия.

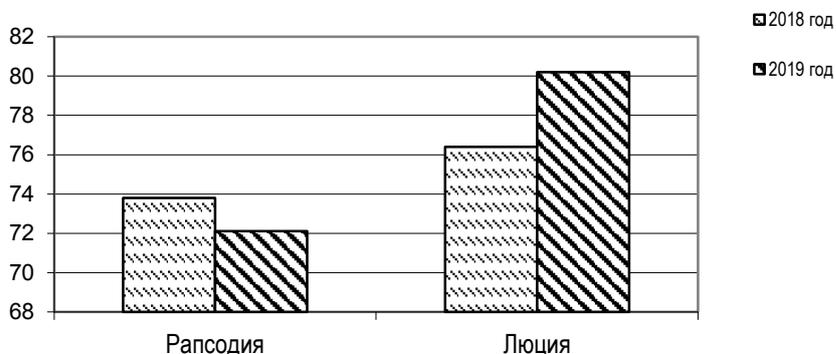


Рис. 2. Высота растений сортов горчицы белой, см, вариант Актив-Бор + Актив-Цинк

Показатель массы 1000 семян находился в пределах 4,9-5,3 г (соответствует средним значениям этих сортов). Некорневая обработка жидкими удобрениями в фазу вегетации завязь листовой розетки спровоцировала интенсивный вегетативный рост и развитие растений горчицы белой. Листовая подкормка в фазу бутонизации способствовала лучшему сохранению растений (сорт Люция – 219,2 шт./м<sup>2</sup>), увеличению количества семян в стручках на 2,8 г и массы 1000 семян на 1,8 г (средние показатели за 2018-2019 г).

Данные анализа урожайности приведены в таблице 2. Применение комплексных жидких удобрений увеличивало урожайность семян горчицы белой на всех сортах, по сравнению с контролем. Максимальное количество семян было получено сортом Люция (средняя урожайность 13,1 ц/га) на варианте Актив-Бор + Актив-Цинк. Применение препарата Актив-Цинк обеспечило увеличение урожайности горчицы сорта Люция на 1,4 ц/га, по сравнению с контрольным вариантом.

Урожайность горчицы белой в зависимости от варианта обработки агрохимикатом

Сорт (фактор А)	Вариант обработки (фактор В)	Урожайность, ц/га		
		2018 г.	2019 г.	среднее
Рапсодия	Контроль (без обработок)	11,0	10,9	10,9
	Актив-Бор	11,9	12,0	11,9
	Актив-Цинк	12,1	12,3	12,2
	Актив-Бор + Актив-Цинк	12,9	12,2	12,5
Люция	Контроль (без обработок)	11,0	11,4	11,2
	Актив-Бор	12,3	12,1	12,2
	Актив-Цинк	12,5	12,8	12,6
	Актив-Бор + Актив-Цинк	13,0	13,2	13,1
НСР <sub>05</sub> взаимодействия АВ		0,24	0,22	
по фактору А (сорт)		0,12	0,11	
по фактору В (агрохимикат)		0,17	0,15	

**Заключение.** В среднем за два года исследований применение жидких удобрений позволило получить существенную прибавку маслосемян горчицы белой. В опыте 1 максимальную урожайность (20,5 ц/га) показал вариант с сортом Люция – Азотовит 1 л/га + Фосфатовит 1 л/га + РауАктив 1 л/га. В опыте 2, с изучением препаратов Актив-Бор и Актив-Цинк, максимальная урожайность (13,1 ц/га) получена на варианте с сортом Люция – Актив-Бор 1 л/га + Актив-Цинк 1 л/га. Для получения устойчивых урожаев необходимо использовать многокомпонентные жидкие удобрения. На основании исследований 2018-2019 гг. в практической деятельности агропромышленного комплекса региона в агроценозах горчицы белой можно использовать многокомпонентные жидкие удобрения Азотовит, Фосфатовит, РауАктив – фаза обработки 2-4 настоящих листа + фаза бутонизации, с нормой расхода 1,0 л/га и комплексные препараты Актив-Цинк и Актив-Бор – фаза обработки завязь листовой розетки + фаза бутонизации, с нормой расхода 1,0 л/га.

#### Библиографический список

1. Виноградов, Д. В. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в Нечерноземной зоне России / Д. В. Виноградов, К. В. Наумцева, Е. И. Лупова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2019. – №4. – С.132-136.
2. Виноградов, Д. В. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области / Д. В. Виноградов, П. Н. Ванюшин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2012. – №1. – С. 62-65.
3. Виноградов, Д. В. Возможность использования масличных культур в качестве сырья для производства экологически чистого топлива / Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, Е. И. Лупова // Молодёжь в поисках дружбы : материалы Республиканской научно-практической конференции. – Бохтариён : Институт энергетики Таджикистана, 2017. – С. 28-33.
4. Наумцева, К. В. Использование биоудобрений в посевах горчицы / К. В. Наумцева, Д. В. Виноградов // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Часть III. – С. 506-509.
5. Наумцева, К. В. Производство горчицы в Рязанской области / К. В. Наумцева, Е. И. Лупова // Ресурсо-энергосберегающий сорт как эффективный фактор ведения устойчивого земледелия Рязанской области. – Подвязые : Рязанский НИИ сельского хозяйства, 2018. – С. 124-128.
6. Посевные площади горчицы в России в 2019 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-gorchicy-v-rossiitogi-2019-goda> (дата обращения: 22.03.2020).
7. Рязань: успехи сельских тружеников региона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grainprice.ru/news/tag/1/160-ryazanskaya-oblast> (дата обращения: 22.03.2020).

#### References

1. Vinogradov, D. V., Naumtseva K. V., Lupova E. I., Sokolov A. A., & Antoshina O. A. (2019). Urozhainost gorchici belo pri ispolizovanii sovremennikh zhidkih udobrenii v Nechernozemnoi zone Rossii [Productivity of white mustard when using modern liquid fertilizers in the non-Chernozem zone of Russia]. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agro-tekhnologicheskogo universiteta. P. A. Kostycheva – Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva*, 4, 132-136 [in Russian].

2. Vinogradov, D. V., & Vanyushin, P. N. (2012). Perspektivi i osnovnie napravleniia razvitiia proizvodstva maslichnikh kultur v Riazanskoj oblasti [Prospects and main directions of development of oilseed production in the Ryazan region]. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agro-tekhnologicheskogo universiteta. P. A. Kostycheva – Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostycheva*, 1, 62-65 [in Russian].

3. Vinogradov, D. V., Byshov, N. V., & Lupova, E. I. (2017). Vozmozhnost ispolizovaniia maslichnikh kultur v kachestve sirii dlia proizvodstva ekologicheskii-chistogo topliva [Possibility of using oilseeds as raw materials for the production of environmentally friendly fuel]. Youth in search of friendship '17: *materiali Respublikanskoj nauchno-prakticheskoi konferencii – materials of the Republican scientific and practical conference*. (pp. 28-33). Bokhtarien: Institute of energy of Tajikistan [in Russian].

4. Naumtseva, K. V., & Vinogradov, D. V. (2019). Ispolizovanie bio-udobrenii v posevah gorchici [Use of biofertilizers in mustard crops]. Priority directions of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia '19: *materiali Nacionalnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – materials of the National scientific and practical conference*. (pp. 506-509). Ryazan: PC Ryazan state agrotechnological University [in Russian].

5. Naumtseva, K. V., & Lupova, E. I. (2018). Proizvodstvo gorchici v Ryzanskoj oblasti [Mustard Production in the Ryazan region]. *Resource-energy-saving variety as an effective factor of sustainable agriculture in the Ryazan region*. (pp. 124-128). Podvyaze: Ryazan research Institute of agriculture [in Russian].

6. Posevniie ploschadi gorchici v Rossii v 2019 godu [Sown areas of mustard in Russia in 2019]. *ab-centre.ru*. Retrieved from: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-gorchicy-v-rossiitogi-2019-goda> [in Russian].

7. Ryazan: uspekhi seliskih truzhenikov regiona [Ryazan: success of rural workers of the region]. *Grain price.ru*. Retrieved from: <https://www.grainprice.ru/news/tag/1/160-ryazanskaya-oblast> [in Russian].

DOI 10.12737/37335

УДК 631.89:631.95:635.21

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ С ЦЕЛЮ ИНАКТИВАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САМАРСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

**Чернякова Галина Игнатьевна**, соискатель кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: volgozem5@mail.ru

**Троц Наталья Михайловна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Костин Яков Владимирович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Лесное дело, агрохимия и экология», ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева.

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: yakov.kostin.52@mail.ru

**Ключевые слова:** почва, удобрения, навоз, картофель, металлы, коэффициент, урожайность.

*Цель исследований – повышение продуктивности картофеля за счет применения органоминеральной системы удобрений. Исследования проводились на полях севооборота под плантациями картофеля сортов Арника и Ароза. Расстояние между гребнями 75 см, высота гребня 18-20 см, расстояние между посадочными местами в ряду – 24 см. В применяемом севообороте предшественником для картофеля служил чистый (черный) пар. Объект изучения – почва верхнего пахотного горизонта (0-30 см). Представлены результаты применения системы удобрений почвы под растения сортового картофеля, состоящей из фоновой дозы минеральных удобрений  $N_{120}P_{150}K_{300}$  и добавления навоза в дозах 20 т/га и 60 т/га на четырех опытных участках площадью 210 га. Определение содержания тяжелых металлов проводили в сертифицированной лаборатории ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская» методом атомно-абсорбционной спектроскопии. По результатам содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве рассчитали коэффициент концентрации, который показал, что фактическое среднее значение превышает фоновый уровень. Коэффициент концентрации свинца – 1,6 – указывает на накопление элемента на исследуемом участке. Органоминеральная система удобрений*

*N<sub>120</sub>P<sub>150</sub>K<sub>300</sub>+навоз 60 т/га позволяет восстановить баланс гумуса в исследованном черноземе обыкновенном, получить прибавку урожая 4,1-8,9 т/га, оказывает влияние на снижение содержания в почве валового содержания тяжелых металлов: Cd – в 1,2-1,4 раза; Cu – в 1,1-1,2 раза, Pb, Zn, Mn и Fe – в 1,1 раза по сравнению с контрольным участком. В варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га уменьшается подвижность свинца до 3,9%, меди, цинка, железа – менее, чем на 1 %, возрастает подвижность кадмия на 3,4-5,7 %.*

## EFFICIENCY OF APPLICATION OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS IN ORDER OF HEAVY METALS INACTIVATION WHEN GROWING POTATOES IN SAMARA VOLGA STEPPE ZONE

**G. I. Chernyakova**, Graduate Student of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**N. M. Trots**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Y. V. Kostin**, Doctor of Agricultural Sciences and Professor of the department «Forestry, Agricultural Chemistry and Ecology», FSBEI HE Ryazan State Agro-technological University named after P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostychev street, 1.

E-mail: yakov.kostin.52@mail.ru

**Keywords:** soil, fertilizers, manure, potatoes, metals, coefficient, yield.

The aim of the research is increasing the productivity of potatoes via the use of organic fertilizers. Research was carried out on crop rotation fields with potato plantations of Arnica and Arosa breeds. The distance between the ridges is 75 cm, the ridge height is 18-20 cm, and the distance between seats in a row is 24 cm. In the applied crop rotation, potato was planted on fallow steam. The object of study is the soil of the upper farm field (0-30 cm). The results of applying programmed soil fertilizers for potato plants consisting of background mineral fertilizers N<sub>120</sub>P<sub>150</sub>K<sub>300</sub> and manure in doses of 20 t/ha and 60 t/ha for four experimental plots with an area of 210 ha are presented. Determination of heavy metal content was performed within the certified laboratory of the Federal state University «Station of agro-chemical service «Samara» by atomic absorption spectroscopy. Based on the results of heavy metals mobile forms in the soil, a concentration coefficient was calculated, which showed that the actual average value exceeds the background level. The lead concentration coefficient amounting to 1.6 – indicates the accumulation of the element on the research area. Organo-mineral fertilizer N<sub>120</sub>P<sub>150</sub>K<sub>300</sub>+manure 60 t / ha allows you to restore the balance of mould on the research ordinary Chernozem, get an increase in yield of 4.1-8.9 t / ha, has an effect on reducing the content of gross heavy metals in the soil: Cd – by 1.2-1.4 times; Cu – 1.1-1.2 times, Pb, Zn, Mn and Fe – 1.1 times compared to the control area. Within the experiment N<sub>120</sub> P<sub>150</sub>K<sub>300</sub> + manure 60 t / ha lead mobility reduces to 3.9%, copper, zinc, iron-less than by 1 %, cadmium mobility increases by 3.4-5.7 %.

Картофель является важнейшей продовольственной культурой во всех агроэкологических зонах Самарской области. Для степной зоны области, как и для центральной и южной, представляет опасность уменьшение содержания гумуса в почвах, макроэлементов, загрязнение токсичными метаболитами, тяжелыми металлами [3, 4, 5].

Следствием указанных процессов является снижение продуктивности картофеля, получение низкокачественной продукции [6].

Проблема повышения качества и величины урожая решается за счет процессов биологизированной системы земледелия, которые, наряду с другими методами, предполагают использование ресурсов традиционных органических удобрений [1, 7].

**Цель исследований** – повышение продуктивности картофеля за счет применения органо-минеральной системы удобрений.

**Задача исследований** – оценить действие органо-минеральной системы удобрений на снижение аккумуляции тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка, кобальта, марганца, железа) в почве под плантациями картофеля.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились в 2003, 2011, 2012-2014 гг. на полях хозяйства, расположенного в южной агроклиматической зоне Самарской области. В 2012-2014 гг. проводился эксперимент по изучению эффективности влияния минеральных удобрений и их сочетания с органическим удобрением (навозом) на аккумуляцию тяжелых металлов (кадмия, свинца, меди, цинка, марганца, хрома, железа) почвами под плантациями картофеля. В опытах исследовались почвы под двумя сортами: Арника и Ароза (*фактор В*). Эксперимент проводился в трехкратной повторности по схеме: I – контроль  $N_{120}P_{150}K_{300}$ , II – минеральные удобрения  $N_{120}P_{150}K_{300}$  + навоз в дозе 20 т/га; III – минеральные удобрения  $N_{120}P_{150}K_{300}$  + навоз в дозе 60 т/га (*фактор А*).

Минеральные удобрения под картофель вносились до его посадки. Полная доза калийных удобрений (KCL 60%) вносилась осенью под нарезку гребней в один приём разбрызгивателем навесным Rauch MDS 935 на тракторе Д/Д 6920, Д/Д 6130. Весной одновременно с посадкой производилось внесение аммофоса ( $N_{12}P_{52}$ ), затем через 10-15 дней перед окучиванием производилась подкормка азотным удобрением сульфатом аммония  $N_{21}S_{24}$ .

Органические удобрения вносились только на учетные площадки, отведенные под исследования. Внесение органических удобрений производили перед фрезерованием на подготовленную для посадки почву. Удобрения равномерно распределяли по участку граблями с последующей заделкой в почву в течение 3-5 часов после разбрасывания при помощи фрезы. Под картофель, особенно ранних сортов, вносили только перепревший или полуперепревший навоз.

Площадь полевого севооборота 840 га, в границах которого четыре опытных участка площадью 210 га. В исследованиях применен неспециализированный севооборот, когда картофель возвращается на одно и то же поле не ранее чем через 4 года.

Учетные площадки имеют форму квадрата со стороной 30 м (40 рядов), площадь 900 м<sup>2</sup> (30х30). При формировании учетной площадки была принята схема: 10 рядов – контроль, 10 рядов – вариант с внесением NPK + навоз 20 т/га, 10 рядов – вариант с NPK + навоз 60 т/га.

В применяемом севообороте предшественником для картофеля служил чистый (черный) пар. Расстояние между гребнями 75 см, высота гребня 18-20 см, расстояние между посадочными местами в ряду 24 см.

Расчет площадей под опытные делянки произведен с учетом параметров посадки и составляют: общая площадь – 900 м<sup>2</sup>, вариант с внесением NPK – 225 м<sup>2</sup> (7,5х30); с NPK + навоз – 225 м<sup>2</sup> (7,5х30); контроль – 225 м<sup>2</sup> (7,5х30); 2 междурядья – 112,5 м<sup>2</sup> (3,5х30).

Объект изучения – почва верхнего пахотного горизонта (0-30 см) под плантациями сортового картофеля. Образцы почв отбирались в соответствии с общепринятыми методиками [5].

Определение содержания тяжелых металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии в сертифицированной лаборатории ФГУ «Станция агрохимической службы «Самарская».

**Результаты исследований.** Обследование почвы на содержание тяжелых металлов выявило, что концентрация их валовых и подвижных форм в почве в средних значениях находится ниже норм ПДК и ОДК (табл. 1).

Таблица 1

Содержание валовых форм тяжелых металлов в пахотном горизонте почвы под участками сортового картофеля, 2003-2011 гг.

Годы исследований	Элемент, мг/кг					
	Pb	Cd	Zn	Mn	Fe	Cu
2003	10,3	0,66	41,4	440,0	10923	14,0
2011	8,9	0,05	48,9	870,1	14648	17,2
ФОН*	4,2	0,66	25,1	625,1	10923	23,8
ПДК**	30,0	2,0	100	1500	-	55,0

Примечание: \* – по данным АО «ВолгоНИИГипрозем», \*\* – по данным Н. В. Прохоровой [2].

Результаты полученных анализов: в содержании валовых форм тяжелых металлов в пахотном слое почвы за период с 2003 года по 2011 год произошли изменения в сторону увеличения: Zn и Cu в 1,2 раза, Mn в 2 раза, Fe в 1,3 раза; в сторону уменьшения – Pb в 1,2 раза, Cd в 13,2 раза.

По сравнению с фоном, валовое содержание тяжелых металлов повысилось в 1,3-2,1 раза, кроме Cu и Cd, содержание которых в исследуемых почвах в динамике по годам исследований снизилось: в 13,2 раза Cd и в 1,4 раза Cu. Снижение уровня валовых форм элементов можно объяснить переводом их в подвижные формы, вымыванием при орошении в нижележащие горизонты, поглощением растениями.

Валовые значения характеризуют общую загрязненность почвы, а степень доступности элементов для почвенного питания отражают их подвижные формы.

Среднее содержание за период 2012-2014 гг. подвижных форм изученных тяжелых металлов не превышает предельно допустимой концентрации (табл. 2).

Таблица 2

Среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве, мг/кг

Годы исследований	Pb	Cd	Zn	Mn	Fe	Cu
2011	1,15	0,023	0,13	10,76	4,42	0,05
2012	0,44	0,050	0,19	11,91	3,32	0,12
2013	0,43	0,050	0,18	11,70	3,53	0,13
2014	0,53	0,050	0,23	15,16	2,18	0,06
Среднее значение	0,64	0,043	0,18	12,38	3,36	0,09
ФОН	0,4	0,037	0,40	35,0	7,67	0,13
Кс	1,60	0,043	0,45	0,35	0,44	0,69
<b>ПДК</b>	<b>6,0</b>	<b>0,10</b>	<b>23,0</b>	<b>140,0</b>	<b>-</b>	<b>3,0</b>

Для выявления степени загрязнения почвы используется общепринятый коэффициент концентрации Кс. Расчет коэффициентов концентрации показал, что фактическое содержание элементов в почве превышает фоновое значение. Значительное превышение Кс свинца – 1,6 – указывает на накопление элемента на исследуемом участке, также выявлено незначительное превышение кадмия (0,043) и цинка (0,45), что также указывает на накопление на исследуемом участке. По рассчитанным значениям коэффициентов концентрации подвижной формы в почве изученные металлы представлены следующим убывающим рядом:

$$Pb(1,60) < Cu(0,69) < Zn(0,45) < Fe(0,44) < Mn(0,35) < Cd(0,043).$$

Эффективность доз органических удобрений (навоз КРС) 20 т/га и 60 т/га в сочетании с минеральными удобрениями N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> рассчитывалась из расчета потребности картофеля в органических удобрениях: 1) Расходная часть статьи баланса = 210 га × 1,7 т = 357 т/га; 2) Приходная часть статьи баланса = 210 га × 0,15 т = 31,5 т/га; 3) Баланс = 31,5 т/га – 357 т/га = -325,5 т/га; 4) Потребность в органических удобрениях = -325,5 : 0,1 = -3255 т.

В расчете на 1 га = -3255 : 210 = -15,5 т/га.

Полученная расчетным путем норма внесения органических удобрений 15,5 т/га под картофель позволяет восстановить баланс гумуса.

Внесение органического удобрения под сорт Арника на исследуемом участке привело к плавному снижению содержания в почве тяжелых металлов (ТМ) в вариантах опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 20 т/га и N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га: Cd – в 1,4 раза; Cu – в 1,1-1,2 раза; Fe – в 1,1 раза по отношению к контролю N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> (табл. 3). Отмечено увеличение содержания в почве Pb, Zn и Mn в 1,1 раза в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га по сравнению с контрольной площадкой. На опытных участках под сортом Ароза при внесении органических удобрений (навоз КРС) в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га в почве произошло уменьшение содержания всех исследуемых элементов: Pb, Zn, Mn и Fe – в 1,1 раза, Cd и Cu – в 1,2 раза по сравнению с контрольным участком. Максимальное снижение при внесении в почву органических удобрений (навоз КРС) произошло в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га под сортами Арника и Ароза.

По сравнению с фоном валовое содержание тяжелых металлов выше во всех вариантах опыта: Pb в 2,1-2,3 раза (максимальное превышение – в 2,3 раза – в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 20 т/га), Zn в 1,6-2,2 раза, Fe в 1,5-1,9 раза (максимальное превышение – в 1,9 раза – в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 20 т/га).

Содержание подвижных форм изученных тяжелых металлов в почве при использовании органоминеральной системы не превышает предельно допустимой концентрации (табл. 4).

Таблица 3

Содержание валовой формы тяжёлых металлов в почве под урожаем картофеля при различных дозах удобрений, 2012-2014 гг.

Вариант опыта	Сорт Арника		
	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{8,98 \pm 0,86}{7,27 - 9,89}$ 1,49	$\frac{0,49 \pm 0,03}{0,34 - 0,44}$ 0,05	$\frac{12,60 \pm 1,77}{9,05 - 14,47}$ 3,07
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{9,44 \pm 0,42}{8,68 - 10,12}$ 0,73	$\frac{0,34 \pm 0,07}{0,20 - 0,42}$ 0,12	$\frac{11,56 \pm 1,52}{8,52 - 13,27}$ 2,64
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{9,64 \pm 0,32}{9,02 - 10,02}$ 0,54	$\frac{0,34 \pm 0,06}{0,22 - 0,40}$ 0,10	$\frac{10,83 \pm 1,47}{7,88 - 12,33}$ 2,55
ФОН	4,2	0,66	23,8
ПДК	30,00	2,00	55,00
Вариант опыта	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{52,00 \pm 4,52}{47,37 - 61,04}$ 7,83	$\frac{338,00 \pm 8,84}{320,37 - 347,96}$ 15,31	$\frac{20264,00 \pm 2078,49}{16139,61 - 22776,11}$ 3600,05
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{54,20 \pm 1,60}{52,44 - 57,40}$ 2,77	$\frac{365,33 \pm 16,26}{343,23 - 397,06}$ 28,18	$\frac{20496,66 \pm 2701,40}{15146,77 - 23824,91}$ 4678,97
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{55,20 \pm 2,46}{52,48 - 60,11}$ 4,26	$\frac{348,67 \pm 15,82}{321,13 - 375,94}$ 27,40	$\frac{19638,33 \pm 2187,71}{15264,22 - 21918,01}$ 3737,12
ФОН	25,1	625,1	10923
ПДК	100,00	1500,00	-
Вариант опыта	Сорт Ароза		
	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{9,42 \pm 0,17}{9,06 - 9,60}$ 0,30	$\frac{0,36 \pm 0,09}{0,22 - 0,53}$ 0,16	$\frac{11,95 \pm 1,58}{9,23 - 14,69}$ 2,73
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{9,80 \pm 0,42}{9,28 - 10,62}$ 0,73	$\frac{0,30 \pm 0,05}{0,21 - 0,35}$ 0,08	$\frac{11,19 \pm 1,08}{9,16 - 12,86}$ 1,87
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{9,32 \pm 0,09}{9,20 - 9,50}$ 0,16	$\frac{0,31 \pm 0,06}{0,19 - 0,38}$ 0,10	$\frac{9,86 \pm 0,72}{8,42 - 10,58}$ 1,25
ФОН	4,2	0,66	23,8
ПДК	30,00	2,00	55,00
Вариант опыта	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{46,0 \pm 2,25}{41,54 - 48,77}$ 3,89	$\frac{309,5 \pm 15,51}{278,49 - 325,92}$ 26,87	$\frac{18196,00 \pm 2484,00}{13229,00 - 20744,00}$ 4301,61
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{40,46 \pm 1,69}{38,73 - 43,84}$ 2,93	$\frac{275,5 \pm 19,95}{238,88 - 302,39}$ 34,55	$\frac{17186,66 \pm 2433,09}{12320,49 - 19622,26}$ 4214,23
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{41,83 \pm 2,08}{39,13 - 45,91}$ 3,59	$\frac{295,83 \pm 14,92}{266,37 - 314,74}$ 25,85	$\frac{16241,66 \pm 2021,41}{12198,85 - 18266,59}$ 3500,67
ФОН	25,1	625,1	10923
ПДК	100,00	1500,00	-

Содержание в почве подвижных форм тяжелых металлов по отношению к валовому в процентном выражении неодинаково и колеблется в зависимости от варианта опыта. Содержание подвижной формы свинца составляет 5,3% от валового (сорт Арника) на контрольной площадке N<sub>120</sub>P<sub>150</sub>K<sub>300</sub>, на опытных делянках произошло снижение до 3,9% (наибольшее снижение – в варианте опыта N<sub>120</sub> P<sub>150</sub> K<sub>300</sub> + навоз 60 т/га). Менее 1% от валового выявлено содержание подвижных форм следующих изучаемых элементов тяжелых металлов – Cu, Zn, Fe.

