

Том 13, № 4 '2021

12+

ISSN 2077-2084

DOI 10.36508/RSATU.2021.52.28.021

ВЕСТНИК

**РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА**



АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ВЕСТНИК РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени П. А. КОСТЫЧЕВА

Входит 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, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)
05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (сельскохозяйственные науки)
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки)
06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки)
06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки)
06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки)
06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (биологические науки)
06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (ветеринарные науки)
06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки)
06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (биологические науки)
06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

Научно-производственный журнал

Издается с 2009 года

Выходит один раз в квартал

Том 13 № 4, 2021

Учредитель – ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

СОСТАВ

редакционной коллегии и редакции журнала «Вестник РГАТУ»

Главный редактор
С.Н. Борычев,
д-р техн. наук, профессор

**Заместитель
главного редактора**
Л. Н. Лазуткина,
д-р пед. наук, доцент

Технический редактор
М. Ю. Пикушина,
канд. эконом. наук, доцент

Члены редакционной коллегии:

Сельскохозяйственные науки

Л. Д. Варламова, д-р с.-х. наук, профессор
М. А. Габибов, д-р с.-х. наук, профессор
В. В. Калашников, д-р с.-х. наук, профессор
О. И. Кальницкая, д-р вет. наук, доцент
С. А. Клементьева, д-р биол. наук
А. А. Коровушкин, д-р биол. наук, профессор
А. В. Коршунов, д-р с.-х. наук, профессор
Я. В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор
В. И. Лебедев, д-р с.-х. наук, профессор
Ю. А. Мажайский, д-р с.-х. наук, профессор
В. П. Максименко, д-р с.-х. наук, профессор
Н. И. Морозова, д-р с.-х. наук, профессор

М. Д. Новак, д-р биол. наук, профессор
А. И. Новак, д-р биол. наук, доцент
Г. В. Ольгаренко, д-р с.-х. наук, профессор
А. Н. Постников, д-р с.-х. наук, профессор
В. Г. Семенов, д-р биол. наук, профессор
Д.И. Удавлиев, д-р биол. наук, профессор
Р. Н. Ушаков, д-р с.-х. наук, профессор
Г. Н. Фадькин, канд. с.-х. наук, доцент
Л. А. Храброва, д-р с.-х. наук, профессор
А. Ф. Шевхужев д-р с.-х. наук, профессор

Технические науки

П. П. Гамаюнов, д-р техн. наук, профессор
И. К. Данилов, д-р техн. наук, доцент
М. Ю. Костенко, д-р техн. наук, доцент
В. И. Криштафович, д-р техн. наук, профессор
Г. К. Рембалович, д-р техн. наук, доцент
А. П. Савельев, д-р техн. наук, профессор
О. В. Савина, д-р с.-х. наук, профессор
И. А. Успенский, д-р техн. наук, профессор
М. Н. Чаткин, д-р техн. наук, профессор

Компьютерная верстка и дизайн – **Н. В. Симонова**

Корректор – **Е. Л. Малинина**

Перевод – **В. В. Романов**

Адрес редакции: 390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1.,
ауд. 103, тел. 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Тираж 700. Первый завод 200. Заказ № 1479. Дата выхода в
свет 27.12.2021 г.

Регистрационная запись СМИ ПИ № ФС77-51956, зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций 29 ноября 2012 г.

Отпечатано в Издательстве ФГБОУ ВО РГАТУ. Адрес издательства, типографии:
г. Рязань, ул. Костычева, д. 1., ауд. 103. Цена издания 185 руб. 50 коп.
Подписной индекс издания в каталоге "Пресса России" 82422

**HERALD OF
RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**
Named after P.A. Kostychev
Scientific-Production Journal

It is included in the list of peer-reviewed scientific publications, which should publish the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Science, for the degree of Doctor of Science, on scientific specialties and their respective branches of science:

- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (Technical Sciences)
- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (Agricultural Sciences)
- 05.20.03** - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (Technical Sciences)
- 06.01.01** - General agriculture, plant growing (Agricultural Sciences)
- 06.01.02** - Irrigation, land reclamation and land protection (Agricultural Sciences)
- 06.01.04** - Agrochemistry (Agricultural Sciences)
- 06.02.05** - Veterinary sanitation, ecology, zoo hygiene, and veterinary-sanitary expertise (Biological Sciences)
- 06.02.05** - Veterinary sanitation, ecology, zoo hygiene, and veterinary-sanitary expertise (Veterinary Sciences)
- 06.02.07** - Breeding, selection and genetics of farm animals (Agricultural Sciences)
- 06.02.07** - Breeding, selection and genetics of farm animals (Biological Sciences)
- 06.02.10** - Private livestock, technology of livestock products production (Agricultural Sciences)