Таблица 4

Содержание подвижной формы тяжёлых металлов в почве под урожаем картофеля при различных дозах удобрений, 2012-2014 гг.

Вариант опыта	Сорт Арника		
	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{0,48 \pm 0,28}{0,16 - 1,03}$ 0,48	$\frac{0,054 \pm 0,01}{0,045 - 0,069}$ 0,01	$\frac{0,14 \pm 0,05}{0,09 - 0,24}$ 0,09
% к валовому	5,3	11,0	1,1
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{0,56 \pm 0,03}{0,50 - 0,61}$ 0,06	$\frac{0,052 \pm 0,01}{0,046 - 0,064}$ 0,01	$\frac{0,05 \pm 0,01}{0,04 - 0,07}$ 0,01
% к валовому	5,9	15,3	0,4
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{0,38 \pm 0,06}{0,32 - 0,48}$ 0,08	$\frac{0,053 \pm 0,01}{0,045 - 0,063}$ 0,01	$\frac{0,04 \pm 0,01}{0,03 - 0,06}$ 0,02
% к валовому	3,9	15,6	0,4
ФОН	0,40	0,037	0,13
<b>ПДК</b>	<b>6,0</b>	<b>0,10</b>	<b>3,0</b>
Вариант опыта	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{0,28 \pm 0,04}{0,21 - 0,35}$ 0,07	$\frac{14,70 \pm 8,41}{6,08 - 31,53}$ 14,58	$\frac{3,50 \pm 0,84}{2,58 - 5,19}$ 1,46
% к валовому	0,5	4,3	0,02
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{0,30 \pm 0,09}{0,15 - 0,45}$ 0,15	$\frac{13,32 \pm 6,37}{6,49 - 26,06}$ 11,04	$\frac{3,86 \pm 1,01}{2,48 - 5,80}$ 1,73
% к валовому	0,6	3,6	0,02
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{0,46 \pm 0,02}{0,44 - 0,49}$ 0,02	$\frac{14,60 \pm 6,54}{7,03 - 27,63}$ 11,34	$\frac{3,68 \pm 0,71}{2,44 - 4,91}$ 1,23
% к валовому	0,8	4,2	0,02
ФОН	0,40	35,00	7,67
<b>ПДК</b>	<b>23,0</b>	<b>140,0</b>	-
Вариант опыта	Сорт Ароза		
	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{0,30 \pm 0,07}{0,23 - 0,43}$ 0,12	$\frac{0,044 \pm 0,01}{0,031 - 0,068}$ 0,02	$\frac{0,11 \pm 0,05}{0,05 - 0,21}$ 0,09
% к валовому	3,2	12,2	0,9
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{0,11 \pm 0,02}{0,09 - 0,16}$ 0,04	$\frac{0,050 \pm 0,01}{0,037 - 0,070}$ 0,02	$\frac{0,07 \pm 0,03}{0,03 - 0,13}$ 0,05
% к валовому	1,1	16,7	0,6
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{0,16 \pm 0,02}{0,13 - 0,21}$ 0,04	$\frac{0,055 \pm 0,01}{0,040 - 0,064}$ 0,01	$\frac{0,03 \pm 0,01}{0,02 - 0,02}$ 0,01
% к валовому	1,7	17,7	0,3
ФОН	0,40	0,037	0,13
<b>ПДК</b>	<b>6,0</b>	<b>0,10</b>	<b>3,0</b>
Вариант опыта	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Fe, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub>	$\frac{0,18 \pm 0,07}{0,11 - 0,32}$ 0,12	$\frac{13,30 \pm 6,99}{6,28 - 27,31}$ 12,13	$\frac{2,84 \pm 0,22}{2,41 - 3,07}$ 0,37
% к валовому	0,4	4,3	0,02
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 20 т/га	$\frac{0,17 \pm 0,07}{0,11 - 0,28}$ 0,10	$\frac{12,23 \pm 6,21}{5,98 - 24,64}$ 10,75	$\frac{1,14 \pm 0,27}{0,84 - 1,69}$ 0,48
% к валовому	0,4	4,4	0,07
N <sub>120</sub> P <sub>150</sub> K <sub>300</sub> + навоз 60 т/га	$\frac{0,41 \pm 0,03}{0,38 - 0,47}$ 0,05	$\frac{14,47 \pm 5,91}{8,11 - 26,27}$ 10,24	$\frac{2,55 \pm 0,33}{1,90 - 3,01}$ 0,58
% к валовому	1,0	4,9	0,02
ФОН	0,40	35,00	7,67
<b>ПДК</b>	<b>23,0</b>	<b>140,0</b>	-

Содержание подвижной формы Cd от валового колеблется – от 11% на контрольной площадке  $N_{120} P_{150} K_{300}$  до 15,6% в варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$  (сорт Арника); от 12,2 % на контрольной площадке  $N_{120} P_{150} K_{300}$  до 17,7 % в варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$  (сорта Ароза). Наблюдается некоторое превышение фоновых значений по накоплению цинка в 1,15 раза в варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$ , меди в 1,07 раз и свинца в 1,4 раза. Наблюдается незначительное превышение фоновых значений: по накоплению свинца в 1,2 раза, кадмия в 1,4 раза, меди в 1,1 раза на контрольной площадке  $N_{120} P_{150} K_{300}$ . В варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 20 \text{ т/га}$  наблюдается превышение фосфора в 1,4 раза, кадмия в 1,4 раза (по сортам Арника и Ароза), в варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$  превышение кадмия в 1,4-1,5 раза, цинка в 1,2 раза (незначительное превышение фоновых уровней указывает на то, что эти металлы являются рассеянными в почве).

В среднем за период с 2012 по 2014 годы увеличение дозы навоза способствовало увеличению урожайности картофеля (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность картофеля при различных дозах удобрений, 2012-2014 гг.

Вариант опыта	2012	2013	2014	Среднее		
				Урожайность т/га	Прибавка	
					т/га	%
<i>Сорт Ароза</i>						
$N_{120}P_{150}K_{300}$	30,8	28,5	33,0	30,8	-	-
$N_{120}P_{150}K_{300} + \text{навоз } 20 \text{ т/га}$	31,7	29,4	33,9	31,6	0,9	2,8
$N_{120}P_{150}K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$	39,7	37,4	41,9	39,7	8,9	22,4
<i>Сорт Арника</i>						
$N_{120}P_{150}K_{300}$	30,8	28,5	33,0	30,8	-	-
$N_{120}P_{150}K_{300} + \text{навоз } 20 \text{ т/га}$	32,2	29,9	34,4	32,2	1,4	4,3
$N_{120}P_{150}K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$	34,9	32,7	37,2	34,9	4,1	11,7
<i>НСР<sub>0,5</sub> (факт. А)</i>	0,9	0,7	0,6			
<i>НСР<sub>0,5</sub> (факт. В)</i>	1,8	1,2	0,9			
<i>НСР<sub>0,5</sub> (факт. АВ)</i>	1,1	0,7	0,6			

При дозе внесения органических удобрений 60 т/га выявлена значительная прибавка к урожаю, при внесении 20 т/га она гораздо меньше, так как часть внесенного навоза – 15,5 т/га – идет на восстановление отрицательного баланса гумуса и только 0,5 т/га остается на создание прибавки к урожаю.

Установлено, что урожайность исследованных сортов картофеля преимущественно повышается при внесении к основному фону  $N_{120}P_{150}K_{300}$  органической добавки в виде навоза в дозе 60 т/га.

**Заключение.** Изученные металлы в исследуемых черноземах образуют убывающий ряд:  $Pb(1,60) < Cu(0,69) < Zn(0,45) < Fe(0,44) < Mn(0,35) < Cd(0,043)$  (по рассчитанным коэффициентам концентрации). Установлено, что органоминеральная система удобрений  $N_{120}P_{150}K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$  позволяет восстановить баланс гумуса в исследованном черноземе обыкновенном, получить прибавку урожая 4,1-8,9 т/га, оказывает влияние на снижение содержания в почве валового содержания тяжелых металлов: Cd – в 1,2-1,4 раза; Cu – в 1,1-1,2 раза, Pb, Zn, Mn и Fe – в 1,1 раза по сравнению с контрольным участком. В варианте опыта  $N_{120} P_{150} K_{300} + \text{навоз } 60 \text{ т/га}$  уменьшается подвижность свинца до 3,9%, меди, цинка, железа – менее, чем на 1%, возрастает подвижность кадмия на 3,4-5,7%

Библиографический список

1. Крючков, М. М. Инновационные элементы агротехнологий возделывания картофеля в Нечерноземной зоне России : монография / М. М. Крючков, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ им. П. А. Костычева, 2018. – 181 с.

2. Прохорова, Н. В. Территориальные особенности распределения тяжелых металлов в почвах Самарской области / Н. В. Прохорова, Н. М. Матвеев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2000. – Т. 2, № 2 – С. 306-310.
3. Троц, Н. М. Агроэкологический анализ интродуцированных сортов картофеля, возделываемых в условиях степной зоны Самарского Заволжья / Н. М. Троц, Г. И. Чернякова, А. А. Пахомов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 96-100.
4. Троц, Н. М. Тяжелые металлы в агроландшафтах Самарской области : монография / Н. М. Троц, Н. В. Прохорова, В. Б. Троц [и др.]. – Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. – 220 с.
5. Троц, Н. М. Экологическая устойчивость в посевах основных групп сельскохозяйственных культур в Самарской области / Н. М. Троц, Г. И. Чернякова, С. В. Ишкова, А. В. Батманов // Аграрная Россия. – 2017. – № 5 – С. 38-44.
6. Троц, Н. М. Особенности накопления тяжелых металлов перспективными сортами картофеля, возделываемыми в южной зоне Самарской области / Н. М. Троц, Черняков А. И. // Известия Самарской ГСХА. – 2013. – № 4. – С. 17-21.
7. Чекмарев, П. А. Система удобрений в условиях биологизации земледелия / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12 – С. 10-12.

#### References

1. Kryuchkov, M. M., Vinogradov, D. V., Byshov, N. V., Lukyanova, O. V., Stupin, A. S., Sokolov, A. A., Potapova, L. V., & Trots, N. M. (2018). Innovacionniie elementi agrotekhnologii vozdelivaniia kartofelia v Nechernozemnoi zone Rossii [Innovative elements of agricultural technologies of potato cultivation in the Non-Black Earth Zone of Russia]. Ryazan: PC RSATU named after P. A. Kostycheva [in Russian].
2. Prokhorova, N. V., & Matveev, N. M. (2000). Territorialnie osobennosti raspredeleniia tiazhelikh metallov v pochvah Samarskoi oblasti [Territorial features of the distribution of heavy metals in soils of the Samara region]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk – Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2, 2, 306-310 [in Russian].
3. Trotz, N. M., Chernyakova, G. I., & Pakhomov, A. A. (2019). Agroekologicheskii analiz introducirovannikh sortov kartofelia, vozdelivaemikh v usloviakh stepnoi zoni Samarskogo Zavolzhia [Agroecological analysis of introduced potato varieties cultivated in the steppe zone of the Samara Trans-Volga region]. *Innovative Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex '19: sbornik nauchnikh trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – collection of scientific papers of the International scientific-practical conference*. (pp. 96-100). Kinel [in Russian].
4. Trots, N. M., Prokhorova, N. V., Trots, V. B., Akhmatov, D. A., Chernyakova, G. I., Gorshkova, O. V., Vinogradov, D. V., & Kostin, Y. V. (2018). Tiazheliie metalli v agro-landshaftakh Samarskoi oblasti [Heavy metals in the agro-landscapes of the Samara region]. Kinel: PC Samara State Agricultural Academy [in Russian].
5. Trots, N. M., Chernyakova, G. I., Ishkova, S. V., & Batmanov, A. V. (2017). Ekologicheskaiia ustoichivost v posevah osnovnikh grup seliskohoziaistvennikh kulitur v Samarskoi oblasti [Ecological sustainability in the crops of the main groups of crops in the Samara region]. *Agramaia Rossia – Agramaya Rossiya*, 5, 38-44 [in Russian].
6. Trot, N. M., & Chernyakov A. I. (2013). Osobennosti nakopleniia tiazhelikh metallov perspektivnimi sortami kartofelia, vozdelivaemimi v iuzhnoi zone Samarskoi oblasti [Features of the accumulation of heavy metals by promising potato varieties cultivated in the southern zone of the Samara region]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 17-21 [in Russian].
7. Chekmarev, P. A., & Lukin, S. V. (2012). Sistema udobrenii v usloviakh biologizacii zemledeliia [The fertilizer system in the conditions of biologization of agriculture]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICs*, 12, 10-12 [in Russian].

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО РАПСА НА СЕМЕНА

**Лупова Екатерина Ивановна**, канд. биол. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева», 390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.  
E-mail: katya.lilu@mail.ru

**Ключевые слова:** рапс, посев, защита, семена, система, урожайность.

*Цель исследований – повышение урожайности ярового рапса с применением системы Clearfield в условиях Рязанской области. Исследования проводились в 2016-2019 гг. в условиях опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанского района Рязанской области, на серой лесной тяжелосуглинистой почве. По результатам опыта выявлено, что при посеве во второй и третий срок более скороспелым отмечается гибрид Озорно, вегетационный период которого составляет 85-83 дней, что на 10-6 дней меньше вегетационного периода гибрида Сальса КЛ (95-89 дней). В среднем, в опыте получена наиболее высокая урожайность ярового рапса при первом сроке посева (1 декада мая) для всех вариантов исследований: Сальса КЛ – 20,8 ц/га, Озорно – 19,5 ц/га, Ратник – 19,0 ц/га. Максимальная урожайность (24,8 ц/га) получена в 2016 г. на варианте с гибридом Сальса КЛ при применении системы Clearfield. В среднем, показатели роста, развития, структуры урожая и урожайность отечественного сорта Ратник не уступали показателям гибрида Озорно. На вариантах с использованием системы Clearfield отмечена более низкая засоренность, все группы сорняков погибали или сильно угнетались. В условиях южной части Нечерноземной зоны России рекомендован посев рапса ярового в I декаде мая, как наиболее продуктивный, и применение системы Clearfield на культуре. Максимальная рентабельность (108,5%) отмечена на варианте с гибридом Сальса КЛ первого срока посева.*

## INFLUENCE OF SPRING RAPE SOWING PERIODS AND PLANT PROTECTION DURING CULTURING ON ITS SEEDS

**E. I. Lupova**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of agronomy and Agrotechnology, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.  
E-mail: katya.lilu@mail.ru

**Keywords:** rapeseed, seeding, protection, seeds, system, yield.

The purpose of the research is yield increasing of spring rape using the Clearfield system in Ryazan region. The research was carried out in 2016-2019 within the conditions of the experimental agrotechnological station of the Federal State Budgetary EDUCATIONAL Institution of Ryazan region on gray forest clay loam soil. The experiment revealed that during the second and third sowing, the OZORNO hybrid is more precocious, the growing period of which amounts to 85-83 days, which is 10-6 days less than that of the Salsa CL one (95-89 days). On average, the highest yield of spring rape was obtained at the first sowing period (first decade of May) on the base of all experiments: Salsa CL – 20.8 C / ha, Ozorno – 19.5 C / ha, Ratnik – 19.0 C / ha. The maximum yield (24.8 C / ha) was obtained in 2016 from Salsa CL hybrid using the Clearfield system. On average, the indicators of yield growth, development and formula of the domestic Ratnik variety were not inferior to ones of the Ozorno hybrid. The variants on the base of Clearfield system showed lower weeding, and all groups of weeds were killed or severely suppressed. In the conditions of Russian southern part of the non-chernozem zone, the first decade of May for spring rape sowing in the most favorable period, in regard to yield using the Clearfield system. The maximum profitability (108.5%) is marked on the variant with the Salsa KL hybrid of the first sowing period.

В последние годы ученые-селекционеры вывели новые сорта ярового рапса с повышенным содержанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе олеиновой, и низким – эруковой, что значительно улучшает пищевые достоинства рапсового масла [1, 3, 5, 10].

Масличных культур в РФ, согласно подсчетам, в 2019 году было собрано более 20 млн тонн. Лидер среди масличных культур – подсолнечник, на втором месте – рапс, произведено которого более 2 млн тонн. В Рязанской области посевная площадь под яровым рапсом в 2019 г. составила 70 тыс. га, что на 15% больше, чем в 2018 г., и вдвое больше по сравнению с 2008 г. [9].

Благодаря высокой биологической пластичности и ценным качествам яровой рапс набирает популярность. В связи с этим посевные площади, занимаемые данной культурой, стремительно увеличиваются. Важной задачей на сегодняшний день, помимо увеличения площади, занимаемой этой ценной культурой, является принятие мер к повышению ее продуктивности [2].

В среднем, урожайность ярового рапса в Рязанской области в последние годы составляет 18-20 ц/га, хотя потенциал культуры может достигать 40 ц/га и выше [8]. Причин низкой урожайности множество, в том числе неблагоприятная фитосанитарная обстановка по засоренности, наличию вредных организмов на рапсовых полях региона [3, 7].

Снизить засоренность посевов культуры призвано применение инновационной системы *Clearfield*. Данная система направлена на улучшение ряда агрономических преимуществ: снижение засоренности посевов рапса проблемными сорняками семейства Капустные – видами горчиц, сурепки, редьки дикой, злаковыми сорняками, включая падалицу зерновых [10]. Система *Clearfield* успешно применяется в хозяйствах Рязанской области сравнительно недавно, но уже завоевала успех у многих сельхозтоваропроизводителей региона, во многом благодаря получению больших урожаев семян рапса высокого качества, высокоэффективной борьбе с сорным компонентом на полях.

При использовании данной технологии не происходит снижения качественных показателей полученного урожая, в части содержания глюкозинолатов и эруковой кислоты. Вышеизложенное и определило цель и задачи наших исследований.

**Цель исследований** – повышение урожайности ярового рапса с применением системы *Clearfield* в условиях Рязанской области.

**Задачи исследований** – выявить оптимальные сроки посева ярового рапса на маслосемена; эффективность системы *Clearfield* и действия гербицида Галион, ВР, в агроценозе рапса ярового; изучить рост и развитие растений рапса отечественной и зарубежной селекции, урожайность семян при разных сроках посева в условиях региона.

**Материал и методы исследований.** Исследования проведены в 2016-2019 гг. в условиях опытной агротехнологической станции Рязанского района Рязанской области, на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Агрохимический анализ опытных участков показал содержание гумуса в пахотном горизонте 3,3-3,5 %. Реакция почвенной среды среднекислая  $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,1-5,3$ . Гидролитическая кислотность низкая, показатель не превышал 2,6 мг-экв./100 г почвы. Сумма поглощенных оснований 15 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями не более 70 %. Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  121-127 мг/кг почвы,  $\text{K}_2\text{O}$  – 149-155 мг/кг почвы, азота – 50 мг/кг почвы.

Изучена продуктивность ярового рапса при трех сроках посева – I, II, III декады мая (фактор А). Объекты исследований в опыте – гибриды иностранной селекции Сальса КЛ, Озорно [фирма Rarool], отечественный сорт Ратник [ВНИПТИ Рапса] (фактор В). Общая площадь делянки 200 м<sup>2</sup>, учетная 160 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная.

Агротехнические мероприятия по возделыванию ярового рапса были построены согласно рекомендациям, принятым в Нечерноземной зоне России. Предшественник ежегодно – озимая пшеница. Норма высева ярового рапса сорта Ратник 2,5 млн шт. всхожих семян /га, немецких гибридов – 1,25 млн шт./га. Уровень минерального питания –  $\text{N}_{180}\text{P}_{120}\text{K}_{60}$ .

Сальса КЛ высевали по инновационной технологии *Clearfield*, с применением гербицида Нопасаран 1,2 л/га. Гербицид использовали в баковой смеси с прилипателем Даш 1,2 л/га. Нопасаран на рапсе применяли в фазу 4-6 настоящих листа, с учетом раннего развития сорной растительности и акцентируя внимание на уязвимые стадии наиболее вредоносных групп сорняков в условиях агростанции. В технологии возделывания Озорно и Ратника использовали гербицид Галион, ВР, 0,3 л/га.

Обработка Галионом, ВР проводилась в фазу 4-6 настоящих листа, до появления бутонизации культуры. Расход рабочей жидкости на рапсе 250 л/га.

Исследования провели с использованием общепринятых методик [4, 6]. Опытные данные статистически обрабатывали с помощью метода дисперсионного анализа.

**Результаты исследований.** В опытах, в среднем, в первый месяц вегетационного периода растения рапса росли медленно, развивая мощную корневую систему. Во вторую половину вегетации отмечался интенсивный рост листостебельной массы, где среднесуточный прирост зеленой массы составил 0,4-0,6 т/га. Отметим, что в небольшой интервал времени культура способна формировать большие урожаи на фоне не высокой теплообеспеченности.

Продолжительность фенологических фаз зависела от сроков посева и от того, как складывались условия по обеспеченности влагой и какова была температура воздуха.

Различия во времени созревания, при посеве в первый срок, между сортом и гибридами ярового рапса не отмечено, в среднем 94-95 дней. По результатам опыта при посеве во второй и третий срок более скороспелым наблюдали гибрид Озорно, вегетационный период которого – 85-83 дней, что на 10-6 дней меньше, чем вегетационный период гибрида Сальса КЛ (95-89 дней).

Показатель полевой всхожести рапса в годы исследований различался и, в основном, зависел от температуры и влажности посевного почвенного слоя. Так, в I срок посева наблюдались повышенные запасы влаги, во второй – оптимальная температура почвы и воздуха для культуры. В период исследований недостаток влаги в первую половину развития яровой рапс не испытывал. Исключение составил 2019 год, когда период посев – всходы затянулся и составил 9-10 дней вследствие аномально сухих и жарких мая – первой половины июня, что, безусловно, затруднило всхожесть и развитие рапса в первой половине вегетации и повлияло на выживаемость растений.

В среднем, полевая всхожесть рапса отмечалась на уровне 89,1-91,0% при первом сроке посева, 82,5-84,7% – при втором, 90,5-95,8% – при третьем сроке посева.

Основные вредители в опытах – крестоцветная блошка и рапсовый цветоед. В жарком сухом 2019 году вылет бабочек капустной моли перезимовавшего поколения был зарегистрирован в первой декаде мая, лёт которых в третьей декаде месяца существенно усилился. С вредителями ярового рапса эффективно боролись с помощью инсектицидных обработок.

Снижение продуктивности культур при высокой засоренности полей достигает 30 % и более. Сорная растительность в культурном агроценозе снижает плодородие почвы за счет потребления влагозапасов и питательных веществ, а также угнетает сельскохозяйственные посевы, затеняя культурные растения, вследствие чего происходит недобор урожая и снижается качество продукции.