Issued since 2009
issued once a quarter
Tom 13 # 4 2021

Founder – FSBEI HPE “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev”

“RSATU Herald” EDITORIAL STAFF

Editor in Chief
S. N. Borychev,
Doctor of Technical Science, Full
Professor

Editor in Chief Deputies
L.N. Lazutkina,
Doctor of Pedagogical Science,
Associate Professor

Technical editor
M. Y. Pikushina,
Candidate of Economic Science,
Associate Professor

Editorial Staff:
Agricultural Science

L. D. Varlamova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. A. Gabibov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. V. Kalashnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
O. I. Kaliczka, Doctor of Veterinary Science, Associate Professor
S. A. Klementyeva, Doctor of Biological Science
A. A. Korovushkin, Doctor of Biological Science, Full Professor
A. V. Korshunov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
Y. V. Kostin, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. I. Lebedev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
Y. A. Mazhayskiy, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. P. Maksimenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
N. I. Morozova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
M. D. Novak, Doctor of Biological Science, Full Professor

A. I. Novak, Doctor of Biological Science, Associate Professor
G. V. Olgarenko, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
A. N. Postnikov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
V. G. Semenov, Doctor of Biological Science, Full Professor
D. I. Udavliev, Doctor of Biological Science, Full Professor
R. N. Ushakov, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
G. N. Fadkin, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
L. A. Khrabrova, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,
A. F. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Science, Full Professor,

Technical Science

P. P. Gamayunov, Doctor of Technical Science, Full Professor
I. K. Danilov, Doctor of Technical Science, Associate Professor
M. Y. Kostenko, Doctor of Technical Science, Associate Professor
V. I. Krishtafovich, Doctor of Technical Science, Full Professor,
G. K. Rembalovich, Doctor of Technical Science, Associate
Professor,
A. P. Savelyev, Doctor of Technical Science, Full
Professor,
O. V. Savina, Doctor of Agricultural Science, Full Professor
I. A. Uspenskiy, Doctor of Technical Science, Full Professor
M. N. Chatkin, Doctor of Technical Science, Full Professor, Professor

Computer-Aided Makeup and Design – **N.V. Simonova**
Proof-Reader – **E.L. Malinina**
Translation – **V.V. Romanov**

Editorial address: 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1., RM. 103.,
tel: 8(4912)34-30-27, e-mail: vestnik@rgatu.ru
Circulation 700. Order No. 1479. Date of publication
Date of publication. 27.12.2021

A record CMI PI № FS77-51956, registered by the Federal service for
supervision in the spherical of communications, information technology and
public communications on November 29, 2012
Printed in the Publishing house of the RGATU. Address of the publishing house,
printing house:
Ryazan, Kostycheva str., 1., room 103. the price of the publication is 185 rubles.
50 kopecks. Subscription index of the publication in the catalogue "Press of
Russia" 82422

Содержание

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Амангалиев Б. М., Жусупбеков Е. К., Байтаракова К. Ж., Мустафаев М. Г., Куньипияева Г. Т. Влияние применения способов основной обработки почвы и удобрения на урожайность нута в Алматинской области	5
Брандорф А. З., Репьева Л. А., Будникова Н. В. Влияние породной принадлежности медоносных пчел на критерии качества маточного молочка	17
Брандорф А. З., Быстрова И. Ю., Серебрякова О. В. Исследование содержания флавоноидных соединений в меде разного ботанического происхождения и способов технологической обработки	25
Быстрова И. Ю., Майорова Ж. С., Герцева К. А., Киселева Е. В., Лозовану М. И. Применение кальциевых болюсов в животноводстве	33
Гагарин Е. М., Глазунова Л. А., Доронина М. В. Сравнительный анализ морфологических изменений тканей основы кожи копытца при язвенном процессе Мортелларо	42
Гостева Е. Р., Коник Н. В., Улимбашев М. Б. Изменение показателей роста бычков разного происхождения при выращивании и откорме по технологии мясного скотоводства	52
Гулидова В. А. Сравнительное изучение эффективности баковых смесей дикамбы, метсульфурон-метила, трибенурон-метила и гумата калия в системе защиты озимой пшеницы от сорняков	60
Дедкова А. И., Сергеева Н. Н. Изучение влияния сухого порошка из плодов шиповника на продуктивность цыплят-бройлеров	67
Кулаков В. В., Сайтханов Э. О., Федосова О. А., Карелина О. А., Уливанова Г. В. Оценка общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови коров с учетом продуктивности	73
Лапынина Е. П. Влияние технологии приготовления водных экстрактов пчел на содержание в них отдельных минеральных элементов	83
Ленкова Н. В. Оценка качества мяса свиней с помощью электрического импеданса	90
Малышева Е. В., Пигорев И. Я., Долгополова Н. В. Программирование и урожайность – залог адаптивной интенсификации земледелия	97
Савина О. В., Ильичёв Л. Ф. Использование красного света для активации прорастания семян томата с истекшим сроком годности	104
Урбан Г. А., Челбин С. М., Кротова О. Е., Морозова Е. А., Кротова М. А. Эффективность применения микробиологического фунгицида БисолБисан, Ж и интегрированной системы защиты растений в Ростовской области	112

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бегунков Т. Н. Сравнение экологических характеристик выхлопного газа, прошедшего очистку системой снижения токсичности	122
Безносюк Р. В., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К., Горячкина И. Н., Дрожжин К. Н. Исследование влияния предпосевной обработки горячим туманом биопрепаратов на развитие растений ячменя	130
Костенко М. Ю., Мельничук Д. С., Тетерин В. С. Повышение равномерности распределения дождя за счет применения дождевальной установки с траекторией полива близкой к прямоугольной	138
Латышенок Н. М., Шемякин А. В., Латышенок М. Б., Цымбал А. А., Мусеев Ф. А. Повышение эффективности хранения семенного зерна в малых крестьянско-фермерских хозяйствах	144
Латышенок Н. М., Шемякин А. В., Слободскова А. А., Гаспарян С. В., Цымбал А. А., Мусеев Ф. А. Исследование температурного и влажностного режима хранения семенного зерна в герметичной металлической емкости	152
Столяров А. В., Червяков С. В., Рогонова О. В. Исследование износов деталей регулируемых аксиально-поршневых насос-моторов	159



Content

AGRICULTURAL SCIENCE

Amangaliev B. M., Zhusupbekov E. K., Baytarakova K. Zh., Mustafay M. G., Kunypiyaeva G. T. The influence of application of basic soil treatment and fertilizer on the yield of chick-pea in Almaty region	5
Brandorf A. Z., Repieva L. A., Budnikova N. V. Influence of breed response of honey bees on quality criteria of royal jelly	17
Brandorf A. Z., Bystrova I. Yu., Serebryakova O.V. Investigation of the content of flavonoid compounds in honey of various botanical origin and processing methods	25
Bystrova I. Yu., Mayorova Zh. S., Hertseva K. A., Klseleva E. V., Lozovanu M. I. The use of calcium boluses in animal husbandry	33
Gagarin E. M., Glazunova L. A., Doronina M. V. Comparative analysis of morphological changes in the tissues of the base of the hoof skin in the ulcerative process of Mortellaro	42
Gosteva E. R., Konik N. V., Ulimbashev M. B. Changes in the growth indicators of bulls of different origin during cultivation and fattening using the technology of beef cattle breeding	52
Gulidova V. A. Comparative study of the effectiveness of tank mixtures of dicamba, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl and potassium humate in the system of protection of winter wheat from weeds	60
Dedkova A. I., Sergeyeva N. N. Study of the influence of dry rose powder on the productivity of broiler chickens.	67
Kulakov V. V., Saitkhanov E. O., Fedosova O. A., Karelina O. A., Ulivanova G. V. Evaluation of general clinical, biochemical and coagulation parameters of cows' blood considering the yield	73
Lapynina E. P. Influence of the technology of preparation of water extract of bees on the content of separate mineral elements	83
Lenkova N. V. Assessment of the quality of pig meat using electrical impedance	90
Malysheva E. V., Pigorev I. Ya., Dolgoplova N. V. Programming and yield are the key to adaptive agriculture intensification. programming and yield are the key to adaptive agriculture intensification	97
Savina O. V., Ilyichev L. F. Using red light to activate germination of tomato seeds with an expired shelf life	104
Urban G. A., Chelbin S. M., Krotova O. E., Morozova E. A., Krotova M. A. The efficiency of microbiological fungicide BisolBisan, ZH and an integrated system of plant protection in Rostov region	112

TECHNICAL SCIENCE

Begunkov T. N. Comparison of environmental characteristics of exhaust gas treated with a toxicity reduction system	122
Beznosyuk R. V., Kostenko M. Yu., Rembalovich G. K., t Goryachkina I. N. Drozhzhin K. N. The study of the influence of pretreatment with hot mist of biopreparations on the development of barley plants	130
Kostenko M. Yu., Teterin V. S. Melnichuk D. S. Increasing the uniformity of rain distribution, due to the use of a sprinkler system with a watering trajectory close to a rectangular one	138
Latyshenok N. M., Shemyakin A. V., Latyshenok M. B., Tsymbal A. A., Musaev F. A. Increasing the efficiency of seed grain storage in small peasant-farm farms	144
Latyshenok N. M., Shemyakin A. V., Slobodskova A. A., Gasparyan S. V., Tsymbal A.A., Musaev F. A. Investigation of the temperature and humidity of grain storage in a sealed metal container	152
Stolyarov A. V., Chervyakov S. V., Rogonova O. V. Study of wear of parts of adjustable axial piston pump motors	159