Во время планирования первого срока посева (в конце апреля – начале мая) температура почвы в Рязанской области почти всегда низкая и основная масса сорняков не прорастает. На вариантах с использованием системы *Clearfield* засоренность была низкая, все группы сорняков погибли или сильно угнетались.

На засоренность культуры оказали сроки посева культур. Более высокое количество сорной растительности отмечалось в первом сроке посева. Высокая засоренность отмечена ранними прорастающими сорняками, в особенности многочисленными пикульником обыкновенным, торицей полевой. При втором-третьем сроке посева количество сорняков снизилось, во многом из-за более поздней предпосевной культивации. Более продолжительный вегетационный период рапса давал возможность сорной растительности хорошо развиться и эффективно конкурировать с сельскохозяйственной культурой, но поздняя предпосевная культивация не позволила сорной растительности эффективно конкурировать за лучшие условия произрастания. При ранних сроках посева рекомендуем дополнительное использование гербицидной обработки рапса. На вариантах с применением системы *Clearfield* оптимизация процесса снижения засоренности зависела всего от одной обработки гербицида Нопасаран.

Гербицидный экран препятствовал развитию последующих волн сорной растительности в течение всего вегетационного периода. Отметим высокую эффективность системы *Clearfield* независимо от погодных и почвенных условий. Использование гербицидной обработки после фазы всходов и до бутонизации позволяет нивелировать применение агрохимикатов против сорняков в оптимальные сроки.

Максимальные показатели структуры урожая ярового рапса наблюдались на вариантах с использованием системы *Clearfield*. Успешное возделывание гибрида Сальса КЛ с использованием системы *Clearfield* возможно на полях, в значительной степени засоренных проблемной сорной растительностью, в том числе сорняками семейства Капустные.

Гибрид Сальса КЛ отличался интенсивным ростом в особенности на начальных стадиях развития, обладал глубоко проникающей корневой системой, устойчивостью к стрессовым погодным условиям, что привело к формированию хорошего урожая. Развитая глубоко проникающая корневая система позволяла хорошо противостоять стрессовым условиям вегетационного периода. В структуре урожая максимальное количество стручков отмечено на вариантах Сальса КЛ – 96,0-105,6 шт./1 растение.

Гибрид Озорно характеризовался как гибрид с высокой устойчивостью к стрессовым факторам, что прослеживалось в неблагоприятные периоды 2018 и 2019 годов. Озорно имел здоровые и крепкие стебли, чем обеспечивал высокую устойчивость к полеганию, обладал мощным стручковым пакетом, в среднем, 83,5-113,5 шт./1 растение.

При раннем посеве (в конце апреля – первой декаде мая) рапс развивался при коротком дне и сравнительно невысокой температуре, а при последующих сроках посева (во второй половине мая) – при высокой долготе дня и более высоких среднесуточных температурах. В то же время при посеве во второй половине мая часто происходит иссушение припосевного слоя почвы, что приводит к снижению полевой всхожести семян рапса (пример аномально сухого, жаркого 2019 года). При выпадении осадков полнота всходов повышалась. Решающее действие на данный показатель при посеве во II, III декадах мая оказывала влажность почвы, при раннем сроке посева рапса при достаточных влагозапасах – температурный режим. Все это влияло на развитие всех опытных гибридов и сорта (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков посева

Срок посева	Сорт/гибрид	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
I декада мая	Ратник	22,1	23,2	16,8	13,9	19,0
	Сальса КЛ	24,8	24,2	16,4	17,9	20,8
	Озорно	21,8	23,0	15,8	17,4	19,5
II декада мая	Ратник	21,5	22,9	15,9	13,5	18,4
	Сальса КЛ	23,6	23,5	16,4	16,9	20,1
	Озорно	20,9	21,2	14,7	15,4	18,0
III декада мая	Ратник	20,8	21,9	14,8	15,8	18,3
	Сальса КЛ	23,8	22,2	17,2	17,2	20,1
	Озорно	21,2	21,5	14,5	16,5	18,4
НСР <sub>05</sub> ц/га, взаимодействия АВ		1,97	2,05	1,60	1,59	
по фактору А (срок посева)		1,14	1,19	0,92	0,92	
по фактору В (сорт/гибрид)		1,12	0,98	0,90	0,87	

**Заклучение.** В среднем, наиболее высокая урожайность ярового рапса была получена при первом сроке посева (в I декаде мая) для всех вариантов исследований: 20,8 ц/га (Сальса КЛ), 19,5 ц/га (Озорно), 19,0 ц/га (Ратник). Максимальная урожайность (24,8 ц/га) получена в 2016 г. на варианте с гибридом Сальса КЛ с использованием системы *Clearfield*.

Максимальные показатели урожайности ярового рапса наблюдались на вариантах с использованием *Clearfield*. В среднем, показатели роста, развития, структуры урожая и урожайность отечественного сорта Ратник не уступали показателям гибрида Озорно. На вариантах с использованием системы *Clearfield* засоренность отмечена более низкая, все группы сорняков погибали или сильно угнетались.

В условиях южной части Нечерноземной зоны России рекомендуем посев в I декаде мая, как наиболее продуктивный для рапса ярового, а так же использование на культуре системы *Clearfield*.

Разработанные в исследованиях элементы агротехнологий ярового рапса обеспечили высокую рентабельность производства. Максимальная рентабельность (108,5%) отмечена на варианте с гибридом Сальса КЛ первого срока посева.

#### Библиографический список

1. Васин, В. Г. Растениеводство : учебное пособие / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара : РИО СГСХА, 2009. – 527 с.
2. Виноградов, Д. В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 2. – С. 62-64.
3. Виноградов, Д. В. Эффективность химической защиты ярового рапса в Рязанской области / Д. В. Виноградов, П. Н. Балабко, А. В. Жулин // Агро XXI. – 2010. – № 1. – С. 7.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Лупова, Е. И. Технология производства яровых рапса и сурепицы в Нечерноземной зоне России : учебное пособие / Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов. – Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2018. – 86 с.
6. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами / под ред. В. М. Лукомца. – Краснодар : ВНИИМК, 2007. – 113 с.
7. Тулькубаева, С. А. Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана / С. А. Тулькубаева, В. Г. Васин, А. Б. Абуова // Земледелие. – 2018. – № 1. – С. 20-23.
8. Филатова, О. И. Масличные культуры в Рязанской области / О. И. Филатова, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. – Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2018. – С. 104-108.
9. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gks.ru (дата обращения: 27.03.2020).
10. Lupova, E. I. Improvement of elements of oil flax cultivation technology on gray forest soil / E. I. Lupova, E. A. Vysotskaya, D. V. Vinogradov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – № 422. – P. 012081.

#### References

1. Vasin, V. G., Vasin, A. V., & Elchaninova, N. N. (2009). Rastenievodstvo [Plant Growing]. Samara: PC Samara SAA [in Russian].
2. Vinogradov, D. V. (2009). Puti povsheniia resursosberezheniia v intensivnom proizvodstve iarovogo rapasa [Ways to increase resource saving in intensive production of spring rapeseed]. *Mezhdunarodnii tekhniko-ekonomicheskii zhurnal – International technical and economic journal*, 2, 62-64 [in Russian].
3. Vinogradov, D. V., Balabko, P. N., & Zhulin, A. V. (2010). Effektivnost himicheskoi zashchiti iarovogo rapasa v Riazanskoj oblasti [Effectiveness of chemical protection of spring rape in the Ryazan region]. *Agro XXI – Agro XXI*, 1, 7 [in Russian].
4. Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opita s osnovami statisticheskoi obrabotki rezulitatom issledovaniia [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
5. Lupova, E. I., & Vinogradov, D. V. (2018). Tekhnologiya proizvodstva iarovikh rapasa i surepici v Nechernozemnoi zone Rossii [Technology of production of spring rape and surepitsa in the non-Chernozem zone of Russia]. Ryazan': FSBEI HE RSATU [in Russian].
6. Lukomets V. M. (Eds.) (2007). Metodika provedeniia polevikh i agrotekhnicheskikh opitov s maslichnimi kulturami [Methods of conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar: All-Russian scientific research Institute of oil crops [in Russian].
7. Tulkubayeva, S. A., Vasin, V. G., & Abuova, A. B. (2018). Vozdelivaniie iarovogo rapasa v sisteme sberegaiushchego zemledeliia na severe Kazahstana [Cultivation of spring rape in the system of saving land in the North of Kazakhstan]. *Zemledelie – Zemledelie*, 1, 20-23 [in Russian].
8. Filatova, O. I., Lupova, E. I., & Vinogradov, D. V. (2018). Maslichnie kulturi v Riazanskoj oblasti [Oilseeds in the Ryazan region]. Integration of scientific research in solving regional environmental and environmental problems. Actual issues of production, storage and processing of agricultural products '18: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 104-108). Ryazan [in Russian].
9. Federalinaia sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal state statistics service]. *gks.ru*. Retrieved from: *gks.ru* [in Russian].
10. Lupova, E. I., Vysotskaya, E. A., & Vinogradov, D. V. (2020). Improvement of elements of technology of cultivation of oilseed flax on gray forest soil. *VGD conference series: science of the Earth and the environment*, 422, 012081.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.12737/37338

УДК 636.082.4

### БАЛЛЬНАЯ ОЦЕНКА УПИТАННОСТИ МЯСНЫХ КОРОВ И ЕЁ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОМЕРАМИ ТЕЛА

**Хакимов Исмагиль Насибуллович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: [Хакимов\\_2@mail.ru](mailto:Хакимов_2@mail.ru)

**Мударисов Ринат Мансафович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Пчеловодство, частная зоотехния и разведение животных», ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ.

450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.

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

**Акимов Александр Леонидович**, аспирант кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: [Akim4eg86@mail.ru](mailto:Akim4eg86@mail.ru)

**Ключевые слова:** скотоводство, продуктивность, упитанность, оценка, промер, регрессия.

*Цель исследований – повышение эффективности селекционной работы при отборе коров по живой массе, промерам тела с учётом балльной оценки упитанности животных. Определили степень и характер взаимосвязи живой массы и промеров тела мясных коров с балльной оценкой упитанности, рассчитали коэффициенты регрессии. Исследования проводили на коровах мясного скота герефордской и казахской белоголовой породы. Установлена высокая положительная взаимосвязь между живой массой, промерами тела и баллом упитанности коров. Коэффициент регрессии показал, что изменение упитанности на 1 балл увеличивает живую массу коров герефордской породы первой группы на 46,3 кг, второй – на 44,2 кг, третьей – на 42,1 кг. У коров второй группы наибольшая масса, они значительно превосходили коров герефордской и казахской белоголовой породы первой и третьей групп по данному показателю. Разница составила 51,2 и 45,9 кг, соответственно, коэффициенты изменчивости – от 4,1 до 9,2%. Коровы герефордской породы второй группы превосходили по обхвату груди (с разницей 4 см) коров первой группы и на 10,6 см коров третьей группы. Коэффициенты изменчивости составили от 12,9 до 27,0 %. По ширине груди (на 1,05 и 0,95 см) и глубине груди (на 8,9 и 2,9 см) коровы второй группы превосходили коров первой и третьей группы соответственно (разница недостоверна). Коэффициенты изменчивости составили от 10,3 до 15,7% по ширине груди и от 13,0 до 16,7% по глубине груди.*

## BEEF COWS BODY CONDITION SCORING AND ITS MEASUREMENTS RELATIONSHIP

**I. N. Khakimov**– Doctor of Agricultural Science, Professor of the Department «Zootechny», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'sky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: Xakimov\_2@mail.ru

**R. M. Mudarisov**– Doctor of Agricultural Science, Professor of the Department «Animals Breeding, private Zootechnics and beekeeping», FSBEI HE Bashkir State Agrarian University.

450001, Ufa, 50-letiya Oktyabrya street, 34.

E-mail: r-mudarisov@mail.ru

**A. L. Akimov**– Graduate Student of the Department «Zootechny», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'sky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: Akim4eg86@mail.ru

**Keywords:** cattle breeding, productivity, finish, estimation, measurement, regression.

The purpose of the study is improving the efficiency of breeding work in selection of cows by live weight, body measurements with mandatory consideration of animal condition score. The degree and nature of relationship between live weight and body measurements of beef cows with condition score, regression coefficient were calculated. The research was carried out on beef Hereford and Kazakh white-headed cows. A high positive relationship between live weight, body measurements and the condition score of cows was established. The regression coefficient showed that change in finish by 1 point increases the live weight of Hereford cows of the first group by 46.3 kg, the second – by 44.2 kg, and the third – by 42.1 kg. The cows of the second group have the largest bulk, they significantly exceeded the Hereford and Kazakh white-headed cows of the first and third groups by this indicator. The difference was 51.2 and 45.9 kg, respectively, the coefficients of variability – varied between 4.1 to 9.2%. Hereford Cows of the second group were superior in heart girth (with a difference of 4 cm) to cows of the first group and 10.6 cm to cows of the third group. The coefficients of variability ranged within 12.9 to 27.0 %. In terms to heart girth (by 1.05 and 0.95 cm) and chest depth (by 8.9 and 2.9 cm), the cows of the second group were superior to the cows of the first and the third groups, respectively (the difference is not reliable). The variation coefficients ranged within 10.3 to 15.7% for heart girth and from 13.0 to 16.7% for chest depth.

Для эффективного производства говядины недостаточно иметь хорошую кормовую базу, содержать скот с высоким генетическим потенциалом, получать телят каждый год. Необходимо иметь некое звено, объединяющее основные технологические процессы и приёмы, составляющие основу производства. Этим звеном служит менеджмент стада, определяющий последовательность выполнения отдельных этапов и операций, и обеспечивающий слаженность работы этапов всей технологии, что в конечном итоге определяет экономическую эффективность и рентабельность производства говядины [4].

По мнению многих учёных, показателем наличия запаса энергетических ресурсов организма и их количества, а также общего состояния животных, являются живая масса и упитанность тела крупного рогатого скота. На них, в свою очередь, сильно влияет уровень кормления животных [3, 9].

Использование упитанности скота для мониторинга энергетического запаса организма более предпочтительно, чем контроль живой массы. Вес тела может варьировать из-за изменений в жировых отложениях, размера тела, объёма желудочно-кишечного тракта, размера вымени, количества молока и потребления пищи и воды. Изменение может составлять до 15% массы коровы в течение одного дня только от приема воды [6].

Животные с одинаковой живой массой могут иметь разную упитанность, и, наоборот, животные с одинаковой упитанностью могут иметь различную живую массу, так как живая масса варьирует в довольно широких пределах в зависимости от содержимого желудочно-кишечного тракта, от массы плода и околоплодной жидкости. В связи с этим живая масса животных не может служить показателем определения энергетических запасов организма. Исследованиями многих учёных установлено, что индикатором энергетических запасов тела является упитанность животных [7, 8].

Упитанность животных – это количество энергетических запасов в организме, отложенных в виде жира и частично белка в мышечных волокнах. Для числового выражения резервов энергии принята балльная оценка упитанности скота. В мире в зоотехнической науке и практике применяют различные системы балльной оценки упитанности скота. В Канаде и в Европе приняты 5-балльные системы оценки упитанности скота, в США – 9-балльная, в России сотрудниками ВИЖ предложена 9-балльная система оценки упитанности мясного скота [1, 2].

Без наличия определённого жирового запаса коровы не будут нормально воспроизводиться. На сегодняшний день не существует стандартной системы описания состояния упитанности, которая может использоваться в качестве инструмента управления стадом крупного рогатого скота и профессионального общения между скотоводами, научными работниками, консультантами по вопросам производства говядины. При использовании на регулярной и последовательной основе оценки состояния упитанности тела получают информацию, по которой могут быть сделаны эффективные решения по управлению и программам кормления [5].

Состояние упитанности тела при отёле и породная принадлежность являются наиболее значимыми факторами, влияющими на репродуктивную функцию. Об этом свидетельствуют исследования зарубежных учёных. Например, коровы бельгийской породы приходили в охоту и успешно осеменялись при среднем балле 6 (90%), интервал между отёлами был короче (364 дня), чем у помесей герефорд х фризская (374 дня) при балле 5 (83%). Состояние упитанности в начале спаривания имело большее значение, чем состояние тела в конце стельности. Живая масса при отёле и её изменения от отёла до начала спаривания и во время спаривания, оказали существенное влияние [10].

Изучение живой массы, высоты тела, предоставленные Американской ассоциацией Ангусов, использовались для определения влияния оценки состояния упитанности на массу коровы и высоту тела для расчёта коэффициентов корректировки оценки состояния.

Данные по 11 310 коровам по массе и 7 769 коровам по высоте были собраны в пастбищный период и период отбивки, в это же время была сделана оценка состояния упитанности по 9-балльной шкале. Отсутствие животных с упитанностью 1 и 9 баллов позволило включить в анализ только животных с оценкой от 2 до 8 баллов. Коровы были сгруппированы в возрастные классы, соответствующие 2, 3, 4, 5, 6, 7-10 и 11+ годам. Показатель состояния упитанности значительно влияет на изменение массы и высоты в крестце ( $P < 0,0001$ ), составлял 16% от общей вариации. Коэффициенты корректировки массы по показателю состояния упитанности составили +116 кг при оценке 2 балла, +91 кг при оценке 3 балла, +69 кг при оценке 4 балла, +39 кг при оценке 5 баллов, 0 кг при оценке 6 баллов, -40 кг при оценке 7 и -86 кг при оценке 8 баллов [11].

Таким образом, изучение взаимосвязи состояния упитанности коров с живой массой и промерами тела в сочетании с признаками, в меньшей степени зависящими от факторов внешней среды, имеет большое практическое значение.

**Цель исследований** – повышение эффективности селекционной работы при отборе коров по живой массе, промерам тела с учётом балльной оценкой упитанности животных.

**Задачи исследований** – определение степени и характера взаимосвязи живой массы и промеров тела мясных коров с балльной оценкой упитанности с последующим расчётом коэффициента регрессии.

**Материал и методы исследований.** Материал исследований – коровы мясного скота герефордской и казахской белоголовой породы. Для исследований сформировали 3 группы животных: в первую группу входили животные герефордской породы ООО «К.Х. Полянское», во вторую – животные герефордской породы ООО «К.Х. Волгарь» и в третью – животные казахской белоголовой породы ООО «Колос».

Исследования проводили в августе 2019 г. во время ежегодной бонитировки скота. Индивидуальное взвешивание коров осуществляли на электронных весах. Измерение промеров тела проводили при помощи мерной палки Лидтина и измерительной ленты. Коэффициент корреляции  $r$  между баллом упитанности и живой массой, обхватом, шириной и глубиной груди находили как фенотипическую корреляцию для больших выборок. Коэффициент регрессии  $R_{xy}$

(в отличие от коэффициента корреляции) выражается именованными числами и вычисляется как парная линейная регрессия по формуле:

$$R_{xy} = r \times \left( \frac{\delta x}{\delta y} \right),$$

где  $r$  – коэффициент корреляции;

$\delta x$  и  $\delta y$  – среднеквадратическое отклонение первого и второго признаков.

Цифровой материал, полученный в ходе исследований, был обработан методом биометрической статистики по рекомендациям Н. А. Плохинского с определением достоверности разницы по таблице Стьюдента.

**Результаты исследований.** Живая масса и промеры коров напрямую указывают на состояние упитанности (балл упитанности), поэтому коэффициент корреляции между живой массой, промерами тела и состоянием упитанности скота окажет содействие при определении упитанности животных.

В ходе исследований рассчитали коэффициенты корреляции и регрессии показателей животных двух мясных пород. Кроме живой массы и промеров тела определяли изменчивость признаков, чтобы в последующем определить среднеквадратическое отклонение, без которого невозможно рассчитать коэффициенты изменчивости и ошибки среднеарифметических величин, необходимых при определении коэффициентов корреляции и регрессии (табл. 1).

Таблица 1

Изменчивость живой массы и промеров тела коров

Показатель	Порода		
	герефордская		казахская белоголовая
	группа 1	группа 2	группа 3
<i>живая масса</i>			
Живая масса, кг	476,5±5,34	527,7±4,38	481,8±5,22
Коэффициент изменчивости (Cv), %	8,6	4,1	9,2
<i>обхват груди</i>			
Обхват груди, см	185,0±1,37	189,0±3,11	178,4±1,26
Коэффициент изменчивости (Cv), %	23,3	12,9	27,0
<i>ширина груди</i>			
Ширина груди, см	40,9±0,45	41,9±0,86	41,0±0,62
Коэффициент изменчивости (Cv), %	15,7	10,3	12,5
<i>глубина груди</i>			
Глубина груди, см	54,2±0,67	63,1±1,03	60,3±0,32
Коэффициент изменчивости (Cv), %	7,0	7,6	2,7

По живой массе коровы герефордской породы 2 группы значительно превосходили коров герефордской и казахской белоголовой породы 1 и 3 групп. Разница составила 49,2 и 43,9 кг, соответственно, коэффициенты изменчивости – от 4,1 до 9,2 %.

Анализ линейных промеров показал, что коровы герефордской породы 2 группы незначительно превосходили по обхвату груди (с разницей 4 см) животных 1 группы и на 10,6 см – животных 3 группы, коэффициенты изменчивости – от 12,9 до 27,0 %. Разница по ширине груди животных второй группы по сравнению с животными первой и третьей групп составила, соответственно, 1,05 см и 0,95 см и по глубине груди – 8,9 см и 2,9 см, но эта разница недостоверна. Коэффициенты изменчивости по ширине груди составили от 10,3 до 15,7 %, по глубине груди – от 13,0 до 16,7 %.

Установлено, что коровы разных групп имели различную упитанность и изменчивость упитанности (табл. 2). Изучение состояния упитанности коров по группам показало, что наивысшей упитанностью обладали животные герефордской породы 1 группы – 6,39 балла, что на 0,21 балла больше, чем упитанность коров второй группы. Наименьшим средним баллом упитанности обладали коровы казахской белоголовой породы, разница с показателем первой группы составила 1,26 балла.

Коровы казахской белоголовой породы отличались большей изменчивостью признака, по сравнению с двумя группами герефордского скота.

Таблица 2

Упитанность и изменчивость упитанности коров

Показатель	Порода		
	герефордская		казахская белоголовая
	группа 1	группа 2	группа 3
Балл упитанности	6,39	6,18	5,13
Коэффициент изменчивости (Cv), %	4,65	5,23	7,38
Ошибка средней арифметической величины (m)	0,14	0,12	0,17

Определение коэффициентов корреляции и регрессии показало высокий уровень корреляции между упитанностью и живой массой и средний уровень взаимосвязи между упитанностью и промерами тела коров (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции и регрессии между упитанностью, живой массой и промерами

Показатель	Порода		
	герефордская		казахская белоголовая
	группа 1	группа 2	группа 3
<i>живая масса</i>			
Коэффициент корреляции (r)	0,76	0,72	0,70
Коэффициент регрессии (R), см	46,30	44,23	42,11
Достоверность коэффициента корреляции (td)	0,95	0,95	0,95
Достоверность коэффициента регрессии (td)	0,999	0,999	0,999
<i>обхват груди</i>			
Коэффициент корреляции (r)	0,61	0,66	0,50
Коэффициент регрессии (R), см	3,62	4,31	5,00
Достоверность коэффициента корреляции (td)	0,95	0,95	0,95
Достоверность коэффициента регрессии (td)	0,999	0,999	0,999
<i>ширина груди</i>			
Коэффициент корреляции (r)	0,52	0,66	0,59
Коэффициент регрессии (R), см	1,00	1,73	0,97
Достоверность коэффициента корреляции (td)	0,95	0,95	0,95
Достоверность коэффициента регрессии (td)	0,999	0,999	0,999
<i>глубина груди</i>			
Коэффициент корреляции (r)	0,48	0,67	0,44
Коэффициент регрессии (R), см	1,40	2,30	1,50
Достоверность коэффициента корреляции (td)	0,95	0,95	0,95
Достоверность коэффициента регрессии (td)	0,999	0,999	0,999

Значения коэффициентов корреляции между упитанностью и промерами тела по группам составляли от 0,44 до 0,66. Коэффициенты регрессии показали, что изменение упитанности на 1 балл изменяет живую массу герефордского скота 1 группы на 46,30 кг, второй группы – на 44,23 кг, изменение упитанности на 1 балл казахской белоголовой породы изменяет живую массу на 42,11 кг. По обхвату груди коэффициент регрессии был наивысшим у группы скота казахской белоголовой породы – 5,00 см (на изменение упитанности на 1 балл), что на 0,69 см больше, чем у коров 2 группы, и на 1,38 см, чем у коров первой группы. Вторая группа коров герефордской породы имела самый высокий коэффициент корреляции, коэффициент регрессии между шириной груди, глубиной груди и упитанностью превосходил на 0,14 см по ширине груди и на 0,19 см по глубине груди показатель первой группы, третьей группы – на 0,07 см и 0,23 см, соответственно. Во всех случаях коэффициенты корреляции и регрессии были достоверными при уровне достоверности  $P > 0,95-0,999$ .