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 5-16
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.5-16

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.51:635.657
DOI:10.36508/RSATU.2021.30.45.001

Влияние применения способов основной обработки почвы и удобрения на урожайность нута в Алматинской области

Батыргалий Мурзабаевич Амангалиев¹, Ербол Капарович Жусупбеков², Куралай Жумановна Байтаракова³, Мустафа Гылман оглы Мустафаев⁴, Гуля Тлеужановна Куныпияева⁵

^{1,2,3,5} Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматинская область, Республика Казахстан

⁴ Институт Почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджанская Республика

¹batyr.amangaliyev@mail.ru

²erbol.zhusupbekov@mail.ru

³kuralai_baitarakova@mail.ru

⁴meliorasiya58@mail.ru

⁵Kunypiyeva_gulya@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель исследований – установить влияние применения разных способов основной обработки почвы и внесения фосфорного удобрения на изменение химических и физических показателей светло-каштановой слабосмытой богарной почвы средней части склона восточной экспозиции в основные фазы развития нута и его урожайность.

Методология. Экспериментальные исследования проводились на опытном поле на территории землепользования ТОО «КазНИИЗиР» Карасайского района Алматинской области, расположенной на полуобеспеченной осадками богаре площадью 5 га. В опыте применялись 3 системы основной обработки почвы под нут: вспашка на 20-22 см, плоскорезная обработка на 10-12 см, чизельная обработка на 30-35 см. В опыте использовали аммофос при посеве нута сорта Камила в норме 60 кг действующего вещества на гектар.

Результаты. В период вегетации нута обеспеченность почвы щелочногидролизующим азотом была низкой (43-86 мг/кг) и имела тенденцию к увеличению от всходов до уборки культуры на вариантах вспашки на 20-22 см, плоскорезной обработки на 10-12 см и чизельной обработки на 30-35 см. Внесение аммофоса в норме 60 кг действующего вещества на гектар при посеве нута способствовало поддержанию содержания подвижного фосфора в почве на повышенном и среднем уровне обеспеченности от начала возобновления вегетации и до среднего в конце ее завершения на применяемых способах основной обработки почвы. Содержание обменного калия в почве было достаточным, хотя от фазы всходов до фазы созревания бобов нута отмечалось снижение на вспашке на 20-22 см с 347 мг/кг до 312 мг/кг, оставаясь на повышенном уровне; на плоскорезной обработке на 10-12 см – с высокой обеспеченности – 440 мг/кг до повышенной – 323 мг/кг; на чизельной обработке на 30-35 см – с повышенного уровня обеспеченности – 314 мг/кг до среднего показателя – 287 мг/кг.

Заключение. Внесение аммофоса в норме 60 кг действующего вещества на гектар и применение плоскорезной обработки на 10-12 см на слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в полусухой зоне Алматинской области обеспечивало формирование наибольшей урожайности нута сорта Камила – 15,0 ц/га.

Ключевые слова: нут, удобрение, вспашка, плоскорезная обработка, чизельная обработка, щелочногидролизующий азот, подвижный фосфор, обменный калий, продуктивная влага, урожайность

© Амангалиев Б. М., Жусупбеков Е. К., Байтаракова К. Ж., Мустафаев М. Г., Куныпияева Г. Т. 2021г.



Для цитирования: Амангалиев Б. М., Жусупбеков Е. К., Байтаракова К. Ж., Мустафеев М. Г. Куньпишева Г. Т. Влияние применения способов основной обработки почвы и удобрения на урожайность нута в Алматинской области// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4, С.5-16 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.30.45.001>

Agricultural sciences

Original article

The influence of application of basic soil treatment and fertilizer on the yield of chick-pea in Almaty region

Batyrgali M. Amangaliev¹, Erbol K. Zhusupbekov², Kuralai Zh. Baytarakova³, Mustafa G. o. Mustafay⁴, Gulya T. Kunyapiyeva⁵ 

^{1,2,3,5} Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production, Almaty region, Kazakhstan

⁴Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

¹batyr.amangaliev@mail.ru

²erbol.zhusupbekov@mail.ru

³kuralai_baitarakova@mail.ru

⁴meliorasiya58@mail.ru

⁵Kunyapiyeva_gulya@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research is to establish the influence of the use of different methods of basic tillage and the introduction of phosphorus fertilizer on the change in chemical and physical parameters of light chestnut slightly washed rain-fed soil in the middle part of the slope of the eastern exposure in the main phases of chickpea development and its yield.

Methods. Experimental studies were carried out on an experimental field on the land use territory of Kazniizir LLP in the Karasai district of Almaty region, located on a 5-hectare semi-sedimentary bogara. In the experiment, 3 systems of basic tillage for chickpeas were used: plowing by 20-22 cm, flat-cut processing by 10-12 cm, chisel processing by 30-35 cm. In the experiment, ammophos was used when sowing chickpeas of the Kamila variety at a rate of 60 kg of active substance per hectare

Results. During the growing season of chickpeas, the availability of alkaline hydrolyzable nitrogen in the soil was low (43-86 mg/kg) and tended to increase from germination to harvesting of the crop on the plowing options by 20-22 cm, flat-cut treatment by 10-12 cm and chisel treatment by 30-35 cm. The introduction of ammophos at a rate of 60 kg of active substance per hectare during chickpea sowing contributed to maintaining the content of mobile phosphorus in the soil at an increased and average level of security from the beginning of the resumption of vegetation to the average at the end of its completion on the methods of basic tillage used. The content of exchangeable potassium in the soil was sufficient, although from the germination phase to the ripening phase of chickpea beans, a decrease was noted on plowing by 20-22 cm from 347 mg/kg to 312 mg/kg remaining at an elevated level, on flat-cutting processing by 10-12 cm – from high security - 440 mg/kg to increased - 323 mg/kg, on chisel processing by 30-35 cm - from an increased level of security - 314 mg/kg to an average of 287 mg/kg.

Conclusion. The introduction of ammophos in the norm of 60 kg of active substance per hectare and the use of flat-cut treatment for 10-12 cm on lightly washed soil in the middle part of the slope of the eastern exposure in the semi-arid zone of the Almaty region ensured the formation of the highest yield of chickpeas of the Kamila variety - 15.0 c/ha.

Key words: intensive agriculture, chickpeas, phosphorus fertilizer, plowing, flat-cut processing, chisel processing, alkaline hydrolyzable nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, productive moisture, yield.

For citation: Amangaliev B. M., Zhusupbekov E. K., Baytarakova K. Zh., Mustafay M. G. o., Kunyapiyeva G. T. The influence of application of basic soil treatment and fertilizer on the yield of chick-pea in Almaty region. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4); 5-16 (in Russ). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.30.45.001>

Введение

В настоящее время зернобобовые культуры рассматриваются как важнейшие источники полноценного растительного белка. Для засушливых районов Алматинской области наиболее перспективной зернобобовой культурой является нут, обладающий высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и повреждению болезнями и вредителями. Расширение посевных площадей

под этой ценной продовольственной культурой в значительной степени зависит от повышения урожайности, где минеральному питанию отводится важная роль. Применение минеральных удобрений на посевах нута в зоне светло-каштановых почв имеет огромное значение в увеличении валовых сборов зерна.

По питательности нут не уступает гороху, чечевице, бобам, а по содержанию жира превосходит



многие зернобобовые культуры (кроме сои). В зависимости от сорта, агротехники возделывания, климатических условий семена нута содержат от 13 до 31 % белка, от 4 до 7 % жира, от 45 до 60 % безазотистых экстрактивных веществ и от 2,5 до 5,0 % золы [1].

Зерно нута – ценный источник минеральных веществ, витаминов и других биологически ценных веществ. Его семена богаты белком (до 25,8 %), в них содержится до 8,2 % жира, до 60 % крахмала + сахара, 3 % клетчатки [2, 12, 15].

Данная статья посвящена совершенствованию элементов технологии возделывания нового сорта нута Дон Плаза. Установлено, что наибольшая продуктивность культуры обеспечивается при отвальном способе основной обработки почвы и фоне удобрений $N_{30}P_{80}K_{80}$. В условиях дефицита энергетических и минеральных ресурсов возможно применение менее энергозатратной комбинированной обработки и среднего фона минерального питания ($N_{15}P_{40}K_{40}$), обеспечивающего наиболее эффективное использование удобрений [3].

Значение нута в сельском хозяйстве велико в связи с высоким содержанием полноценного белка, лучшим качеством и усвояемостью его в сравнении с зерновыми культурами. Нут является культурой раннего срока посева благодаря способности переносить заморозки до $-10^{\circ}C$. После уборки нута в пахотном слое почвы может накапливаться от 50 до 100 кг/га азота за счет пожнивных-корневых остатков, а также деятельности клубеньковых бактерий.