Изменения живой массы и упитанности скота происходят в течение всего производственного цикла, такие изменения нормальны и неизбежны. Это обусловлено множеством факторов, которые непосредственно влияют на физиологическое состояние животного.

Как уже было сказано, репродуктивная функция коров напрямую зависит от упитанности, а она, в свою очередь, зависит от уровня кормления, содержания и управления стадом. Использование данных по взаимосвязи промеров тела скота с упитанностью необходимо в практике животноводства, так как обхват груди, ширина и глубина груди мало зависимы от таких факторов, как количество принятого корма и воды, наличие стельности и других, от которых значительно зависит масса животных. В тоже время, они имеют большое практическое значение как доказательная база эффективности использования балльной оценки упитанности.

**Заклучение.** В стадах коров мясного направления продуктивности животные с различной степенью упитанности. Корреляционный и регрессионный анализы показали, что между живой массой и упитанностью имеется высокая положительная взаимосвязь. Между балльной оценкой упитанности, обхватом, шириной и глубиной груди связь средняя положительная. При дальнейшей селекционной работе с маточным поголовьем предлагаем вести отбор не только по живой массе и по промерам тела, но и с учётом упитанности животных. Иначе в стадо могут попасть мелкие, но упитанные животные, с высокой массой, а крупные с низкой упитанностью животные не попадут в группу отбора, так как будут иметь малую живую массу. Коэффициенты регрессии показывают, на сколько килограммов изменяется живая масса коров при изменении упитанности на 1 балл. Полученные данные можно использовать для корректировки норм кормления и рационов коров.

#### Библиографический список

1. Легошин, Г. П. Балльная оценка упитанности мясного скота и ее применение в управлении стадом : практическое руководство / Г. П. Легошин, Т. Г. Шарафеева. – Дубровицы : ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2015. – 48 с.
2. Хакимов, И. Н. Балльная оценка упитанности молодняка мясного скота и её корреляция с живой массой и продуктивностью / И. Н. Хакимов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2017. – С. 18-24.
3. Мударисов, Р. М. Коррекция уровня кормления мясных коров разной живой массы и упитанности / Р. М. Мударисов, И. Н. Хакимов, В. Г. Семенов [и др.] // Известия Национальной академии наук республики Казахстан. – 2019. – Вып. 4, № 380. – С. 46-54.
4. Anderson, L. H. Managing Body Condition to improve Reproductive efficiency in Beef Cows / L. H. Anderson, W. R. Burris, J. T. Johns, K. D. Bullock // College of Agriculture. University of Kentucky. – 2007. – ASC-162. – P. 1-11.
5. Bastin, C. Genetics of body condition score as an indicator of dairy cattle fertility / C. Bastin, N. Gengler // Agron. Soc. Environ. – 2013. – №17. – P. 64-75.
6. Bewley, J. M. Potential for Estimation of Body Condition Scores in Dairy Cattle from Digital / J. M. Bewley, A. M. Peacock, O. Lewis [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2008. – № 91. – P. 3439-3453.
7. Eversole, D. E. Body condition Scoring Beef Cows / D. E. Eversole, R. E. Dietz. – Virginia Cooperative Extension, 2007. – P. 1-24.
8. Eversole, D. E. Body condition Scoring Beef Cows / D. E. Eversole, M. F. Brown, J. B. Hall, R. E. Dietz. – Virginia : University of Virginia, 2007. – P. 1-9.
9. Gadberry, Sh. Body Condition Scoring / Sh. Gadberry, J. Jennings, H. Ward [et al.] // Beef Cattle Production. – Arkansas : University of Arkansas System, 2013. – P. 1-16.
10. Roche, J. R. Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare / J. R. Roche, N. C. Friggens, J. K. Kay [et al.] // J. Dairy Sci. – 2009. – № 92. – P. 5769-5801.
11. Willham, R. L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows / R. L. Willham S. L. Northcutt, D. E. Wilson // Journal of Animal Science. – 2006. – Vol. 70. – P. 1342-1345.

#### References

1. Legoshin, G. P., & Sharafееva T. G. (2015). Ballnaia ocenka upitannosti miasnogo skota i ieio primenenie v upravlenii stadom [Body condition scoring of beef cattle and its application in herd management: a practical guide]. Dubrovitsy: All-Russian research Institute of animal husbandry named after academician L. K. Ernst [in Russian].
2. Khakimov, I. N. (2017). Ballnaia ocenka upitannosti molodniaka miasnogo skota i ieio korreliaciia s zhivoi massoi i produktivnostiiu [Body condition scoring of young beef cattle and its correlation with live weight and productivity]. Innovative Achievements of Science and Technology of the Agro-industry complex '17: Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – Collection of proceedings of the International scientific-practical conference. (pp. 18-24). Kinel': PC Samara SAA [in Russian].

3. Mudarisov, R. M., Khakimov, I. N., Semenov, V. G., Baimukanov, D. A., Varakin, A. T., Kulmakova, N. I., Korosteleva, L. A., Iskhan, K. Zh., & Apeev, K. B. (2019). Korrekciia urovnia kormleniia miasnikh korov raznoi zhivoi massi i upitannosti [Adjustment of the feeding level of meat-type cows with different live weight and fatness]. *Izvestiia Nacionalinoi akademii nauk respubliki Kazahstan – Bulletin of National academy of sciences of the republic of Kazakhstan*, 4, 380, 46-54 [in Russian].
4. Anderson, L. H., Burris, W. R., Johns, J. T., & Bullock, K. D. (2007). Managing Body Condition to improve Reproductive efficiency in Beef Cows. *College of Agriculture. University of Kentucky, ASC-162*, 1-11.
5. Bastin, C., & Gengler, N. (2013). Genetics of body condition score as an indicator of dairy cattle fertility. *Agron. Soc. Environ*, 17, 64-75.
6. Bewley, J. M., Peacock, A. M., Lewis, O., Boyce, R. E., Roberts, D. J., Coffey, M. P., Kenyon, S. J., & Schutz, M. M. (2008). Potential for Estimation of Body Condition Scores in Dairy Cattle from Digital. *Journal of Dairy Science*, 91, 3439-3453.
7. Eversole, D. E., & Dietz, R. E. (2007). Body condition Scoring Beef Cows. Virginia Cooperative Extension.
8. Eversole, D. E., Brown, M. F., Hall, J. B., & Dietz, R. E. (2007). Body condition Scoring Beef Cows. Virginia: University of Virginia.
9. Gadberry, Sh., Jennings, J., & Ward, H. et al. (2013). Body Condition Scoring. Beef Cattle Production. Arkansas: University of Arkansas System.
10. Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher M. W., Stafford K. J., & Berry D. P. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci*, 92, 5769-5801.
11. Willham, R. L., Northcutt, S. L., & Wilson, D. E. (2006). Adjusting weight for body condition score in Angus cows. *Journal of Animal Science*, 70, 1342-1345.

DOI 10.12737/37339

УДК 636.4.033.087.7

## ВЛИЯНИЕ БИШОФИТА И ФОСФАТИДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ

**Саломатин Виктор Васильевич**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Частная зоотехния», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет».

400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26.

E-mail: zootexnia@mail.ru

**Муртазаева Ряшида Назировна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Менеджмент и логистика в АПК», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет».

400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26.

E-mail: rmurtazaeva@mail.ru

**Варакин Александр Тихонович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Частная зоотехния», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет».

400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26.

E-mail: varakinat58@mail.ru

**Корнилова Валентина Анатольевна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Разведение и кормление сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: kornilova\_va@mail.ru

**Ключевые слова:** бишофит, концентрат, молодняк, свиньи, продуктивность.

*Цель исследований – улучшить показатели мясной продуктивности молодняка свиней. Для проведения научно-хозяйственного опыта сформировали четыре группы животных из молодняка свиней крупной белой породы в период откорма. Изучили влияние использования в рационах молодняка свиней природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата, как по отдельности, так и совместно, на формирование мясной продуктивности. Подопытный молодняк в группы подбирала по методу пар-аналогов. Животные сравниваемых групп получали полнорационные комбикорма: в первый период откорма СК-6, во второй период СК-7. Результаты откорма подопытных свиней сравниваемых групп оценивали по ряду показателей, характеризующих в совокупности мясные качества. Основные показатели мясной продуктивности свиней – масса парной туши, убойная масса, убойный выход. Установлено, что введение в полнорационные комбикорма в качестве компонентов природного*

*бишофита и фосфатидного концентрата, как по отдельности, так и в комплексе, в сравнении с контролем, способствует, соответственно, повышению предубойной живой массы молодняка свиней на откорме на 7,84, 9,78 и 10,97%, массы парной туши – на 8,67, 10,37 и 11,92%, выхода туши – на 0,47, 0,33 и 0,53%, убойной массы – на 8,97, 11,18 и 12,94% и убойного выхода – на 0,60, 0,80 и 1,10%. Содержание белка в средней пробе мяса животных, получавших испытываемые компоненты, было больше, чем в контроле, на 0,45, 0,25 и 0,63%. У животных, которые получали природный бишофит и фосфатидный концентрат, был выше абсолютный прирост живой массы. Высокие показатели мясной продуктивности получены у откармливаемого молодняка свиней при дополнительном введении в основной рацион природного Волгоградского бишофита в сочетании с подсолнечным фосфатидным концентратом.*

## **INFLUENCE OF BISCHOFITE AND PHOSPHATID CONCENTRATE ON PORK PRODUCTIVITY**

**V. V. Salomatin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Private Animal Husbandry», FSBEI HE «Volograd State Agrarian University».

400002, Volgograd, University avenue, 26.

E-mail: zootexnia@mail.ru

**R. N. Murtazaeva**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Management and Logistics in the Agricultural Sector», FSBEI HE «Volograd State Agrarian University».

400002, Volgograd, University avenue, 26.

E-mail: rmurtazaeva@mail.ru

**A. T. Varakin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Private Animal Husbandry», FSBEI HE «Volograd State Agrarian University».

400002, Volgograd, University avenue, 26.

E-mail: varakinat58@mail.ru

**V. A. Kornilova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Breeding and Feeding Farm Animals», FSBEI HE «Samara state agrarian university».

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'sky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: kornilova\_va@mail.ru

**Keywords:** bischofite, concentrate, young animals, pigs, productivity.

The aim of the research is improving pork of store pigs. During the scientific and economic experiment, four store pig groups of large white breed were marked during the feeding period. The influence of natural Volgograd bischofite and sunflower phosphatide concentrate both separately and mixed in diets was studied, on pork development from store pigs. The experimental store pig selection into groups was based on the method of pair-analogues. Animals of compared groups received complete feed: in the first period of feeding SK-6 and in the second period SK-7. Feeding results of experimental pigs of compared groups were evaluated by a number of indicators characterizing their meat qualities in total. The main indicators of pork are the hot carcass, slaughter weight and yield. It was found that the introduction to the complete feed natural bischofite and phosphatide concentrate individually, as components and in mixed complex, in comparison with the control, contributes accordingly slaughter live weight in store pigs fattening by 7.84 and 9.78 and 10.97%, their hot carcass – by 8.67, 10.37 and 11.92%, carcass exit – by 0.47-0.33 and 0.53% slaughter weight – by 8.97, 11.18 and 12.94% and slaughter yield – by 0.60, 0.80 and 1.10%. Protein content in the average sample of pork, when animals received test components was more, than in control one by 0.45, 0.25 and 0.63%. Store pigs, which used natural bischofite and phosphatide concentrate the absolute increase in live weight, was higher. Higher meat yield was received from fattened store pigs, with additional introduction to the main diet of natural Volgograd bischofite combined with sunflower phosphatide concentrate.

Продуктивные показатели сельскохозяйственных животных в значительной степени зависят от технологических особенностей их содержания [1]. Улучшению этих показателей во многом способствует обеспечение животных кормами, заготовленными с высоким качеством [5, 6, 9].

Для решения проблемы дальнейшей интенсификации производства в конкурентных условиях рынка необходимо расширять использование эффективных кормовых средств, которые позволяют полнее реализовать генетически обусловленный потенциал продуктивности животных и повысить экономическую эффективность получения продукции [10].

В современных условиях при ведении эффективного животноводства особое внимание уделяется минеральной обеспеченности рационов сельскохозяйственных животных с использованием необходимых кормовых добавок [3].

По сообщению исследователей [4], природный Волгоградский бишофит может служить в рационах эффективной магниевой кормовой добавкой и, вместе с этим, еще дополнительным источником многих других жизненно важных (биогенных, биотических) макро- и микроэлементов для организма животных.

В жизненных процессах, протекающих в организме сельскохозяйственных животных, большую роль играют фосфатиды, принадлежащие к группе липоидов. Эти биологически активные вещества требуются для нормального процесса роста и развития животных.

Проведение исследований по влиянию включения в полнорационные комбикорма природной кормовой добавки бишофита Волгоградского месторождения и подсолнечного фосфатидного концентрата на продуктивность молодняка свиней при откорме представляет научно-практический интерес и является актуальным.

**Цель исследований** – улучшить показатели мясной продуктивности откармливаемого молодняка свиней.

**Задачи исследований** – изучить влияние использования в рационах природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата, как отдельно, так и в сочетании, на величину абсолютного прироста молодняка свиней при откорме и определить послеубойные показатели мясной продуктивности, качество произведенной свинины.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены на молодняке свиней крупной белой породы в период откорма в условиях КХК АО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области.

Для проведения научно-хозяйственного опыта по методу пар-аналогов были сформированы четыре группы молодняка свиней по 27 животных в каждой. Опыт проведен по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Период опыта	Группа животных	Количество животных, голов	Продолжительность периода, дней	Особенности кормления
Подготовительный	Контрольная; I, II, III опытные	108	7	ОР (СК-6, СК-7)
Переходный	Контрольная	27	7	ОР
	I опытная	27	7	ОР + бишофит (приучение)
	II опытная	27	7	ОР + фосфатидный концентрат (приучение)
	III опытная	27	7	ОР + бишофит + фосфатидный концентрат (приучение)
Главный	Контрольная	27	100	ОР
	I опытная	27	100	ОР + бишофит
	II опытная	27	100	ОР + фосфатидный концентрат
	III опытная	27	100	ОР + бишофит + фосфатидный концентрат

Примечание. ОР – основной рацион.

В кормлении подопытного молодняка свиней были использованы полнорационные комбикорма: в первый период откорма СК-6, во второй период СК-7.

В главный период научно-хозяйственного опыта животные контрольной группы потребляли ОР, который включал полнорационные комбикорма: СК-6 и СК-7; животные I опытной группы – ОР + природный Волгоградский бишофит в количестве 6,6-10,8 мл на одну голову в сутки; II опытной – ОР + фосфатидный концентрат из расчета 0,044-0,09 кг на одну голову в сутки; III опытной группы – ОР + природный Волгоградский бишофит + фосфатидный концентрат в количестве, соответственно, 6,6-10,8 мл и 0,044-0,09 кг на одну голову в сутки.

В кормлении молодняка свиней на откорме II и III опытных групп был использован подсолнечный фосфатидный концентрат.

В зависимости от возраста и живой массы откармливаемого молодняка свиней корректировались рационы и количество вводимых добавок в соответствии с изменениями потребностей в них животных.

Все сравниваемые группы откармливаемого молодняка свиней находились в одном помещении и обслуживались одним оператором, осуществлявшим их кормление влажными мешанками из расчета 1 часть комбикорма к 3 частям воды. При этом, согласно принятой технологии на свиноводческом комплексе, суточную норму корма делили на две части и скармливали подопытному молодняку в два приема. Содержание подопытных животных было станковым, безвыгульным.

По завершение исследований был проведен контрольный убой подопытных животных (по 3 головы из каждой сравниваемой группы) для изучения влияния природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата на мясную продуктивность свиней.

Результаты исследований были обработаны с использованием метода вариационной статистики.

**Результаты исследований.** Результаты контрольного убоя свиней на откорме показали, что введение в состав основного рациона природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата оказало благоприятное влияние на формирование мясной продуктивности животных опытных групп (табл. 2).

Таблица 2

Результаты контрольного убоя подопытных животных

Показатель	Группа			
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Предубойная живая масса, кг	105,48±0,35	113,75±0,23	115,80±0,31	117,05±0,75
Масса парной туши, кг	64,60±0,32	70,20±0,34	71,30±0,27	72,30±0,11
Выход туши, %	61,24±0,19	61,71±0,28	61,57±0,21	61,77±0,22
Масса внутреннего жира, кг	3,40±0,11	3,90±0,21	4,30±0,20	4,50±0,12
Выход внутреннего жира, %	3,22±0,01	3,43±0,02	3,71±0,01	3,84±0,03
Убойная масса, кг	68,00±0,43	74,10±0,49	75,60±0,46	76,80±0,23
Убойный выход, %	64,50±0,21	65,10±0,30	65,30±0,23	65,60±0,24

Данные по контрольному убю свидетельствуют о том, что показатель предубойной живой массы откармливаемого молодняка свиней I, II и III опытных групп, в сравнении с животными контрольной группы, был больше соответственно на 8,27 (7,84%,  $P<0,001$ ), 10,32 (9,78%,  $P<0,001$ ) и 11,57 кг (10,97%,  $P<0,001$ ).

Аналогичная закономерность у подопытных животных была выявлена и по массе парной туши. Откармливаемый молодняк свиней I, II и III опытных групп превосходил по названному показателю животных контрольной группы соответственно на 5,60 (8,67%,  $P<0,001$ ), 6,70 (10,37%,  $P<0,001$ ) и 7,70 кг (11,92%,  $P<0,001$ ).

Животные III опытной группы по массе парной туши имели преимущество над молодняком свиней I и II опытных групп соответственно на 2,10 (2,99%,  $P<0,01$ ) и 1,0 кг (1,40%,  $P<0,05$ ).

Животные I, II и III опытных групп по выходу туши превосходили аналогов контрольной группы на 0,47, 0,33 и 0,53%, соответственно.

Согласно полученным результатам, по сравнению с контролем, молодняк опытных групп имел более высокие показатели массы и выхода внутреннего жира.

В процессе исследований установлено, что молодняк свиней I, II и III опытных групп по убойной массе имел превосходство, по сравнению с аналогами контрольной группы, соответственно на 6,10 (8,97%,  $P<0,001$ ), 7,60 (11,18%,  $P<0,001$ ) и 8,80 кг (12,94%,  $P<0,001$ ).

Одним из главных показателей, характеризующих мясные качества откармливаемых животных, является убойный выход [7]. У молодняка свиней контрольной группы этот показатель составил 64,50%, и оказался меньше, чем у аналогов I, II и III опытных групп, соответственно, на 0,60, 0,80 и 1,10% ( $P<0,05$ ).

Преимущество по убойному выходу имели животные III группы, которые превосходили молодняк свиней I и II групп, соответственно, на 0,50 и 0,30%.

Молодняк свиней опытных групп превосходит животных контрольной группы и по площади «мышечного глазка».

Объективным методом оценки качества мяса является анализ его химического состава [8].

В процессе исследований установлено, что в средней пробе мяса молодняка свиней I, II и III опытных групп, по сравнению с животными контрольной группы, белка содержалось больше соответственно на 0,45 ( $P < 0,05$ ), 0,25 и 0,63%. Существенных различий между подопытными животными по содержанию сухого вещества и жира в средней пробе мяса не установлено. Однако, полученные различия по данным показателям между сравниваемыми группами оказались статистически недостоверными.

При выполнении научно-исследовательских работ большое внимание уделяется исследованию гематологических показателей крови подопытных животных [2].

В эксперименте установлено, что изучаемые показатели крови у подопытного молодняка свиней сравниваемых групп соответствовали физиологической норме для данного вида животных.

По результатам проведенных исследований выявлено, что использование в рационах природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата, как отдельно, так и в их сочетании, положительно повлияло на изменение живой массы молодняка свиней на откорме.

В начале главного периода научно-хозяйственного опыта по живой массе подопытные животные не имели существенных различий, что свидетельствует об идентичности сформированных групп.

При этом, за главный период научно-хозяйственного опыта абсолютный прирост живой массы молодняка свиней контрольной группы составил 65,78 кг, I опытной группы – 72,45 кг, II опытной – 74,10 кг и III опытной – 75,45 кг. Животные опытных групп имели этот показатель больше, чем животные контрольной группы, соответственно на 6,67 (10,14%,  $P < 0,01$ ), 8,32 (12,65%,  $P < 0,001$ ) и 9,67 кг (14,70%,  $P < 0,001$ ).

**Заключение.** Включение в состав полнорационного комбикорма природного Волгоградского бишофита и подсолнечного фосфатидного концентрата, как по отдельности, так и в комплексе, позволило повысить интенсивность роста молодняка свиней на откорме, предубойную живую массу, а также послеубойные показатели: массу парной туши, массу внутреннего жира и убойную массу. У животных, получавших испытываемые кормовые средства, были также выше показатели выхода туши и внутреннего жира, убойного выхода. Использование бишофита и фосфатидного концентрата способствовало увеличению содержания белка в средней пробе мяса свиней. Лучшие показатели мясной продуктивности установлены у откармливаемого молодняка свиней, получавшего дополнительно в составе основного рациона природный Волгоградский бишофит и подсолнечный фосфатидный концентрат.

#### Библиографический список

1. Баймишев, Х. Б. Влияние технологии выращивания телок на морфологию их яичника // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – Вып. 3. – С. 34-39.
2. Баймишев, М. Х. Гематологические показатели коров при использовании иммуномодулирующих препаратов / М. Х. Баймишев, С. П. Еремин, Х. Б. Баймишев, С. А. Баймишева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – Вып. 1. – С. 89-94.
3. Батанов, С. Д. Влияние минеральной добавки «Стимул» на биохимические показатели крови / С. Д. Батанов, Г. Ю. Березкина, В. В. Килин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2014. – Т. 220. – С. 38-42.
4. Варакин, А. Т. Повышение воспроизводительной функции у свиней при использовании биологически активных добавок / А. Т. Варакин, В. В. Саломатин, Д. К. Кулик [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 172-177.
5. Карамаева, А. С. Влияние сенажа с биологическими консервантами на качество молока и сыра / А. С. Карамаева, С. В. Карамаев, Н. В. Соболева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – Вып. 1. – С. 84-89.
6. Медведев, А. Ю. Эффективность фазового кормления бычков при круглогодичном скармливании консервированных кормов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – Вып. 1. – С. 157-160.

7. Саломатин, В. В. Мясная продуктивность и биохимические показатели крови свиней при введении в рацион селенорганических препаратов / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, А. С. Шперов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2010. – № 10. – С. 52-55.

8. Саломатин, В. Селенорганический препарат в кормлении свиней / В. Саломатин, Д. Злепкин, Ю. Кравченко // Комбикорма. – 2011. – № 8. – С. 82-83.

9. Хакимов, И. Н. Откормочные качества бычков при скормливании силоса, консервированного бактериальной закваской / И. Н. Хакимов, Р. М. Мударисов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1 (37). – С. 133-138.

10. Zoteev, V. S. False Flax Cakein Mixed Feed For The Fattening Of Lactating Cows And Dairy Stores / V. S. Zoteev, E. I. Pisarev, S. I. Nikolaev [et al.] // Research Journal of Pharma-ceutical. Biological and Chemical Sciences. – 2018. – № 9 (5). – P. 1422-1428.

#### References

1. Baimishev, H. B. (2018). Vliianie tekhnologii virashchivaniia telok na morfologiiu ikh iaichnika [The influence of heifers growing technology on the morphology of their ovary]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 34-39 [in Russian].

2. Baimishev, M. H., Eremin, S. P., Baimishev, H. B., & Baimisheva, S. A. (2019). Gematologicheskie pokazateli korov pri ispolizovanii immunomoduliruiushchikh preparatov [Hematological parameters of cows using immunomodulatory drugs]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 89-94 [in Russian].

3. Batanov, S. D., Berezkina, G. Yu., & Kilin, V. V. (2014). Vliianie mineralnoi dobavki «Stimul» na biohimicheskie pokazateli krovi [The effect of the «Stimul» mineral supplement on blood biochemical parameters]. *Uchenie zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi mediciniim. N. E. Baumana – Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*, 220, 38-42 [in Russian].