На сегодняшний день проблема выращивания нута заключается в отсутствии единой рекомендованной агротехники, разработанной для степной зоны Южного Урала, которая могла бы применяться во всех хозяйствах, при этом обеспечивая стабильную урожайность и высокие экономические показатели. Первоочередной задачей повышения эффективности выращивания нута является снижение затрат на основную обработку почвы за счет применения ресурсосберегающих технологий, основанных на минимизации обработки почвы. В статье проводится оценка различных способов основной обработки почвы под нут, их влияние на показатели влажности, плотности почвы и формирование урожая возделываемой культуры.

Экспериментальные исследования проводились в учебно-опытном хозяйстве Оренбургского ГАУ в зернопаровом севообороте с 2017 по 2019 годы. Схема опыта включала 16 вариантов, состоящих из различных по интенсивности систем обработки почвы. За 2017–2019 годы установлено, что наиболее перспективным по сравнению с другими способами обработки почвы под нут является плоскорезное рыхление: оно обеспечивает оптимальную плотность почвы, лучшее накопление влаги и высокий урожай нута [4].

В условиях лесостепи Среднего Поволжья в двухфакторном опыте изучались сорта: Приво 1, Волгоградский 10, Краснокутский 36, Волжанин, Вектор (фактор А); нормы высева: 500, 600, 700, 800 тыс./га (фактор В). Полевые опыты в

2012–2013 годах закладывались в кормовом севообороте. Урожайность по годам отличалась на 25–40 %. Так, в 2013 году складывались благоприятные условия для формирования урожая нута. Исследованиями выявлено, что уровень урожайности нута находился в пределах 1,63–2,34 т/га. Для всех сторон наиболее подходящей была норма высева 500–600 тыс./га. Максимальную урожайность обеспечил сорт Волжанин. На основе химического анализа зерна выявлено, что нут отличается высоким сбором переваримого протеина, выходом кормопротеиновых единиц и обменной энергии [5].

Полученные данные ещё раз подтверждают, что увлечение минимализацией обработки почвы под нут приводит к резкому снижению урожайности и увеличению засорённости полей, а внедрение чизельной как основной обработки почвы является уверенной альтернативой основной обработке с оборотом пласта, что и подтверждают наши опыты. Полученные данные по результатам исследования в течение двух лет по засорённости посевов и урожайности нута дают возможность внедрения в технологический процесс осенних агротехнических приёмов борьбы с сорной растительностью с применением гербицидов сплошного действия, способов основной обработки почвы с осенним выравниванием почвы. Такая технология позволяет решать вопросы борьбы с сорной растительностью, открывая возможность получения стабильных урожаев ценной бобовой культуры нут сорта Дон Плаза. Установлены оптимальный способ основной обработки почвы, срок и способ посева, норма высева семян нута, а также эффективные агротехнические мероприятия по вегетации растений в степной зоне Ростовской области [6].

Цель исследования – сформировать систему технологических операций, позволяющую создавать высокопродуктивные агроценозы нута в степной зоне Ростовской области. В ходе исследования, которое проводилось в 2016–2017 гг., были выявлены основные закономерности формирования урожайности нута в зависимости от способов основной обработки почвы и норм высева семян, возможности регуляции засорённости посевов нута агротехническими и химическими способами, эффективность комплекса мероприятий по борьбе с многолетними сорняками в осенний период путём агротехнических приёмов с применением гербицида глифосатной группы. Полученные данные по результатам исследования в течение двух лет по засорённости посевов и урожайности нута дают возможность внедрения в технологический процесс осенних агротехнических приёмов борьбы с сорной растительностью с применением гербицидов сплошного действия, способов основной обработки почвы с осенним выравниванием почвы [7].

Одной из востребованных зернобобовых культур в мире является нут, спрос на которого устойчиво растёт. В соседней России за последние годы цена нута превысила 50 тыс. рублей за тонну, поэтому сельхозпроизводители проявляют все больший интерес: нут становится самой прибыльной



культурой [9]. В семенах нута содержится от 20,0 до 32,5 % сырого протеина, 47-60 % крахмала. Содержание углеводов в нуте в несколько раз превышает таковое в соевом шроте. По количеству основных незаменимых аминокислот – метионина и триптофана – нут превосходит все другие бобовые культуры.

Нут – важная зерновая бобовая культура, по питательной ценности зерна превосходит все другие культуры этой группы. В мировом земледелии по распространению он занимает третье место после сои и фасоли. Наибольшие площади нута сосредоточены в Азии, Центральной и Южной Америке. В России в 2014 г. он высевался на 465 тыс. га [10]. Основные посевы размещаются в степных районах Поволжья, Урала и Северного Кавказа, где годовое количество осадков не превышает 350 мм [11]. В последние годы география выращивания нута расширяется. Им стали заниматься в Западно-Сибирском и Центрально-Черноземном регионах России. Это в значительной степени связано с востребованностью нута на внешнем рынке. Наибольшим спросом на экспорт пользуется зерно с диаметром семян 9-10 мм и массой 1000 семян более 350 г.

Приведены результаты исследований на севере штата Новый Южный Уэльс, в зерновом поясе которого имеется необходимость улучшения обеспечения растений азотом за счет совершенствования севооборотов. Рассмотрено влияние нута в севооборотах с зерновыми культурами при применении азотных удобрений (50 и 100 кг/га) на баланс азота. Азотфиксация составляла у нута 29-85 кг/га в зависимости от доз азотных удобрений. После уборки нута в почве оставалось дополнительно 6-31 кг/га $N-NO_3$ [13].

По площади посева в мировом земледелии нут занимает 3-е место после сои и фасоли – более 10-12 млн га [14]. Мировой спрос на него устойчиво растет. По предварительным данным, мировой экспорт нута в 2016 году превысил 2,5 млн тонн. Для сравнения: в 2011 году он составлял 1,3 млн тонн, в 2006 году – всего 924,5 тыс. тонн [8]. В России за последние годы цена нута превысила 50 тыс. рублей за тонну, поэтому сельхозпроизводители проявляют все больший интерес: нут становится самой прибыльной культурой. В Казахстане также возрос интерес к нуту, так как он имеет универсальные биологические особенности и морфологические свойства, которых недостает другим зернобобовым культурам. Для засушливых районов Алматинской области наиболее перспективной зернобобовой культурой является нут, обладающий высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и повреждению болезнями и вредителями.

Приводятся результаты исследований за 2016-2018 гг. с оценкой показателей площади листьев, фотосинтетического потенциала, структуры урожая, продуктивности сортов нута: Приво 1, Волгоградский 10, Волжанин при разных приемах обработки посевов стимулятором роста Матрица Роста и микроудобрительными препаратами Мегамикс

Профи, Аминокат+Райкат Развитие. В многофакторный опыт по изучению разных сортов нута, доз минеральных удобрений и обработки посевов по вегетации входили: два фона минерального питания: контроль без удобрений, внесение удобрений $N_{12}P_{52}$ (фактор А); три сорта нута: «Приво 1», «Волжанин», «Волгоградский-10» (фактор В); обработка по вегетации: контроль (без обработки), «Матрица Роста», «Мегамикс Профи», «Аминокат+Райкат Развитие» (фактор С). Исследованиями выявлено, что все варианты обработок посевов улучшают показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах и повышают продуктивность нута. Максимальная урожайность нута была достигнута при внесении $N_{12}P_{52}$ у сорта Волжанин в варианте с обработкой посевов по вегетации препаратами Мегамикс Профи и Аминокат+Райкат Развитие и составила 2,04 т/га и 2,00 т/га [16].

Расширение посевных площадей под этой ценной продовольственной культурой в значительной степени зависит от повышения урожайности, где минеральному питанию отводится важная роль. Применение минеральных удобрений на посевах нута в зоне светло-каштановых почв имеет огромное значение в увеличении валовых сборов зерна. Целесообразно под нут вносить фосфорно-калийные удобрения. В зависимости от почвенных условий устанавливается норма внесения, которая обычно составляет 30-45 килограмм на гектар. Внесение на подзолистых почвах минеральных удобрений способствовало росту продуктивности на 2,3-9 центнеров с гектара. Повышение продуктивности до 9,4 центнеров с гектара вызвало внесение фосфора; до 12,3 центнеров с гектара – внесение калия; до 16,5 центнеров с гектара – полного минерального удобрения [17].

Многолетние результаты исследований по изучению технологических приемов возделывания нута в условиях степного Крыма: сроки посева, способы посева, нормы высева, эффективность предпосевной обработки семян микробными препаратами на основе эффективных штаммов клубеньковых бактерий и микроорганизмов. Выбор оптимального срока посева – это основной фактор в вопросе возделывания зернобобовых культур, особенно в условиях дефицита влаги. В зависимости от времени посева семена могут попасть в лучшие или худшие условия: влажность почвы и воздуха, температурный режим. От сроков посева зависит наступление фаз развития растения, которые влияют на биохимические процессы, проходящие в растениях и семенах, поэтому изучение сроков посева необходимо для получения урожая высокого качества [26]. Установлено, что в условиях степного Крыма для нута самый продуктивный – ранний срок посева (конец марта). Запоздывание с посевом приводит к недобору урожая: снижению урожайности при посеве в первую декаду апреля до 14,4 %, во вторую – до 33,3 %.