4. Varakin, A. T., Salomatin, V. V., Kulik, D. K., Ryadnov, A. A., & Zlepkin, D. A. et al. (2019). Povishenie vosproizvoditelnoi funktsii u svinei pri ispolizovanii biologicheskii-aktivnykh dobavok [Increased reproductive function in pigs using dietary supplements]. *Izvestiia Nizhne-volzhskogo agro- universitetskogo kompleksa: nauka I vissheje professionalnoe obrazovanie – Proceedings of Nizhnevolzskiy agro-university complex: science and higher vocational education*, 1 (53), 172-177 [in Russian].

5. Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V., & Soboleva, N. V. (2019). Vliianie senazha s biologicheskimi konservantami na kachestvo moloka i sira [The effect of hay with biological preservatives on the quality of milk and cheese]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 84-89 [in Russian].

6. Medvedev, A. Yu. (2015). Effektivnost fazovogo kormleniia bichkov pri kruglogodichnom skarmlivanii konservirovannykh kormov [Efficiency of phase feeding of gobies during year-round feeding of canned food]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 157-160 [in Russian].

7. Salomatin, V. V., Ryadnov, A. A., & Shperov, A. S. (2010). Miasnaia produktivnost i biohimicheskie pokazateli krovi svinei pri vvedenii v racion selen-organicheskikh preparatov [Meat productivity and biochemical blood parameters of pigs when organo-selenium preparations are introduced into the diet]. *Kormlenie selskokhoziaistvennykh zhivotnykh I kormoproizvodstvo – Feeding of agricultural animals and feed production*, 10, 52-55 [in Russian].

8. Salomatin, V., Zlepkin, D., & Kravchenko, Yu. (2011). Selen-organicheskije preparat v kormlenii svinei [Organic selenium in pig feeding]. *Kombikorma – Combined feeds*, 8, 82-83 [in Russian].

9. Khakimov, I. N., & Mudarisov R. M. (2015). Otkormochniie kachestva bichkov pri skarmlivanii silosa, konservirovannogo bakterialnoi zakvaskoi [Feeding qualities of calves when feeding silage preserved with bacterial sourdough]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: nauka I vissheje professionalnoe obrazovanie – Proceedings of Nizhnevolzskiy agro-university complex: science and higher vocational education*, 1 (37), 133-138 [in Russian].

10. Zoteev, V. S., Pisarev, E. I., Nikolaev, S. I., Salomatin, V. V., & Varakin, A. T. (2018). False Flax Cakein Mixed Feed For The Fattening Of Lactating Cows And Dairy Stores. *Research Journal of Pharma-ceutical. Biological and Chemical Sciences*, 9 (5), 1422-1428.

## ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕНАЖА ИЗ ЛЮЦЕРНЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ

**Фаттахова Зилия Фидаилевна**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук». 420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.  
E-mail: fattahova.zf@mail.ru

**Шакиров Шамиль Касымович**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук».

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.

E-mail: intechkorm@mail.ru

**Шарафутдинов Газимзян Салимович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: gazimsharaf\_kgay@mail.ru

**Хакимов Исмагиль Насибуллович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2.

E-mail: hakimov\_2@mail.ru

**Ключевые слова:** сенаж, люцерна, консервант, питательность, микроорганизмы.

*Цель исследований – повышение эффективности использования жидких и сухих биологических консервантов при приготовлении сенажа из люцерны. Биоконсервирование, основанное на применении индивидуальных штаммов или ассоциаций молочнокислых бактерий, – перспективное направление ресурсосберегающих технологий заготовки кормов. Изучено влияние биопрепаратов на органолептические свойства, сохранность, питательную ценность и микробиологические показатели сенажа из люцерны. Эксперимент проводился в 2016-2018 гг. в условиях лаборатории отдела агробиологических исследований Татарского НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук». Объект исследований – влияние биологических консервантов на питательные свойства люцернового сенажа, материал для закладки сенажа – зеленая масса люцерны посевной сорта Айслу. В качестве консервантов для сенажа использованы промышленные образцы жидкого биологического консерванта Фербак-Сил с добавлением ферментных препаратов и сухого Биоамид-3 без ферментов. Установлено, что в среднем за 3 года эксперимента использование препаратов привело к совершенствованию процесса биоконсервирования растительных ресурсов, оптимизации числа микроорганизмов и улучшению питательных свойств сенажа люцернового. Внесение в сенажируемую массу люцерны жидкого биоконсерванта Фербак-Сил с ферментами привело к повышению сохранности сухого вещества на 2,06%, сырого протеина – на 0,69%, сырой клетчатки – на 0,37%, сырого жира – на 0,19%, обменной энергии – на 7,10%, концентрации молочнокислых бактерий – на 230,1%, по сравнению с контрольным вариантом. Значения аналогичных показателей в вариантах опыта с сухим биопрепаратом Биоамид-3 без ферментов составили, соответственно, 0,78, 0,51, 0,11, 0,08, 3,13, 170,8 % по отношению к контролю.*

## DYNAMICS OF NUTRITION VALUE AND ALFALFA HAYLAGE MICROBIOLOGICAL INDICATORS WHEN USING BIOLOGICAL PRESERVATIVES

**Z. F. Fattakhova**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture FRC Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences. 420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.  
E-mail: fattahova.zf@mail.ru

**Sh. K. Shakirov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture FRC Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences.

420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.

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

**G. S. Sharafutdinov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Biotechnology, Livestock and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420015, Kazan, K. Marks street, 65.

E-mail: [gazimsharaf\\_kgay@mail.ru](mailto:gazimsharaf_kgay@mail.ru)

**I. N. Khakimov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: [xakimov\\_2@mail.ru](mailto:xakimov_2@mail.ru)

**Keywords:** haylage, alfalfa, preservative, nutrition, microorganisms.

The purpose of the research is increasing the efficiency of using liquid and dry biological preservatives during alfalfa haylage. Conservation based on use of individual strains or lactic acid bacterium community is a promising direction of resource – saving technologies for foraging. Influence of biologies on organoleptic properties, safety, nutritional value and microbiological parameters of alfalfa haylage was studied. The experiment was conducted in 2016-2018 in the laboratory of Agro-Biological Department of Tatar Research Institute of Agriculture of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The object of research is influence of biological preservatives on the nutritional properties of alfalfa haylage, and Aisl alfalfa breed herbage. Industrial samples of Ferbak-SIL liquid biological preservatives with and dry Bioamide-3 enzyme free were used for haylage. It was found that, on average, for 3 years of the experiment, the use of preparations led to the improvement of bio-conservation of herbage, optimization of microorganisms and improvement of nutritional properties of alfalfa haylage. Adding liquid Ferbak-SIL bio-preservative with enzymes to alfalfa herbage led to an increase in the safety of dry matter by 2.06%, raw protein – by 0.69%, raw fiber – by 0.37%, raw fat – by 0.19%, exchange energy – by 7.10%, and concentration of lactic acid bacteria – by 230.1%, compared to the control variant. Values of similar indicators in the variants of the experiment with the dry biological product Bioamide-3 enzymes free were, respectively, 0,78, 0,51, 0,11, 0,08, 3,13, 170,8 % in relation to control.

Устойчивая интенсификация систем животноводства является новым подходом к достижению эффективного использования ресурсов за счет снижения стоимости кормов, совершенствования биотехнологии получения безопасных и сбалансированных кормов. Сенаж является одним из основных кормов, используемых в рационах крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей и других видов домашних животных. В структуре рациона при сенажном типе кормления на долю сенажа может приходиться 30-45% общей питательности рациона. В связи с этим качеству сенажа должно уделяться большое внимание [4, 7].

Одним из перспективных направлений, нацеленных на уменьшение потерь и повышение качества кормов, является биоконсервирование, основанное на применении индивидуальных штаммов или ассоциаций молочнокислых бактерий [8].

В России разработано и используется большое количество биологических консервантов на основе различных бактериальных препаратов повышенной осмоотолерантности как в чистом виде, так и с добавлением ферментных препаратов. Однако их использование не всегда обеспечивает получение доброкачественного продукта. Именно поэтому регулярно ведутся исследования, связанные с поиском, подбором, селекцией и анализом эффективных штаммов молочнокислых бактерий. Применение биологического консервирования способствует успешной заготовке кормов из любых зелёных культур и является элементом ресурсосберегающей технологии заготовки кормов [1, 4, 5].

Известно, что в процессе консервирования высокобелковых бобовых растений внесение молочнокислых бактерий приводит к быстрому подкислению зеленой массы и, в результате, к подавлению жизнедеятельности бактерий рода *Clostridium*, которые вызывают распад белка с образованием масляной кислоты и ядовитых биогенных аминов – триптамина, гистамина, путресцина и кадаверина, а также к снижению потерь питательных веществ в кормах на 8-10 % [1].

**Цель исследований** – повышение эффективности использования жидких и сухих биологических консервантов при приготовлении сенажа из люцерны.

**Задача исследований** – изучить влияние биопрепаратов на органолептические свойства, сохранность, питательную ценность и микробиологические показатели сенажа из люцерны за период 2016-2018 гг.

**Материалы и методы исследований.** Согласно схеме опытов материалом для приготовления сенажа послужила зеленая масса люцерны посевной сорта Айслу селекции Татарского НИИ сельского хозяйства ФИЦ Казанского научного центра РАН, выращенной на экспериментальных полях «Наука», расположенных в Лаишевском районе Республики Татарстан. В сравнительном аспекте в качестве консерванта для сенажа были использованы промышленные образцы жидкого биологического консерванта Фербак-Сил (ООО «НПИ «Биопрепараты», г. Казань, Россия) с добавлением ферментных препаратов и сухого Биоамид-3 (ЗАО «Биоамид», г. Саратов, Россия) без ферментов. Микробиологический состав и нормы внесения биоконсервантов приведены в таблице 1. Биоконсервант Фербак-Сил является совместной разработкой научных сотрудников ООО «НПИ «Биопрепараты» и ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН [2]. Дозы внесения препаратов определяли согласно инструкции производителя.

Таблица 1

Микробиологический состав и нормы применения биологических консервантов

Наименование биологического консерванта	Активные компоненты		Норма ввода	КОЕ в 1 г продукта
	штаммы микроорганизмов	ферменты		
Фербак-Сил	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> <i>Propionibacterium freudenreichii</i>	ксиланаза, амилаза, целлюлаза	70 мл/т	1*10 <sup>9</sup>
Биоамид-3	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i>	–	2,5 г/т	1,3*10 <sup>9</sup>

Исследования образцов сенажа проводились в лабораторных условиях отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в соответствии с «Методическими рекомендациями по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании кормов». Измельченную зеленую массу люцерны закладывали в двух повторностях в полимерные банки, тщательно утрамбовывали, герметично закрывали и хранили в затемненном помещении при температуре +8...+18°С [3].

Контрольным образцом служил сенаж, приготовленный из зеленой массы люцерны без применения заквасок.

В готовом сенаже после вскрытия банок провели органолептические исследования. Согласно схеме общего зоотехнического анализа определяли химический состав кормов по следующим методикам: влажность – высушиванием навесок в электросушильном шкафу; общий азот и массовую долю сырого протеина методом Кьельдаля; сырую клетчатку – с применением промежуточной фильтрации (ГОСТ 55452-2013 Сено и сенаж. Технические условия (с поправкой)). Также изучили наличие и концентрацию различных физиологических групп микроорганизмов.

При проведении микробиологических исследований в пробах сенажа определяли общее число микроорганизмов (ОМЧ) и концентрацию молочнокислых бактерий. Для определения концентрации молочнокислых бактерий производили посев разведений сенажной массы в 3-4 степени на питательную среду – сусло-агар с мелом (ГОСТ 10444.11-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office 2010 с определением критерия достоверности по таблице Стьюдента.

Исследования проведены в рамках государственного задания «Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды», зарегистрированного под номером АААА-А18-118031390148-1.

**Результаты исследований.** Органолептический анализ показал, что все образцы сенажа были не мажущейся консистенции, без признаков ослизнения, зеленовато-коричневого цвета с фруктовым запахом, быстро исчезающим при растирании в руках. Сравнительное изучение химического состава и питательности сенажа из люцерны, законсервированного с различными биоконсервантами, показало, что исследуемые препараты оказали положительное влияние на сохранность питательных веществ в процессе хранения (рис. 1).

При комплексной оценке химического состава сенажа в 2017 г. выявлено снижение всех показателей, в сравнении с другими годами исследования. С учетом того, что образцы зеленой массы люцерны были отобраны в одинаковой фазе вегетации (начало бутонизации), данную разницу мы связываем с погодными условиями.

Люцерна интенсивно растет и формирует полноценную кормовую массу при температурах воздуха выше +18°C. В 2017 г. переход среднесуточных  $t^{\circ}$  через +15°C осуществился только 14 июня, на месяц позже обычных сроков. В то же время под травостоем наблюдалось переувлажнение, создались благоприятные условия для развития листовых болезней люцерны. В результате к моменту скашивания растения люцерны лишились 35-45% наиболее ценной растительной части – листьев [6].

В отношении концентрации сухого вещества, за 3 года исследований наблюдается тенденция увеличения данного показателя во всех пробах сенажа люцернового с добавлением обоих испытываемых препаратов на 0,43-3,52% по отношению к контролю. Наибольший его рост – на 3,52% – отмечен в 2018 г. в образце корма с Фербак-Сил.

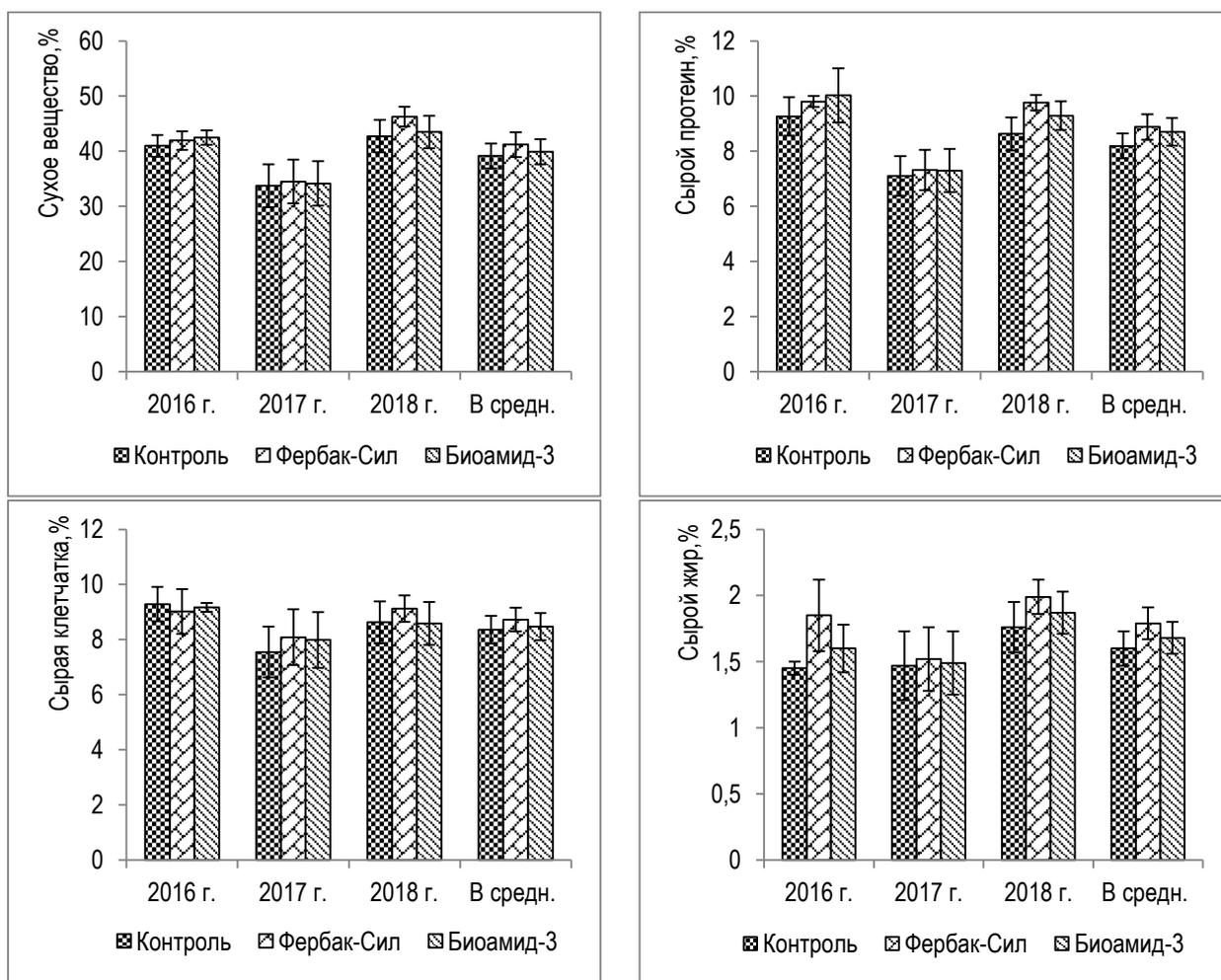


Рис. 1. Динамика изменения химического состава сенажа из люцерны, 2016-2018 гг.

Закономерность в сторону повышения зафиксирована и по количеству сырого протеина. Максимальный уровень данного показателя установлен в сенаже люцерновом с добавлением био-консерванта Биоамид-3 в 2016 г. и с Фербак-Сил – в 2018 г., где составил, соответственно, 10,03 и 9,76 %, что выше, чем в контрольном образце на 0,77 и 1,13 %.

Такая же картина наблюдается и с сохранностью сырого жира в готовых люцерновых сенажах. Увеличение его варьируется в кормах в границах от 0,02% (в 2017 г. с Биоамид-3) до 0,4% (в 2016 г. с Фербак-Сил) в сравнении с контролем. Наибольшее значение уровня сырой клетчатки наблюдали в 2016 г. в контрольном образце сенажа без добавления препаратов – 9,29%. Однако в последующие годы выявлена направленность на повышение сохранности сырой клетчатки в пробах корма с применением биоаквасок. Так, при внесении Фербак-Сил в 2016 г. разница по отношению к контролю составила 0,54%, в 2018 г. – 0,50%.

В среднем по 3-летним данным, образцы сенажа, заготовленного с использованием био-консерванта Фербак-Сил, имели преимущество перед контрольным вариантом по сохранности сухого вещества на 2,06%, сырого протеина – на 0,69%, сырой клетчатки – на 0,37%, сырого жира – на 0,19%. Аналогичные показатели в вариантах опыта с препаратом Биоамид-3 превосходили показатели контрольного образца, соответственно, на 0,78, 0,51, 0,11, 0,08 %.

При оценке уровня питательных веществ, выраженного в обменной энергии (ОЭ) корма, выявлено увеличение в образцах сенажа люцернового с биоаквасками (рис. 2).

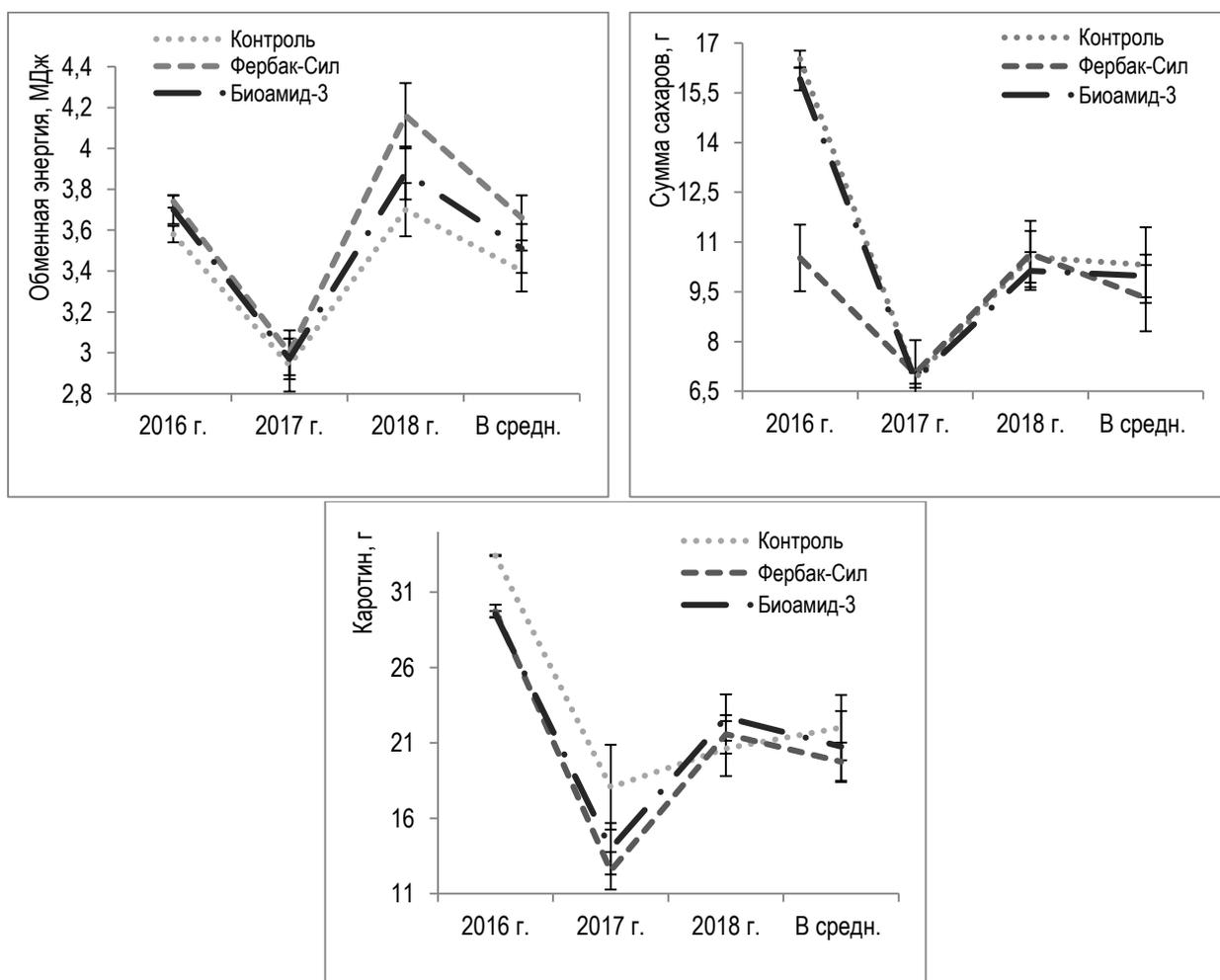


Рис. 2. Динамика изменения питательности сенажа из люцерны, 2016-2018 гг.

Наивысший уровень питательных веществ – 4,16 МДж – установлен в 2018 г. в пробах с Фербак-Сил, что превышало контрольные значения на 12,4 %. В среднем за 3 года ОЭ возросла на 7,10% в исследуемых образцах с добавлением Фербак-Сил и на 3,13% в образцах с Биоамид-3, по отношению к контролю.

Установлено снижение основного питательного субстрата для микроорганизмов – суммы сахаров в сенаже с применением биологических заквасок. Входящие в состав биоконсервантов осмо- толерантные штаммы молочнокислых бактерий в результате микробиологических процессов при созревании сенажа обеспечивают быстрое подкисление корма до pH 4,0 и увеличивают долю выхо- да молочной кислоты из сахара. Это, в свою очередь, обеспечивает прекращение жизнедеятельно- сти всех нежелательных бактерий [8]. Максимальный спад суммы сахаров (на 36,3%) выявлен в 2016 г. в пробах корма с Фербак-Сил по сравнению с контролем. В дальнейшем этот показатель не- много выравнивается. За 3 года исследований снижение в вариантах опыта с Фербак-Сил состав- ляет 16,8%, с Биоамид-3 – 3,0%, по сравнению с контролем. При этом уровень каротина в образцах снизился, соответственно, на 7,6 и 4,1%. С целью выявления концентрации различных микроорга- низмов в образцах сенажа люцерны были проведены микробиологические исследования (рис. 3).

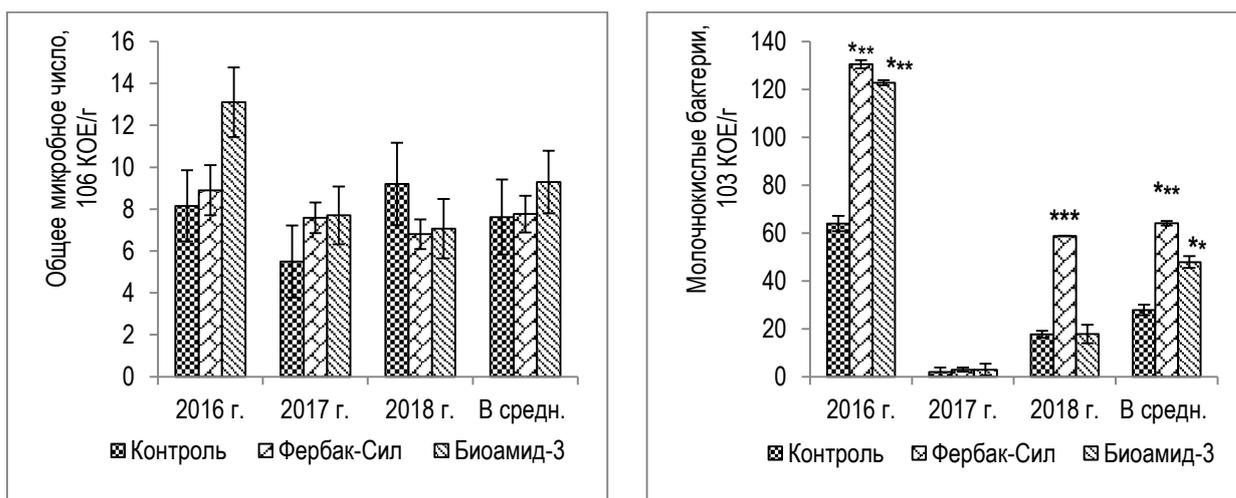


Рис. 3. Концентрация различных физиологических групп микроорганизмов в сенаже из люцерны, 2016-2018 гг. (\*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$  по отношению к контрольному образцу)

По общему микробному числу максимальное значение –  $13,1 \times 10^6$  КОЕ/г (с превосходством над контролем на 60,74%) – было зафиксировано в 2016 г. в пробе сенажа с добавлением консерванта Биоамид-3. В 2018 г. по данному показателю наблюдается увеличение в образцах с Фербак-Сил на 26,09% и с Биоамид 3 – на 23,15% по отношению к контролю. В целом за 3 года исследований общее микробное число в пробах с Фербак-Сил было на уровне контроля, а с биоконсервантом Биоамид-3 превышало его на 21,9%.

По концентрации наиболее необходимых молочнокислых бактерий в сенаже из люцерны установлена положительная тенденция увеличения их количества во всех пробах с добавлением исследуемых биоконсервантов. Между тем, в 2017 г. в сенаже прослеживается динамика резкого снижения числа молочнокислых бактерий (как и по питательности кормов). В образце с Фербак-Сил – в 44,54 раза, с Биоамид-3 – в 41,91, в контроле – в 33,68 раза, по сравнению с предыдущим годом. В дальнейшем, в 2018 г. просматривается рост их концентрации с наибольшей разницей с применением биозакваски Фербак-Сил (в 3,33 раза), по отношению к контролю, и в 20,07 раза, чем в 2017 году. В среднем за 3 года исследований число молочнокислых бактерий было больше в пробах с добавлением Фербак-Сил – на 230,1%, с Биоамид-3 – на 171,8%, по сравнению с контролем.

**Заклучение.** В образцах сенажа из люцерны, законсервированного с использованием жидкого биологического консерванта Фербак-Сил с добавлением ферментных препаратов, установлено преимущество по сохранности сухого вещества, сырой клетчатки, сырого протеина, сырого жира, энергетической ценности, а также по концентрации молочнокислых бактерий, по сравнению с сухим биопрепаратом Биоамид-3 и контрольными пробами, приготовленными без применения заквасок. Таким образом, применение биоконсерванта Фербак-Сил позволит контролировать нежелательные процессы брожения при приготовлении сенажа с целью снижения потерь питательных веществ и улучшения органолептических качеств.

#### Библиографический список

1. Забашта, Н. Н. Эффективность применения «Биовет-Закваски» для сенажной массы люцерны и силоса кукурузного в сравнении с другими консервантами / Н. Н. Забашта, А. Ф. Глазов, А. Б. Власов [и др.] // Сборник научных трудов Северо-Кавказского Научно-исследовательского института животноводства. – 2014. – Т. 3, №3. – С. 97-102.
2. Пат. 2638188 Российская Федерация, МПК А 23 К 30/18. Способ силосования трав биологическим консервантом «Фербак-Сил Б-1» / Гибадуллина Ф. С., Шакиров Ш. К., Ибатуллина Р. П. [и др.]. – заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ТатНИИСХ». – №2638188/13 ; заявл. 23.10.2014 ; опубл. 12.12.2017, Бюл. №14. – 13 с.
3. Таранов, М. Т. Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании кормов / М. Т. Таранов, В. Л. Владимиров, П. А. Науменко. – Дубровицы : ВИЖ, 1983. – 25 с.
4. Фаттахова, З. Ф. Динамика изменения питательности сенажа люцернового по срокам хранения при применении различных биологических консервантов / З. Ф. Фаттахова, Ш. К. Шакиров, И. Т. Бикчантаев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, №3. – С. 77-81. – DOI: 10.12737/article\_5db95f99849449.22933527.
5. Хакимов, И. Н. Откормочные качества бычков при скормливании силоса, консервированного бактериальной закваской / И. Н. Хакимов, Р. М. Мударисов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №1(37). – С. 133-138.
6. Шайтанов, О. Л. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. / О. Л. Шайтанов, М. Ш. Тагиров, Х. З. Каримов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13, №4. – С. 96-102. – DOI: 10.12737/article\_5c3de390aeb-1b1.95182086
7. Knezevic, M. Effects of additive application upon ad libitum intake, in vivo digestibility and nitrogen balance of alfalfa haylage / M. Knezevic, M. Vranic, K. Bosnjak [et al.] // Effects of additive application. – 2009. – Т. 59, №3. – P. 237-243.
8. Schenck, J. Microbial Composition before and after conservation of grass-dominated haylage harvested early, middle, and late in the season / J. Schenck, C. E. Müller // Journal of Equine Veterinary. – 2014. – Vol. 34 (Iss. 5). – P. 593-601. – DOI: 10.1016/j.jevs.2013.11.005.

#### References

1. Zabashta, N. N., Glazov, A. F., Vlasov, A. B., & Golovko, E. N. (2014). Jeffektivnost primeneniia «Biovet-Zakvaski» dlia senazhnoi massi liucerni isilosa kukuruznogo v sravnenii s drugimi konservantami [Effectiveness of «Biovet-Zalvaska» for lucernehaylage and corn silage in comparison with other preservatives]. *Sbornik nauchnikh trudov Severo-Kavkazskogo Nauchno-issledovateliskogo institute zhivotnovodstva – Collection of scientific works of the North Caucasus Livestock Research Institute*, 3, 3, 97-102 [in Russian].
2. Gibadullina, F. S., Shakirov, Sh. K., Ibatullina, R. P., Tagirov, M. Sh., Alimova, F. K., & Fattakhova, Z. F. (2017). Sposob silosovaniia trav biologicheskim konservantom «Ferbak-Sil B-1» [Method for silation of herbs with biological preservative «Ferbak-Sil B-1»]. *Patent 2638188 Russian Federation, IPC A 23 K 30/18, 2638188/13* [in Russian].
3. Taranov, M. T., Vladimirov, V. L., & Naumenko, P. A. (1983). *Metodicheskie rekomendacii po izucheniiu v laboratornikh usloviakh konserviruiushih svoist v himicheskikh preparatov, ispolizuemikh pri silosovanii kormov [Methodical Recommendations for Laboratory Study of Preserving Properties of Chemical Preparations Used in Forage Silation]*. Dubrovicy: All-Russian Institute of animal husbandry [in Russian].
4. Fattakhova, Z. F., Shakirov, Sh. K., & Bikchantaev, I. T. (2019). Dinamika izmeneniia pitatelnosti senazha liucernovogo po srokam hraneniia pri primenenii razlichnikh biologicheskikh konservantov [Dynamics of changes in the feeding value of alfalfa haylage by terms of section days of storage when using various biological preservatives]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 14, 3, 77-81. DOI: 10.12737/article\_5db95f99849449.22933527 [in Russian].
5. Khakimov, I. N., & Mudarisov R. M. (2015). Otkormochniie kachestva bichkov pri skarmlivanii silosa, konservirovannogo bakterialnoi zakvaskoi [Fattening qualities of bulls when feeding silo, canned bacterial sourdough]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: nauka I visshiee professionalnoe obrazovanie – Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: science and higher vocational education*, 1, 3, 133-138 [in Russian].
6. Shaytanov, O. L., Tagirov, M. Sh., & Karimov, H. Z. (2018). Itogi ekologicheskikh ispytaniy novikh gibridov kukuruzi v ekstremalnikh usloviiah 2017 g. [Results of environmental tests of new hybridies of corn in extreme conditions of 2017]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 13, 4, 96-102. DOI: 10.12737/article\_5c3de390aeb1b1.95182086 [in Russian].
7. Knezevic M., Vranic M., Bosnjak K., Leto J., Perculija G., Kutnjak H., & Matic I. (2009). Effects of additive application upon ad libitum intake, in vivo digestibility and nitrogen balance of alfalfa haylage. *Effects of additive application*, 59, 3, 237-243.

8. Schenck J., & Müller, C. E. (2014). Microbial Composition before and after conservation of grass-dominated haylage harvested early, middle, and late in the season. *Journal of Equine Veterinary*, 34 (5), 593-601. DOI: 10.1016/j.jevs.2013.11.005.

DOI 10.12737/37341

УДК 637.05:636.034:577

## **СЫРОПРИГОДНОСТЬ МОЛОКА ЧЕРНО-ПЕСТРЫХ КОРОВ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ КАППА-КАЗЕИНА И ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ О-АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ**

**Шайдуллин Радик Рафаилович**, д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

420011, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: tppi-kgau@bk.ru

**Шарафутдинов Газимзян Салимович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

420011, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: gazimsharaf\_kgau@mail.ru

**Москвичева Анастасия Борисовна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

420011, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: moskvana2@yandex.ru

**Ключевые слова:** молоко, сыропригодность, генотип, ДНК-маркер, ДНК-тестирование.

*Цель исследований – повышение качества и технологических свойств молока коров черно-пестрой породы. Исследования проведены на коровах-первотелках черно-пестрой породы в ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан. Сформированы три группы опытных коров в зависимости от генотипа CSN3 и DGAT1, являющихся аналогами по месяцу лактации. Изучена сыропригодность молока, полученного от коров с разным аллельным вариантом генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы. У опытных коров проведено ДНК-тестирование по генам CSN3 и DGAT1 и определены аллельные варианты данных генов методом полимеразной цепной реакции с последующим анализом по полиморфизму длин рестрикционных фрагментов. При действии сычужного фермента на молоко коров, имеющих генотип CSN3 AB и CSN3 BB, отмечен лучший выход плотного казеинового сгустка (80 и 100%) и отделение сыворотки ( $P < 0,05$ ) при меньшем времени свертывания (20,3 и 16,5 мин;  $P < 0,05-0,01$ ). По гену DGAT1 преимущество установлено у молока первотелок с аллельным вариантом DGAT1 AK и DGAT1 KK, соответственно, 86,7 и 85,7%, 24,0 и 25,7 минут. Наибольшее время свертывания молока характерно для группы CSN3 AA – 29,5 мин – и группы DGAT1 AA – 30,4 мин. По времени свертывания молока (15-40 мин) II тип имеют группы с генотипом CSN3 AB и CSN3 BB с наибольшей долей коров в стаде – 80,0 и 71,4% и с генотипом DGAT1 AK и DGAT1 KK – 86,6 и 85,7%, соответственно. Таким образом, лучшими сыродельческими свойствами обладает молоко, полученное от коров, имеющих в генотипе аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.*

## **MILK OF BLACK-WHITE COWS WITH DIFFERENT GENES OF CAPPA CASEIN AND DIACYLGLYCEROL OF O-ACYLTRANSFERASE FOR CHEESEMAKING**

**R. R. Shaidullin**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420011, Kazan, K. Marx street, 65.

E-mail: tppi-kgau@bk.ru

**G. S. Sharafutdinov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420011, Kazan, K. Marx street, 65.

E-mail: gazimsharaf\_kgau@mail.ru

**A. B. Moskvicheva**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.  
420011, Kazan, K. Marx street, 65.  
E-mail:moskvana2@yandex.ru

**Key words:** milk, cheese making, genotype, DNA marker, DNA testing.

The purpose of the research is improving the quality and technological properties of milk from black-and-white cows. The research was conducted on first-calf cows of a black-and-white breed in LLC «Dusym» of the Atninsky district of the Republic of Tatarstan. Three groups of experimental cows were formed depending on the genotype of *CSN3* and *DGAT1*, which have equal lactation month. Cheese making milk obtained from cows with different allelic variants of the kappa-casein and diacylglycerol O-acyltransferase genes was studied. DNA testing was performed on the *CSN3* and *DGAT1* genes of experimental cows and allelic variants of these genes were determined by polymerase chain reaction followed by analysis of restriction-site polymorphism. It was found that milk of cows with the genotype *CSN3 AB* and *CSN3 BB*, when exposed to rennet, showed a better yield of a dense casein clot (80 and 100%) and separation of serum ( $P < 0.05$ ), with a shorter coagulation time (20.3 and 16.5 min;  $P < 0.05-0.01$ ). According to the *DGAT1* gene, first-calf milk with the allelic variant *DGAT1 AK* and *DGAT1 KK* had the advantage, respectively, 86.7% and 85.7%, 24.0 and 25.7 minutes. The worst milk coagulation time is typical for *CSN3 AA* group – 29.5 minutes and *DGAT1 AA* one – 30.4 min. In terms of milk coagulation time, type II (15-40 min.) groups have the genotype *CSN3 AB* and *CSN3 BB* with the largest share of cows in the herd – 80.0 and 71.4% and with the genotype *DGAT1 AK* and *DGAT1 KK* – 86.6 and 85.7%, respectively. Thus, milk obtained from cows with the kappa-casein gene allele *B* and the diacylglycerol O-acyltransferase gene allele *K* gene in the genotype has the best cheese-making properties.

При выработке сыров наиболее важна в молоке не только массовая доля белка, но и его составляющей части – казеина. От массовой доли казеина и его свойств зависит свертываемость молока сычужным ферментом, выход сыра и его качество.

Исследованиями многих зарубежных и отечественных ученых установлено достоверное и положительное влияние аллеля *B* гена каппа-казеина на физико-химические показатели и технологические свойства молока коров разных пород [2, 4, 8].

У молока коров, имеющих в своем генотипе аллель *B* каппа-казеина (по сравнению с аллелем *A*), меньшее время коагуляции, отличная свертываемость, меньший расход молока; оно содержит мицеллы меньшего диаметра, что достаточно важно для выработки сыра [5, 6, 7].

В настоящее время ведется селекция, направленная на повышение качества и технологических свойств молока, при этом наличие желательных аллелей маркерных генов является у племенных животных важным моментом, который должен использоваться при разведении молочного крупного рогатого скота. Все это показывает на актуальность использования ДНК-маркеров при совершенствовании молочного скота, в том числе и при улучшении технологических свойств молока [1, 3, 9, 10].

**Цель исследований** – повышение качества и технологических свойств молока коров черно-пестрой породы.

**Задачи исследований** – установить влияние генотипов каппа-казеина (*CSN3*) и диацилглицерол О-ацилтрансферазы (*DGAT1*) на сыродельческие свойства молока коров черно-пестрой породы.

**Материал и методы исследований.** Исследования были проведены на коровах-первотелках черно-пестрой породы в ООО «Дусым» Атинского района Республики Татарстан. Сформированы три группы опытных коров в зависимости от генотипа *CSN3* и *DGAT1*, являющихся аналогами по месяцу лактации.

У опытных коров проведено ДНК-тестирование по генам каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы в ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности». Аллельные варианты генов *CSN3* и *DGAT1* определены методом полимеразной цепной реакции с последующим анализом по полиморфизму длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ) продуктов амплификации генов.

Сыродельческие свойства молока первотелок каждой группы определены в индивидуальных пробах молока на втором и третьем месяцах лактации. Сыропригодность молока определяли по методике Н. В. Барабанщикова (1990) при использовании сычужной и сычужно-бродильной пробы (ГОСТ 9225-84). При этом оценивали продолжительность свертывания сычужным ферментом – с момента введения фермента до образования плотного казеинового сгустка.

По сыропригодности молоко разделяли на три типа: I – молоко свертывается менее чем за 15 минут, II – молоко свертывается в течение 15-40 минут, III – молоко свертывается более чем за 40 минут или же не свертывается совсем.

Синерезис (мл) – количество сыворотки, выделившейся за 5, 15, 25 мин свободного фильтрования через бумажный фильтр 100 см<sup>3</sup> молока.

Полученные материалы статистически обрабатывали с расчетом средней арифметической (M) и ошибки средней арифметической (m) с использованием программного приложения Microsoft Excel 2007. Уровень достоверности полученных результатов определяли по критерию Стьюдента при трех уровнях вероятности (P<0,05; P<0,01; P<0,001).

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований установлено, что молоко коров-первотелок с аллелем А гена каппа-казеина имеет худшее состояние казеинового сгустка при сычужном свертывании. У 33% животных с генотипом CSN3 AA из молока формировался рыхлый и дряблый сычужный сгусток (табл. 1). Плотный казеиновый сгусток формировался из молока 80% опытных животных с генотипом CSN3 AB и из молока 100% опытных животных с генотипом CSN3 BB.

Таблица 1

Состояние казеинового сгустка из молока первотелок с разным генотипом CSN3 и DGAT1

Генотип	n	Распределение коров по состоянию сычужного сгустка, %			Распределение по типам свертываемости молока, %		
		плотный	рыхлый	дряблый	I (до 15 мин)	II (15-40 мин)	III (более 40 мин)
<b>CSN3</b>							
AA	15	67	20	13	13	67	20
AB	15	80	20	-	20	80	-
BB	7	100	-	-	29	71	-
<b>DGAT1</b>							
AA	15	54	33	13	7	73	20
AK	15	87	13	-	7	87	7
KK	7	86	14	-	-	86	14

По Н. В. Барабанщикову для изготовления сыра лучшим является молоко, которое сворачивается под действием молокосвертывающего ферментного препарата в пределах 15-40 минут, оно относится ко II типу. В представленных данных, от первотелок, несущих в генотипе аллель В гена каппа-казеина, получено предпочтительное молоко для изготовления сыра, доля таких животных – более 71%. Животные с генотипом CSN3 AA продуцируют молоко, которое относится к I и III типу по времени свертываемости, количество их составило 33%.

Коровы с генотипом DGAT1 AK продуцируют молоко с лучшими сыродельческими свойствами. Так, при действии на молоко сычужного фермента у 87% первотелок образуется плотный казеиновый сгусток, а рыхлый – лишь у 13%. В опытной группе с генотипом DGAT1 AA плотный сгусток получился из молока 54 % коров, а рыхлый и дряблый из молока, соответственно, 33% и 13% коров, что намного меньше. Оптимальным временем свертываемости молокосвертывающим ферментным препаратом (II тип) обладает молоко коров группы с гетерозиготным генотипом DGAT1 AK, доля животных – 86,6%. В гомозиготной группе DGAT1 AA, которые имеют II тип свертываемости молока, отмечено 73% животных.

Наименьшее время свертывания молока сычужным ферментом отмечено у первотелок с генотипом CSN3 BB – 16 минут (табл. 2). Большой период и соответственно худшее время свертывания молока характерно для коров с генотипом CSN3 AA – 29 минут, группа с гетерозиготным генотипом CSN3 AB занимала промежуточное положение – 20 мин. Разница между гомозиготными группами составила 13 минут (P<0,01).

Время свёртывания молока и синерезис казеиновых сгустков из молока первотелок с разным генотипом *CSN3* и *DGAT1*

Генотип	n	Время свёртывания молока, мин	Количество сыворотки, выделившейся после разрезки сгустка, см <sup>3</sup>		
			через 5 минут	через 15 минут	через 25 минут
<b><i>CSN3</i></b>					
AA	15	29 ± 3,07	43,87 ± 2,23	56,33 ± 1,52	61,53 ± 1,44
AB	15	20 ± 1,22	42,53 ± 1,66	58,80 ± 0,99	64,53 ± 1,28
BB	7	16 ± 1,51	50,86 ± 5,24	65,57 ± 2,55	68,86 ± 2,28
<b><i>DGAT1</i></b>					
AA	15	30 ± 2,46	41,93 ± 1,69	52,33 ± 1,07	57,93 ± 1,09
AK	15	24 ± 1,84	43,93 ± 1,85	55,87 ± 1,25	63,27 ± 1,26
KK	7	26 ± 3,41	42,60 ± 3,04	56,00 ± 2,41	61,80 ± 2,74

По гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы лучшей свертываемостью сычужным ферментом обладает молоко животных с генотипом *DGAT1 AK* (24 мин) и *DGAT1 KK* (26 мин). У гомозиготных генотипов *DGAT1 AA* данный показатель плохой – 30 мин, выше, чем у первотелок *DGAT1 AK*, на 6 мин ( $P < 0,05$ ).

Синерезис – уплотнение и стягивание сгустка с выделением сыворотки. Скорость синерезиса определяется влагоудерживающей способностью казеина и зависит от режима тепловой обработки, состава ферментного препарата и концентрации сухих веществ в молоке.

Сравнение казеиновых сгустков по синерезису показало, что группа первотелок с генотипом *CSN3 BB* по количеству выделившейся сыворотки после разрезки сычужного сгустка достоверно превосходит коров с генотипом *CSN3 AA* через 15 минут на 9,24 см<sup>3</sup> ( $P < 0,01$ ) и через 25 минут на 7,33 см<sup>3</sup> ( $P < 0,05$ ), животных с генотипом *CSN3 AB* – через 15 минут на 6,77 см<sup>3</sup> ( $P < 0,05$ ).

По гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы установлено, что при оценке синерезиса отдельно по времени в группе с генотипом *DGAT1 AK* через 5 и 25 мин после разрезания казеинового сгустка выделилось больше сыворотки – 43,93 и 63,27 см<sup>3</sup>. При этом разница статистически достоверна по объему сыворотки между опытными группами *DGAT1 AA* и *DGAT1 AK* после разрезания сычужного сгустка через 15 мин на 3,54 см<sup>3</sup> ( $P < 0,05$ ) и через 25 мин на 5,34 см<sup>3</sup> ( $P < 0,01$ ).

**Заключение.** Лучшими сыродельческими свойствами обладает молоко, полученное от первотелок с генотипом *CSN3 BB* – у них больше выход плотного сычужного сгустка и меньше время свертывания молока. У коров с генотипом *DGAT1 AK* хорошие показатели сыропригодности молока, а худшие – у животных с генотипом *DGAT1 AA*. В целом, хорошими сыродельческими свойствами обладает молоко, которое продуцируют животные, имеющие аллель *B* гена каппа-казеина и аллель *K* гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Данные о наличии взаимосвязи генотипов *CSN3* и *DGAT1* с сыродельческими свойствами молока животных дают возможность совершенствования молочных пород скота с использованием ДНК-маркеров в направлении повышения качества и свойств молока. Следовательно, с целью повышения сыропригодности молока коров черно-пестрой породы целесообразно проводить отбор с использованием ДНК-тестирования для выявления животных, несущих *B*-аллель каппа-казеина и *K*-аллель диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

#### Библиографический список

1. Бигаева, А. В. Сыропригодность молока коров с разными генотипами каппа-казеина / А. В. Бигаева, Х. Х. Гильманов, С. В. Тюлькин [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 6. – С. 26-27.
2. Валитов, Ф. Р. Качественный состав молока коров с разными генотипами по гену каппа-казеина / Ф. Р. Валитов, И. Ю. Долматова, И. Н. Ганиева, И. Р. Кунафин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – 2014. – Т. 219. – С. 70-73.
3. Гончаренко, Г. М. Сравнительная оценка сыропригодности молока симментальской и красной степной породы с учётом генотипов к-казеина / Г. М. Гончаренко, Т. С. Горячева, Н. М. Рудишина [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 110, №12. – С. 113-117.
4. Капельницкая, Е. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров с различными генотипами каппа-казеина / Е. Капельницкая, А. Шилова // Главный зоотехник. – 2015. – № 4. – С. 34-39.

5. Лоретц, О. Г. Влияние генотипа каппа-казеина на технологические свойства молока / О. Г. Лоретц, Е. В. Матушкина // *Аграрный вестник Урала*. – 2014. – № 3 (121). – С. 23-26.
6. Тельнов, Н. О. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров красно-пестрой породы в республике Мордовия / Н. О. Тельнов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2016. – № 2(34). – С. 160-163.
7. Тюлькин, С. Технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина / С. Тюлькин, Т. Ахметов, М. Нурғалиев // *Молочное и мясное скотоводство*. – 2011. – № 8. – С. 4-5.
8. Bonfatti, V. Effects of beta-kappa-casein (CSN2-CSN3) haplotypes, beta-lactoglobulin (BLG) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows / V. Bonfatti, G. Di Martino, A. Cecchinato [et al.] // *J. Dairy Sci.* – 2010. – Vol. 93, 8. – P. 3809-3817.
9. Ganiev, A. S. Reproductive quality of cows of different genotypes on CSN3 And DGAT1 genes depending on milk level / A. S. Ganiev, R. R. Shaidullin, F. S. Sibagatullin [et al.] // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – №9(6). – P. 1504-1509.
10. Safina, N. Y. Combination Of Polymorphism Of The TFAM Gene With Growth Dynamics, Milk Productivity And Reproductive Characteristics Of Cow-Heifers / N. Y. Safina, T. M. Akhmetov, Sh. K. Shakirov [et al.] // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – № 9(6). – P. 1528-1537.

#### References

1. Bigaeva, A. V., Gilmanov, H. H., Tyulkin, S. V., Vafin, R. R., & Galstyan, A. G. (2019). Syro-prigodnost moloka korov s raznimi genotipami kappa-kazeina [Cheese suitability of cow milk with different kappa-casein genotypes]. *Syrodellie i maslodellie – Cheese making and butter making*, 6, 26-27 [in Russian].
2. Valitov, F. R., Dolmatova, I. Yu., Ganieva, I. N., & Kunafin, I. R. (2014). Kachestvennii sostav moloka korov s raznimi genotipami po genu kappa-kazeina [Qualitative composition of cow's milk with different genotypes for the kappa-casein gene]. *Uchenie zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi medicini – Scientific notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine*, 219, 70-73 [in Russian].
3. Goncharenko, G. M., Goryacheva, T. S., Rudishina, N. M., Medvedeva, N. S., & Akulich, E. G. (2013). Sravnitel'naya ocenka siroprigodnosti moloka simmentaliskoi krasnoi stepnoi porodi s uchjotom genotipov k-kazeina [Comparative evaluation of the cheese suitability of Simmental and red steppe milk taking into account k-casein genotypes]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*, 12, 113-117 [in Russian].
4. Kapelnitskaya, E., & Shilova, A. (2015). Molochnaia produktivnost i tekhnologicheskije svoistva moloka korov s razlichnymi genotipami kappa-kazeina [Milk productivity and technological properties of milk from cows with different genotypes of kappa-casein]. *Glavnii zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 4, 34-39 [in Russian].
5. Loretz, O. G., & Matushkina, E. V. (2014). Vliianie genotipa kappa-kazeina na tekhnologicheskije svoistva moloka [The influence of the kappa-casein genotype on the technological properties of milk]. *Agrarii vestnik Urala – Agrarian Bulletin of the Urals*, 3 (121), 23-26 [in Russian].
6. Telnov, N. O. (2016). Vliianie genotipa kappa-kazeina na molochnuu produktivnost i tekhnologicheskije svoistva moloka korov krasno-pestroi porody v respublike Mordoviia [The influence of the kappa-casein genotype on milk production and technological properties of milk of red and white cows in the Republic of Mordovia]. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskhozyaistvennoj akademii – Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2(34), 160-163 [in Russian].
7. Tyulkin, S., Akhmetov, T., & Nurgaliev, M. (2011). Tekhnologicheskije svoistva moloka korov s raznymi genotipami kappa-kazeina [Technological properties of cow milk with different kappa-casein genotypes]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 8, 4-5 [in Russian].
8. Bonfatti, V., Di Martino, G., Cecchinato, A., Degano, L., & Carnier, P. (2010). Effects of beta-kappa-casein (CSN2-CSN3) haplotypes, beta-lactoglobulin (BLG) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows. *J. Dairy Sci.*, 93, 8, 3809-3817.
9. Ganiev, A. S., Shaidullin, R. R., Sibagatullin, F. S., Sharafutdinov, G. S., Moskvicheva, A. B., Tyulkin, S. V., & Faizov, T. H. (2018). Reproductive quality of cows of different genotypes on CSN3 and DGAT1 genes depending on milk level. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 1504-1509.
10. Safina, N. Y., Akhmetov, T. M., Shakirov, Sh. K., Khaertdinov, R. A., Shaidullin, R. R., Sofronov, V. G., & Danilova, N. I. (2018). Combination Of Polymorphism Of The TFAM Gene With Growth Dynamics, Milk Productivity And Reproductive Characteristics Of Cow-Heifers. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 1528-1537.

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КРЕМНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Никулин Владимир Николаевич**, д-р с.-х. наук, проф., декан факультета биотехнологий и природопользования, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ.

460000, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: nikwlad@mail.ru

**Мустафина Александра Сергеевна**, аспирант кафедры «Технологии производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, специалист ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: vshivkovaas@mail.ru

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, оксид кремния, энергия, корм, морфология, кровь.

*Цель исследований – повышение продуктивных качеств цыплят-бройлеров путём включения в основной рацион ультрадисперсного оксида кремния. В ходе проведенного эксперимента установлено биологическое действие ультрадисперсного оксида кремния на организм цыплят-бройлеров. Применение ультрадисперсных частиц  $\text{SiO}_2$  для кормления птицы способствовало увеличению в кровяном русле количества эритроцитов, повышению содержания общего белка, альбуминов. К концу эксперимента число эритроцитов в крови птицы увеличилось: на 17,43% ( $P \leq 0,001$ ) – в крови птицы 1 опытной группы, 16,51% ( $P \leq 0,01$ ) – 2 опытной, 20,80% ( $P \leq 0,001$ ) – 3 опытной и 21,71% ( $P \leq 0,001$ ) – 4 опытной группы, по сравнению с показателем контрольной группы. Количество общего белка в сыворотке крови цыплят 1 и 2 опытных групп увеличилось на 1,36-1,39 %, в 3 и 4 опытных группах отмечено достоверное ( $P \leq 0,05$ ) увеличение на 5,45 и 3,05% соответственно. Содержание глюкозы в крови цыплят опытных групп выше на 8,04-23,65% по сравнению с этим показателем крови цыплят контрольной группы. Во время проведения опыта расход корма на прирост 1 кг живой массы уменьшился: в 1 опытной группе на 3,00 %, во 2 опытной – на 0,50 %, в 3 опытной – на 6,00 %, в 4 опытной – на 4,50 %, по сравнению с этим показателем контрольной группы. Чистая энергия прироста цыплят 1 опытной группы была больше на 4,77 %, 2 опытной – на 6,20 %, 3 опытной – на 19,25 %, 4 опытной – на 11,59 %, чем контрольной. Следовательно, при трансформации энергии корма в энергию тела цыпленка-бройлера коэффициент конверсии энергии у птицы опытных групп выше, чем у бройлеров контрольной группы, на 7,16-21,76 %. Определена наиболее оптимальная доза для дальнейшего исследования.*

## BIOLOGICAL EFFECTS OF SILICON OXIDE NANOPARTICLES ON BROILER CHICKEN

**V. N. Nikulin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Environmental Management, FSBEI HE Orenburg State Agrarian University.

460014, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: nikwlad@mail.ru

**A. S. Mustafina**, Graduate Student of the Department «Production Technology and Processing of Livestock Products», FSBEI HE Orenburg State Agrarian University, employee of FSSI «Federal Research Centre of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences».

460014, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: vshivkovaas@mail.ru

**Keywords:** broiler chickens, silicon oxide, energy, feed, morphology, blood.

The aim of the study is to increase the productive qualities of broiler chickens by including ultrafine silicon oxide into main diet. During the experiment, the biological effect of ultrafine silicon oxide on broiler chickens was established. Use of ultrafine  $\text{SiO}_2$  particles for poultry feeding contributed to an increase in the number of red blood cells and content of total protein and albumins. By the end of the experiment, the number of red blood cells in birds increased by

17.43% ( $P \leq 0.001$ ) – in the blood of birds of the first experimental group, 16.51% ( $P \leq 0.01$ ) – the second one, 20.80% ( $P \leq 0.001$ ) – the third experimental and 21.71% ( $P \leq 0.001$ ) – the fourth experimental group, compared with the indicator of the control group. The amount of total protein in blood serum of chickens of the first and the second experimental groups increased by 1.36-1.39 %, in the third and fourth ones there was a significant ( $P \leq 0.05$ ) increase by 5.45 and 3.05%, respectively. The blood glucose content of chickens in the experimental groups is higher by 8.04-23.65% compared to this indicator with ones in the control group. During the experiment feed consumption per 1 kg gain of live weight decreased: in the first experimental group by 3.00 % in the second by – 0.50 %, the third – 6.00 % the fourth– by 4.50 %, compared to this with the control group. The chicken's vibrancy of the first the experimental group was higher by 4.77 %, the second – by 6.20 %, the third – by 19.25 % and the fourth – by 11.59% than in the control one. Consequently, when converting the feed energy into the body energy of a broiler chicken, the energy conversion coefficient of the experimental group of poultry is higher than that of the control one by 7.16-21.76 %. Thus, the most optimal dose for further research was determined.

Птицеводство является наиболее быстро растущим компонентом мирового производства мяса, оно постоянно растет из-за увеличения численности населения во всем мире, увеличения покупательной способности. Птица обладает большей эффективностью преобразования корма в мясо и яйцо по сравнению с другими видами сельскохозяйственных животных. Промышленные птицефабрики играют важную роль в обеспечении населения страны полноценным белком. Промышленное производство бройлеров обеспечивает население, главным образом, мясной продукцией, поскольку птица выращивается исключительно для мяса.

Продуктивные качества птицы в значительной степени зависят от кормления, а именно, от содержания в рационах биологически активных веществ, в том числе и минеральных, которые участвуют в поддержании нормального водного баланса и кислотно-щелочного равновесия, распределении воды в организме, генерации возбуждения в нервах и мышцах, проводимости нервных импульсов по нервным волокнам и т.д. [3].

Минеральные вещества являются структурным материалом при формировании тканей и органов, участвуют в обмене веществ и других биохимических реакциях, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма птицы и её высокую продуктивность. Многогранное значение в жизнедеятельности всех организмов, в том числе и птиц, имеет кремний. Он необходим для роста и развития животных, функционирования костной и соединительной тканей, нормализации обмена жиров, белков, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов [1].

В настоящее время проводятся исследования по изучению влияния способов введения и различных форм минеральных веществ на продуктивные и физико-химические показатели качества продукции. Одним из перспективных направлений повышения активности минералов является преобразование их в наноразмерные материалы с целью повышения физико-химической активности и биодоступности для организма животных.

**Цель исследований** – повышение продуктивных качеств цыплят-бройлеров путём включения в основной рацион ультрадисперсного оксида кремния.

**Задача исследований** – изучить влияние ультрадисперсного оксида кремния различной дозировки на морфологические и биохимические показатели крови, потребление корма и его перевариваемость, баланс и трансформацию энергии и протеина корма в тело подопытных цыплят-бройлеров.

**Материалы и методы исследования.** Объект исследования – цыплята-бройлеры кросса Арбор-Айкрес. При выполнении исследования были приняты меры по сведению к минимуму страданий животных. Для проведения экспериментального исследования было отобрано 150 голов цыплят-бройлеров 7-суточного возраста. Группы были сформированы по принципу пар-аналогов по 30 голов в каждой группе.

Во время эксперимента, проведённого в условиях экспериментально-биологической клиники (виварий) ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, цыплят содержали в клеточных батареях со свободным доступом к воде и корму. Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях. Содержание, плотность посадки, температурный и световой режимы, влажность воздуха, фронт кормления и поения соответствовали рекомендациям ВНИТИПа.

На протяжении всего эксперимента цыплята-бройлеры получали полноценный комбикорм.

Состав и питательность стартового и ростового комбикорма представлены в таблице 1. Цыплята контрольной группы на протяжении эксперимента получали основной рацион, а птице опытных групп в период учётного периода (14-42 сутки) дополнительно вводили ультрадисперсный оксид кремния SiO<sub>2</sub>: птице 1 опытной группы в дозе 100 мг/кг корма, 2 группы – 200 мг/кг, 3 группы – 300 мг/кг, 4 группы – 400 мг/кг корма. Дозировки 100-400 мг/кг корма выбраны с учётом проведённого анализа литературных данных, в которых отражён положительный эффект влияния кремнийсодержащих препаратов [5].

Таблица 1

Состав и питательность стартового и ростового комбикорма

Показатели	Комбикорм	
	Стартовый (7-28 сутки)	Ростовой (29-42 сутки)
Пшеница, %	27,1	41,2
Кукуруза, %	16,0	22,0
Шрот соевый, %	25,0	15,0
Шрот подсолнечный, %	18,0	8,0
Мука рыбная, %	4,0	6,0
Масло подсолнечное, %	5,0	2,8
Монохлоргидрат лизина (98%), %	0,24	0,11
DL-Метионин (98,5%), %	0,10	0,13
L-Треонин (98%), %	0,03	0,54
Соль поваренная, %	0,30	0,30
Монокальцийфосфат, %	0,7	0,7
Мел кормовой, %	0,5	0,4
Известняковая мука, %	1,0	0,7
Сода пищевая (бикарбонат натрия), %	0,05	0,10
Премикс, %	2,0	2,0
Итого	100,0	100,0

Комбикорм готовили методом ступенчатого смешивания, ультрадисперсные частицы (УДЧ) вводили после 45 мин диспергирования в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т («НПП Академприбор», Россия, 35 кГц, 300 Вт, 10 мкА, 45 мин).

В ходе экспериментов производилась оценка роста и развития цыплят. Контроль над ростом производился еженедельно путем индивидуального взвешивания с последующим расчетом среднесуточного прироста. Сохранность учитывали ежедневно по числу павших особей и суммировали в конце исследования. Учет потребления корма осуществляли ежесуточно в каждой группе. Убой птицы для исследования производили на 28 и 42 сутки.

Переваримость питательных веществ изучалась в ходе балансовых опытов, проведенных по методикам ВНИТИПа. Химический состав помета, кормов и тканей тела бройлеров определялся в Испытательном центре ЦКП на базе ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН по стандартизированным методикам.

На основании полученных результатов по общепринятым методикам производился расчет переваримости корма, энергии в теле подопытной птицы, эффективность трансформации корма в ткани тела подопытной птицы, а так же показателей мясной продуктивности.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0 и программного пакета «MS Excel 2016». Данные представлены в виде: среднее (M) ± стандартная ошибка среднего (m). Достоверными считали результаты при P≤0,05.

**Результаты исследований.** В 10-суточном возрасте живая масса цыплят-бройлеров в среднем составляла 232,33±4,80 г. Начиная с первой недели учетного периода, аналоги опытных групп по данному показателю стабильно опережали своих сверстников из контрольной группы. Живая масса цыплят в опытных группах после недельной дачи ультрадисперсного оксида кремния была выше контрольных значений на 2,55, 3,42, 5,84 и 5,15% соответственно (рис. 1).

Наибольшая разница в живой массе – 6,71 и 5,81 % отмечалась на 14 сутки после начала учетного периода в 3 и 4 опытных группах соответственно. Затем наблюдали снижение прироста живой массы и к 42 суткам оно составило 1,59, 1,99, 3,54 и 3,25 % для 1, 2, 3 и 4 опытных групп соответственно. Таким образом, эффективное ростостимулирующее действие УДЧ оксида кремния

наблюдается до 28-суточного возраста, когда происходят наиболее интенсивные обменные процессы в организме птицы.

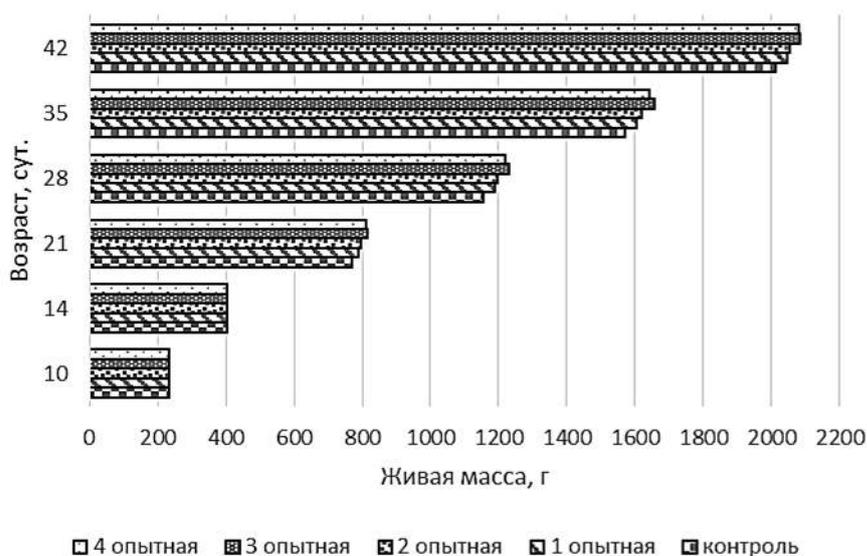


Рис. 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп

Скармливание ультрадисперсного оксида кремния способствовало снижению потребления корма за весь период эксперимента в 1 опытной группе на 0,96 %, в 3 группе – на 2,11%, в 4 группе – на 0,73 %, во 2 опытной группе наблюдали повышение этого показателя на 1,94 % по сравнению с потреблением корма в контрольной группе (рис. 2). В то же время расход корма на прирост 1 кг живой массы уменьшился в 1 опытной группе на 3,00 %, во 2 опытной – на 0,50 %, в 3 опытной – на 6,00 %, в 4 опытной – на 4,50 % по сравнению с этим показателем контрольной группы.

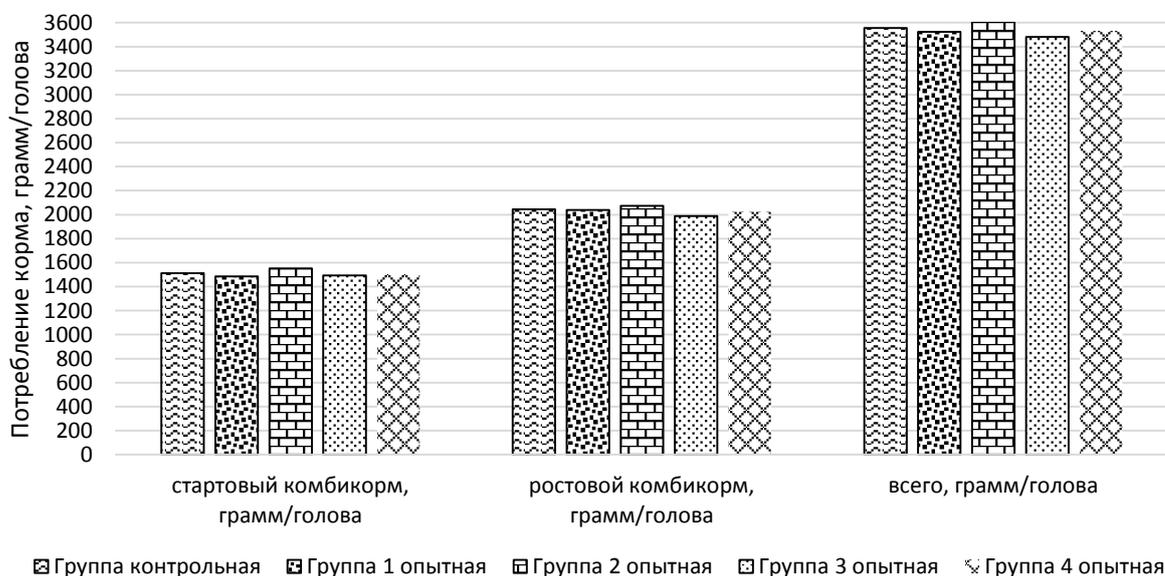


Рис. 2. Потребление комбикорма за эксперимент

Оценка гематологических параметров дает важную информацию о реакции организма на травмы, они являются хорошим индикатором физиологического состояния и состояния здоровья животных и могут быть полезны для дополнения знаний о незнакомом влиянии кормовых добавок [6]. Количественный и качественный состав периферической крови поддерживается на определенном уровне и отражает состояние организма, степень его реактивности и устойчивости к действию внешних факторов.

Доказано, что с ростом живой массы цыплят-бройлеров количество общего белка в сыворотке крови повышается в связи с интенсивно происходящими процессами обмена веществ. Так, к 28 суткам количество общего белка в сыворотке крови цыплят 1 и 2 опытных групп увеличилось на 1,36-1,39 %, в 3 и 4 опытных группах отмечено достоверное ( $P \leq 0,05$ ) увеличение на 5,45 и 3,05 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Основные морфо-биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

Показатель	Группа				
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
28 сутки					
Глюкоза, ммоль/л	8,33±0,60	9,57±0,35	9,00±0,58	10,30±0,51*	10,27±0,43*
Общий белок, г/л	34,48±0,41	34,96±0,92	34,95±0,66	36,36±0,60*	35,53±0,11*
Альбумин, г/л	12,67±0,18	13,00±0,00	14,00±0,00***	14,33±0,33**	14,00±0,58
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> кп/л	40,77±0,90	35,73±0,38**	39,87±0,55	32,35±0,69***	32,40±0,96**
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> кп/л	3,11±0,09	3,76±0,02***	3,78±0,09**	3,87±0,05***	3,86±0,06***
Гемоглобин, г/л	120,00±0,64	117,33±0,88*	116,00±1,15*	132,50±0,41***	131,00±0,36***
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> кп/л	103,00±2,89	111,00±4,62	117,33±1,45**	117,50±0,41**	118,00±1,53**
42 сутки					
Глюкоза, ммоль/л	10,00±0,58	10,30±0,42	10,50±0,23	11,50±0,09*	11,67±0,33*
Общий белок, г/л	35,33±0,68	36,10±0,86	35,58±0,45	39,42±1,22*	38,89±1,18*
Альбумин, г/л	13,33±0,33	13,33±0,67	14,33±1,20	14,50±0,29*	15,00±0,58*
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> кп/л	39,13±1,75	39,07±0,47	37,50±1,40	37,20±1,09	36,80±1,36
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> кп/л	3,27±0,09	3,84±0,03***	3,81±0,05**	3,95±0,01***	3,98±0,06***
Гемоглобин, г/л	118,67±3,18	112,67±7,26	113,00±1,00	133,00±2,40*	133,00±2,31*
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> кп/л	109,00±5,77	106,33±14,72	103,00±4,58	115,00±7,26	123,00±3,46

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  в сравнении с контрольной группой.

К 42 суткам значение этого показателя возросло во всех группах на 0,71-11,58 % по сравнению с аналогичными значениями в 28-суточном возрасте. В 3 и 4 опытных группах содержание общего белка в сыворотке крови цыплят достоверно ( $P \leq 0,05$ ) выше, чем в крови цыплят контрольной группы, на 11,58 и 10,08 %, соответственно.

К концу эксперимента по количеству альбуминовой фракции кровь цыплят опытных групп также превосходит кровь птицы контрольной группы, на 7,50-12,53 %, причем в 3 опытной группе отмечено достоверное ( $P \leq 0,05$ ) увеличение на 8,78 %, в 4 опытной – на 12,53 % по сравнению с контрольными значениями.

До 60 % всего доступного кремния в макроорганизме связано с белками крови, в результате повышается активность таких белков и способность к встраиванию в ткани внутренних органов. Поэтому рассматриваемая форма кремния – реальный фактор ускорения роста и развития внутренних органов [2].

Содержание глюкозы в крови цыплят опытных групп выше на 8,04-23,65 %, по сравнению с этим показателем крови цыплят контрольной группы. К 42-суточному возрасту наблюдается дальнейшее увеличение этого показателя для всех исследуемых групп. Для 3 и 4 опытных групп отмечен достоверный ( $P \leq 0,05$ ) рост содержания глюкозы – на 15,00 и 16,70 % по сравнению с этим показателем крови цыплят контрольной группы.

В результате исследования установлено, что применение УДЧ SiO<sub>2</sub> при кормлении бройлеров в течение 28 суток учётного периода, способствовало увеличению в кровяном русле количества эритроцитов.

К концу эксперимента число эритроцитов в крови птицы увеличилось на 17,43 ( $P \leq 0,001$ ), 16,51 ( $P \leq 0,01$ ), 20,80 ( $P \leq 0,001$ ) и 21,71 % ( $P \leq 0,001$ ) соответственно для 1-4 опытных групп по сравнению с показателем контрольной группы. Повышение количества эритроцитов в крови говорит об усилении функции кроветворения, что связано с высокой интенсивностью обменных процессов в организме цыплят-бройлеров (табл. 2).

Следует отметить и влияние исследуемой добавки на концентрацию гемоглобина в эритроцитарной массе, который отражает функциональные возможности красных клеток крови. Увеличение содержания гемоглобина в крови цыплят к 28 суткам наблюдалось только в 3 и 4 опытных группах и составляло 10,42 и 9,17 % ( $P \leq 0,001$ ) соответственно.

К концу эксперимента в крови цыплят контрольной, 1 и 2 опытных групп наблюдалось снижение данного показателя, а в крови бройлеров 3 и 4 опытных групп отмечен дальнейший рост концентрации гемоглобина. Известно, что повышение содержание гемоглобина в крови может быть связано с увеличением количества или размера эритроцитов. Чем выше концентрация гемоглобина в эритроците, тем больше кислорода может транспортировать данная клетка крови.

К середине эксперимента количество лейкоцитов в крови птицы опытных групп снизилось на 2,21-20,65 % по сравнению с количеством лейкоцитов в крови бройлеров контрольной группы. К концу учетного периода отмечено дальнейшее снижение числа лейкоцитов в крови цыплят контрольной и 2 опытной группы. В крови птицы 1, 3, 4 опытной групп наблюдается небольшое увеличение. В целом, данный показатель находится в пределах нормы для данного вида и возраста цыплят-бройлеров.

В ходе роста и развития организма цыплят-бройлеров отмечено достоверное ( $P \leq 0,01$ ) увеличение количества тромбоцитов в крови цыплят 2, 3, 4 опытных групп – к 28-дневному возрасту на 13,91, 14,08 и 14,56 % соответственно.

К концу эксперимента наблюдается небольшое снижение этого показателя в крови цыплят 1, 2 и 3 опытной групп, в крови бройлеров контрольной и 4 опытной группы отмечен небольшой рост количества тромбоцитов.

Эффективность использования корма вносит значительный вклад в экономическую устойчивость производства цыплят-бройлеров, выращиваемых для мяса, где корма представляют наибольшую переменную стоимость. Эффективность корма можно измерить, используя коэффициент конверсии корма и коэффициенты переваримости питательных веществ [4]. Полученные различия в живой массе цыплят-бройлеров можно объяснить и переваримостью питательных веществ ротового комбикорма (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты переваримости питательных веществ ротового комбикорма при применении УДЧ оксида кремния в кормлении бройлеров

Группа	Коэффициент переваримости			
	Органического вещества	Сырого жира	Сырого протеина	Углеводов
Контрольная	84,07±0,22	83,84±0,23	87,19±0,18	83,11±0,24
1 опытная	82,00±0,72*	84,06±0,62	85,20±0,59*	80,90±0,77*
2 опытная	83,86±0,86	86,01±0,74*	86,71±0,70	82,89±0,91
3 опытная	84,05±0,85	84,50±0,85	87,36±0,69	83,20±0,89
4 опытная	84,67±0,16	84,70±0,16*	87,66±0,13	83,82±0,17

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$  в сравнении с контрольной группой.

Так, если у цыплят контрольной группы переваримость органического вещества ротового комбикорма находилась на уровне 84,07 %, то у птицы 1, 2 и 3 опытных групп она незначительно снизилась, у бройлеров 4 опытной группы она, наоборот, увеличилась на 0,71 %. Коэффициент переваримости сырого жира у цыплят опытных групп незначительно увеличился (на 0,26-2,59 %) по сравнению с аналогичным показателем для бройлеров контрольной группы, это увеличение достоверно ( $P \leq 0,05$ ) только у цыплят 2 и 4 опытных групп. Коэффициенты переваримости сырого протеина и углеводов у бройлеров 1 опытной группы снизились на 2,81 и 2,66 %, у цыплят 2 опытной группы – на 0,55 и 0,26 % соответственно, у птицы 3 и 4 опытных групп, наоборот, увеличились на 0,16 и 0,11 %; 0,54 и 0,85 % соответственно.

Одной из важнейших характеристик обменных процессов, протекающих в организме животных, является эффективность использования обменной энергии. Установлено, что наиболее высокое поступление валовой энергии корма наблюдалось во 2 опытной группе, т.к. в этой группе было потреблено большее количество корма на голову, наиболее низкое поступление валовой энергии отмечено в 3 опытной группе, где потребление корма меньше, чем в контрольной (табл. 4, рис. 2).

Таблица 4

## Баланс и трансформация энергии корма в тело подопытных бройлеров за учетный период

Показатель	Группа				
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Валовая энергия корма, МДж/гол.	67,01	66,40	68,29	65,56	66,51
Обменная энергия, МДж/гол.	48,10	46,32	49,04	46,91	48,38
Чистая энергия прироста, % от валовой энергии	13,91	14,57	14,77	16,59	15,52
Коэффициент конверсии энергии	17,19±2,14	18,62±2,50	18,42±1,43	20,93±2,17	19,16±1,95

Обменная энергия у птицы контрольной группы составила 48,10 МДж на голову, у бройлеров 1 и 3 опытных групп она меньше на 1,78 и 1,19 МДж на голову, в то время как у цыплят 2 и 4 опытных групп она больше на 0,94 и 0,28 МДж/голову соответственно. Исходя из значений валовой и обменной энергии чистая энергия прироста у птицы контрольной группы составляла 13,91 %, у цыплят 1 опытной группы она была больше на 4,77 %, 2 опытной – на 6,20 %, 3 опытной – на 19,25 %, 4 опытной – на 11,59 %. Следовательно, при трансформации энергии корма в энергию тела цыпленка-бройлера коэффициент конверсии энергии у птицы контрольной группы равен 17,19, в то время, как у бройлеров 1 опытной группы он выше на 8,32%, 2 группы – на 7,16 %, 3 группы – на 21,76 %, 4 группы – на 11,46%.

**Заклучение.** В ходе проведенного эксперимента установлено, что применение УДЧ SiO<sub>2</sub> в кормлении птицы способствовало увеличению в кровяном русле количества эритроцитов, повышению содержания общего белка, альбуминов. Увеличение числа эритроцитов в крови птицы в конце эксперимента составило 16,51-21,71 % для опытных групп по сравнению с контрольной группой. Количество общего белка в сыворотке крови цыплят 1 и 2 опытных групп увеличилось на 1,36-1,39 %, в 3 и 4 опытных группах отмечено достоверное ( $P \leq 0,05$ ) увеличение (на 5,45 и 3,05 % соответственно). Содержание глюкозы в крови цыплят опытных групп выше на 8,04-23,65 %, расход корма на прирост 1 кг живой массы меньше на 0,50-6,00 %, чистая энергия прироста выше на 4,77-19,25 %. Таким образом, наиболее продуктивное биологическое действие на организм бройлера наблюдается в 3 опытной группе, где дополнительно к основному рациону вводили наночастицы оксида кремния в дозе 300 мг на 1 кг корма.

## Библиографический список

1. Буянкин, Н. Ф. Применение кремнийорганических соединений // Птицеводство. – 2011. – № 2. – С. 34-35.
2. Дрогалев, А. А. Использование кремнийсодержащих препаратов в птицеводстве // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С 44-51.
3. Мустафина, А. С. Влияние ультрадисперсного кремния на показатели белкового обмена крови молодняка сельскохозяйственных птиц / А. С. Мустафина, В. Н. Никулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (78). – С. 232-236.
4. Мустафина, А. С. Влияние ультрадисперсного кремния на продуктивные качества цыплят-бройлеров / А. С. Мустафина, В. Н. Никулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (80). – С. 300-304.
5. Подобед, Л. Как избавиться от артритов у бройлеров и ремонтного молодняка птицы // Птицеводство. – 2016. – № 2. – С. 50-53.
6. Togun, V. A. Effect of low level inclusion of biscuit dust in broiler finisher diet on pre-pubertal growth and some haematological parameters of unsexed broilers / V. A. Togun, B. S. Oseni // Res Comm Anim Sci. – 2005. – №1. – P.10-14.

## References

1. Buyankin, N. F. (2011). Primeneniie kremnii-organicheskikh soedinenii [Application of organic silicon compounds]. *Pticevodstvo – Poultry*, 2, 34-35 [in Russian].
2. Drogalev, A. A. (2017). Ispolizovaniie kremnii soderzhashchikh preparatov v pticevodstve [Use of silicon-containing preparations in poultry farming]. *Vestnik Krasnoiar'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of KrasSAU*, 1, 44-51 [in Russian].
3. Mustafina, A. S., & Nikulin, V. N. (2019). Vliianiie ultra dispersnogo kremniia na pokazateli belkovogo obmena krvi molodniaka seliskohoziaistvennikh ptic [The effect of ultrafine silicon on the indicators of protein metabolism in the blood of young farm birds]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 4(78), 232-236 [in Russian].

4. Mustafina, A. S., & Nikulin, V. N. (2019). Vlianiie ultra-dispersnogo kremniia na produktivniie kachestva cipliat-broilerov [Effects of ultrafine silicon on the productive qualities of broiler chickens]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 6(80), 300-304 [in Russian].
5. Podobed, L. (2016). Kak izbavitsia ot artritov u broilerov i remontnogo molodniaka ptici [How to get rid of arthritis in broilers and repair young birds]. *Pticevodstvo – Poultry*, 2, 50-53 [in Russian].
6. Togun, V. A., & Oseni, B. S. (2005). Effect of low level inclusion of biscuit dust in broiler finisher diet on pre-pubertal growth and some hematological parameters of unsexed broilers. *ResCommAnim Sci.*, 1, 10-14.

## Содержание

### СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Троц Н. М., Пахомов А. А. Аккумуляция тяжелых металлов зернобобовыми культурами при применении биологически активных веществ в лесостепи Поволжья.....	3
Бакунов А. Л. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Милехин А. В. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Рубцов С. Л. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Шевченко С. Н. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН) Содержание фотосинтетических пигментов как косвенный признак устойчивости сортов картофеля к высоким температурам воздуха и недостаточному увлажнению.....	8
Бакаева Н. П. Содержание азота в почве и активность нитратредуктазы в листьях озимой пшеницы при применении азотных удобрений.....	14
Наумцева К. В. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»), Виноградов Д. В. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева») Эффективность некорневой обработки при выращивании горчицы белой.....	20
Чернякова Г. И. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ), Троц Н. М. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ), Костин Я. В. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева») Эффективность применения органоминеральной системы удобрений с целью инактивации тяжелых металлов при выращивании картофеля в степной зоне Самарского Заволжья.....	27
Лупова Е. И. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева») Влияние сроков посева и защиты растений при возделывании ярового рапса на семена.....	35

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Хакимов И. Н. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ), Мударисов Р. М. (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ), Акимов А. Л. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ) Балльная оценка упитанности мясных коров и её взаимосвязь с промерами тела.....	40
Саломатин В. В. (ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»), Муртазаева Р. Н. (ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»), Варакин А. Т. (ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»), Корнилова В. А. (ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет») Влияние бишофита и фосфатидного концентрата на мясную продуктивность свиней.....	46
Фаттахова З. Ф. (Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук»), Шакиров Ш. К. (Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук»), Шарафутдинов Г. С. (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ), Хакимов И. Н. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ) Динамика питательной ценности и микробиологических показателей сенажа из люцерны при применении биологических консервантов.....	52
Шайдуллин Р. Р. (ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»), Шарафутдинов Г. С. (ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»), Москвичева А. Б. (ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет») Сыропригодность молока черно-пестрых коров с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы.....	59
Никулин В. Н. (ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ), Мустафина А. С. (ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук») Биологическое действие наночастиц оксида кремния на организм цыплят-бройлеров.....	64

## Contents

### AGRICULTURE

<i>Trots N. M., Pakhomov A. A.</i> Accumulation of heavy metals by pulse crops under the application of biologically active substances in the Volga region forest-steppe.....	3
<i>Bakunov A. L. (Samara scientific research Institute of agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences), Milekhin A. V. (Samara scientific research Institute of agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences), Rubtsov S. L. (Samara scientific research Institute of agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences), Shevchenko S. N. (Samara scientific research Institute of agriculture – branch of the Samara research center of the Russian Academy of Sciences)</i> Photosynthetic pigment content as a consequential resistance sign of potato varieties to high temperature and moisture lack.....	8
<i>Bakaeva N. P.</i> Nitrogen content in soil and nitrate reductase activity in winter wheat leaves with the use of nitrogen fertilizers.....	14
<i>Naumtseva K. V. (FSBEI HE Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev), Vinogradov D. V. (FSBEI HE Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev)</i> Foliar feeding effectiveness during white mustard cultivation.....	20
<i>Chernyakova G. I. (FSBEI HE Samara State Agrarian University), Trots N. M. (FSBEI HE Samara State Agrarian University), Ya. V. Kostin (FSBEI HE Ryazan State Agro-technological University named after P. A. Kostychev)</i> Efficiency of application of organomineral fertilizers in order of heavy metals inactivation when growing potatoes in Samara volga steppe zone.....	27
<i>Lupova E. I. (FSBEI HE Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev)</i> Influence of spring rape sowing periods and plant protection during culturing on its seeds.....	35

### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Khakimov I. N. (FSBEI HE Samara State Agrarian University), Mudarisov R. M. (FSBEI HE Bashkir State Agrarian University), Akimov A. L. (FSBEI HE Samara State Agrarian University)</i> Beef cows body condition scoring and its measurements relationship.....	40
<i>Salomatin V. V. (FSBEI HE «Volgograd state agrarian university»), Murtazaeva R. N. (FSBEI HE «Volgograd state agrarian university»), Varakin A. T. (FSBEI HE «Volgograd state agrarian university»), Kornilova V. A. (FSBEI HE «Samara state agrarian university»)</i> Influence of bischofite and phosphatid concentrate on pork productivity.....	46
<i>Fattakhova Z. F. (Tatar Scientific Research Institute of Agriculture FRC Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences), Shakirov Sh. K. (Tatar Scientific Research Institute of Agriculture FRC Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences), Sharafutdinov G. S. (FSBEI HE Kazan State Agrarian University), Khakimov I. N. (FSBEI HE Samara State Agrarian University)</i> Dynamics of nutrition value and alfalfa haylage microbiological indicators when using biological preservatives.....	52
<i>Shaidullin R. R. (FSBEI HE Kazan state agrarian University), Sharafutdinov G. S. (FSBEI HE Kazan state agrarian University), Moskvicheva A. B. (FSBEI HE Kazan state agrarian University)</i> Milk of black-white cows with different genes of cappa casein and diacylglycerol of O-acyltransferase for cheesemaking.....	59
<i>Nikulin V. N. (FSBEI HE Orenburg State Agrarian University), Mustafina A. S. (FSBEI HE Orenburg State Agrarian University, FSSI «Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»)</i> Biological effects of silicon oxide nanoparticles on broiler chicken.....	64

# Информация для авторов

Самарская государственная сельскохозяйственная академия предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», который включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

**К публикации в журнале принимаются собственные новые, не опубликованные ранее основные научные результаты** по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки),
- 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки),
- 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.04 – агрохимия (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.01.07 – защита растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные, биологические науки),
- 06.02.06 – ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных (ветеринарные, биологические, сельскохозяйственные науки),
- 06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные, биологические науки).

Индекс в каталоге Агентства «РОСПЕЧАТЬ» – 84460.

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Адрес редакции: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608), E-mail: ssaariz@mail.ru

## Требования к оформлению статей

Статьи представляются в редакционно-издательский отдел на русском языке в электронном виде (E-mail: ssaariz@mail.ru). Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими параметрами страницы. Поля: верхнее – 2 см, левое – 3 см, нижнее – 2,22 см, правое – 1,5 см. Размер бумаги А4. Стиль обычный. Шрифт – Arial Narrow. Размер – 13, межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 см). Слева без абзаца УДК или ББК, пропущенная строка – название статьи (жирным 14 размер), пропущенная строка – ФИО, место работы, ученая степень, ученое звание, должность, контактные телефоны с указанием кода, почтового и электронного адресов, затем пропущенная строка – ключевые слова (3-5 слов), пропущенная строка – реферат на статью, средний объем 2000 символов (200-250 слов), 12 размер, интервал одинарный (**не следует начинать реферат с повторения названия статьи; необходимо осветить цель, методы, результаты, желательно с приведением количественных данных, четко сформулировать выводы; не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и предложений**). Пропущенная строка, затем текст статьи (размер шрифта – 13). Текст публикуемого материала должен быть изложен лаконичным, ясным языком. **В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить цель исследования, задачи данной работы, в конце статьи – полученные научные результаты с указанием их прикладного характера.**

В конце статьи на **АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ** указывают ФИО, место работы, ученую степень, ученое звание, должность, контактные телефоны с кодом, почтовый и электронный адрес, название статьи, ключевые слова, реферат и библиографический список.

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по

центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

**Объем рукописи 7-10 стандартных страниц текста**, включая таблицы и рисунки (не более трех), таблицы должны иметь тематический заголовок, рисунки должны быть сгруппированы. Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

Библиографический список оформлять по ГОСТ 7.1-2003 (**7-10 источников не старше 10 лет**), по тексту статьи должны быть ссылки на используемую литературу (в квадратных скобках), **НЕ ДОПУСКАЮТСЯ ССЫЛКИ НА УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ**.

**В конце статьи необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.**

Статья подписывается автором и научным руководителем (для аспирантов), прикладываются **две внешние рецензии специалистов по данной тематике (доктора наук или профессора), гарантийное письмо и ксерокопия абонемента на полугодовую подписку журнала в соответствии с количеством заявленных авторов. Представляется в РИО в установленные сроки. За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) ответственность несет автор (авторы)**. Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются.

*Текст статьи проверяется на дублирование, заимствование, уникальность должна быть не ниже 90%*. В случае обнаружения некорректных заимствований и сомнительного авторства будет проведена процедура ретрагирования. При повторном выявлении таких случаев будет отказано в рассмотрении работ авторов в течение 2 лет и доведено до сведения руководителя организации, где работает автор.

Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи авторам не возвращаются.

## Образец оформления статьи

УДК 633.152.47

### КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА И ОБРАБОТКИ ГЕРБИЦИДАМИ

**Куконкова Анастасия Александровна**, аспирант кафедры «Технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия».

603107 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

**Терехов Михаил Борисович**, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия».

603107 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

**Ключевые слова:** тритикале, натура, стекловидность, белок, гербициды.

*Цель исследований – улучшить качество зерна ярового тритикале. Опыт закладывался по двухфакторной схеме в 4-кратной повторности. Изучено качество зерна ярового тритикале в зависимости от норм высева и обработки гербицидами (Магнум + Дикамерон Гранд). Посевной материал – яровой тритикале сорта Ульяна. Качество зерна зерновых культур оценивали рядом показателей, которые в совокупности характеризуют его физико-химические, пищевые и технологические свойства. Основные физические показатели качества зерна натура и стекловидность. Максимальными значениями натуры характеризовалось зерно, полученное в 2007 г. Натура зерна в условиях данного года варьировала от 715 до 716 г/л на вариантах без обработки и от 714 до 716 г/л – на вариантах с обработкой гербицидами. Во все годы исследований стекловидность зерна ярового тритикале в вариантах, обработанных гербицидом, была выше, относительно таковых, необработанных гербицидом. Содержание белка в зерне варьировало от 13,1 до 13,9% на вариантах, необработанных гербицидом, и от 13,7 до 14,7% – на вариантах, обработанных гербицидом. В среднем за 3 года величина валового сбора на вариантах без гербицидов составляла 372,3-437,9 кг/га, а на вариантах с обработкой посевов гербицидами – 505,1-553,5 кг/га. Максимальный валовый сбор белка с гектара был получен в 2008 г. Самым низким валовым сбором белка характеризовался 2007 г. Установлено, что качество зерна ярового тритикале зависело от нормы высева и обработки посевов гербицидами.*

Эффективность любого агротехнического приема получения высоких урожаев тритикале подтверждает необходимость применения оптимальных норм высева, обработки гербицидами, и действия на качество получаемой продукции [2].

**Цель исследований** – улучшить качество зерна ярового тритикале.

**Задача исследований** – определить оптимальные нормы высева и изучить зависимость от обработки гербицидами.

**Материалы и методы исследований.** Продолжение текста статьи....

**Результаты исследований.** Продолжение текста статьи....

**Заключение.** Продолжение текста статьи....

#### Библиографический список

1. Алещенко, А. М. Оценка исходного материала для селекции яровых форм тритикале в условиях ЦЧР // Достижения аграрной науки в начале XXI века. – Волгоград ; Воронеж, 2010. – С. 227-231.
2. Булавина, Т. М. О влиянии агробиологических факторов на содержание белка в зерне ярового тритикале // Почвенные исследования и применение удобрений : сб. науч. тр. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2007. – Вып. 27. – С. 183-189.
3. Булавина, Т. М. Основные факторы, определяющие содержание белка в зерне озимого тритикале // Наука – сельскохозяйственному производству и образованию. – Смоленск, 2010. – С. 45-47.
- ...
7. Пшеничко, Н. М. Влияние нормы высева на урожайность и качество зерна ярового тритикале / Н. М. Пшеничко, В. С. Тоцев // Совершенствование технологий производства и повышение качества продуктивности растениеводства. – Нижний Новгород, 2010. – С. 28-30.

UDK 633.152.47

### THE QUALITY OF SPRING TRITICALE GRAIN DEPENDING ON SOWING NORM AND PROCESSING BY HERBICIDES

**Kukonkova A. A.**, graduate student of the department «Technology of storage and processing of agricultural products», State educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Agricultural Academy».

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

**Terehov M. B.**, dr. agricultural sciences, prof., head of the department «Technology of storage and processing of agricultural products», «State educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Agricultural Academy».

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

**Keywords:** triticale, nature, vitreous, protein, herbicides.

The purpose of the study – to improve the quality of grain of spring Triticale. The Experience was conducted within two-factor scheme in 4 replicates. The quality of grain of spring Triticale has been studied depending on seeding rates and herbicide treatment (Magnum + Dikameron Grand). Seed material – spring Triticale variety – Ulyana. The quality of grain crops was estimated by a number of indicators that jointly characterize its physical-chemical, nutritional and technological properties. The basic physical parameters of grain quality – nature and glassy. Grain obtained in 2007 has been characterized by Maximum values of nature. Grain nature of the current year ranged from 715 to 716 g/l for versions without herbicide treatment and from 714 to 716 g/l – for versions with herbicide treatment. In every experiment year herbicide treated spring Triticale grain glassiness was higher relative to that of untreated herbicide. The protein content in grain (average for 3 years) ranged from 13.1 to 13.9% for trials untreated herbicide and from 13.7 to 14.7% – by trials with herbicide treatment. The average 3-year value of total yield for treatments without herbicides was 372.3-437.9 kg/ha, and on the options to the processing of crops with herbicides – 505.1-553.5 kg/ha. The maximum total yield of protein per hectare was obtained in 2008 The lowest gross protein was characterized in 2007 found that the quality of grain of spring Triticale has been dependent on a seeding rate and herbicides application on seeded crops.

#### Bibliography

1. Aleshchenko, A. M. Evaluation of starting material for selection of spring triticale forms in the Central chernozemic area // Achievements of agricultural science in the beginning of the XXI century. – Volgograd ; Voronezh, 2010. – P. 227-231.
2. Bulavina, T. M. Agro-biological factors impact on spring triticale grain protein content // Soil research and fertilizers application : collection of scientific papers. – Minsk : Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Belarus NAS. – 2007. – Vol. 27. – P. 183-189.
3. Bulavina, T. M. Key factors determining protein content in the winter triticale grain // Science to agricultural production and education. – Smolensk, 2009. – P. 45-47.
- ...
7. Pshenichko, N. M. Seeding rate effect on spring triticale yield and grain quality / N. M. Pshenichko, V. S. Toshev // Production technologies and crop productivity improvement. – Nizhny Novgorod, 2008. – P. 28-30.

**Убедительно просим проверять текст на наличие орфографических и синтаксических ошибок.**