При изучении способов посева и норм высева установлено, что нормы высева имеют существенное влияние на урожайность нута при любом способе посева. Установлено, что опти-



мальная норма высева для сплошного посева – 600-800 тыс. шт./га, для широкорядного с междурядьями 45 см и 60 см – 400-500 тыс. шт./га. В общем, за годы изучения самым продуктивным оказался широкорядный посев на 45 см при средней урожайности 0,81 т/га. Наши исследования показали возможность повышения продуктивности нута за счет предпосевной бактериализации семян азотфиксирующими штаммами клубеньковых бактерий (Ризобифит) и другими препаратами на основе микроорганизмов. Нитрагинизация нута селекционными штаммами увеличивает урожайность семян на величину от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-14,6 %, а комплексное применение микробиологических препаратов обеспечивает устойчивость растений к болезням, повышение урожайности на 14,8-19,8 % [18].

Нут, как засухоустойчивое растение, в начальный период своего роста активно наращивает корневую систему, которая обеспечивает растения влагой из глуболежащих слоев почвы. Это обуславливает слабую конкурентоспособность культуры по отношению к сорной растительности в первоначальный период роста и развития культуры, особенно это заметно в благоприятные по увлажнению годы [19].

По результатам изучения влияния норм высева и фона минерального питания на продуктивность нута в 2018 г. установлено, что в условиях засушливого вегетационного периода наилучшие результаты дает посев нута с нормой высева 0,8 млн шт./га с внесением $N_{30}P_{30}$, что позволяет повысить урожайность на 52,11 % [20].

Как правило, нут на более плодородных почвах прежде всего реагирует на фосфорные удобрения, особенно, если они заделываются с семенами. Результаты исследований Краснотуркменской и Петровской опытных станций подтверждают положительное действие удобрений. Внесение полной и половинной норм азотных удобрений под запланированный (25 центнеров с гектара) урожай нута в полевых условиях ВНИИ зернобобовых и крупяных культур способствовало достоверному увеличению урожая, если сравнивать с полученными на фосфорно-калийном фоне урожаями. В среднем за три года прибавки урожая зерна составили 30-44 % или 7,0-9,2 центнера с гектара. Между элементами структуры урожая зернобобовых культур и формами питания тесная корреляционная взаимосвязь установлена в опытах, проведенных кафедрой растениеводства Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Наивысшие урожаи зернобобовых культур в среднем за три года были получены при повышенных фонах минеральных удобрений ($N_{30}P_{90}K_{120}$). По сравнению с контролем все показатели структуры урожая увеличились благодаря фосфорно-калийным удобрениям [21-24].

Объекты и методы

Цель нашего исследования заключалась в изучении применения разных способов основной обработки почвы и внесения фосфорного удобрения на изменение химических и физических показателей светло-каштановой слабосмытой

богарной почвы средней части склона восточной экспозиции в основные фазы развития нута и его урожайность. Экспериментальные исследования проводились на опытном поле на территории землепользования ТОО «КазНИИЗиР» Карасайского района Алматинской области, расположенной на полуобеспеченной осадками богаре площадью 5 га. Опытный участок представлен светло-каштановой эродированной почвой, характеризующейся достаточно четкой дифференциацией профиля на генетические горизонты при мощности гумусового горизонта (A+B) в среднем 60-70 см и наличием элювиального карбонатного горизонта с 70-90 до 110 см. Почвообразующими породами являются лессовидные суглинки и глины. Около 520 тыс. га занимают светло-каштановые почвы в земледелии юго-восточного региона страны. В верхних горизонтах сумма обменных оснований достигает 12-14 мг-экв. на 100 г почвы. Значительно выше в верхних горизонтах содержание гумуса – 1,9-2,4 %. Карбонаты в основном сконцентрированы на глубине 50-120 см, распределение их довольно равномерное. Представлены они преимущественно кальцием – 12,0 мг-экв., а также магнием, но в меньшей степени – 2,5 мг-экв. Глубина залегания грунтовых вод более 5 м, и они не влияют на почвообразовательный процесс. Почвенная среда имеет среднещелочную реакцию. Содержание валовых форм фосфора и азота в светло-каштановой почве незначительное и составляет 0,21 % и 0,15 % соответственно. Почва является среднеобеспеченной по содержанию обменного калия (в среднем 230 мг/кг). Пахотная светло-каштановая почва имеет удельную массу 260 г/см³, объемную массу 1,21 г/см³, порозность – 53,4 %, максимальную гигроскопичность – 4 %, влажность завядания – 6,7 %, наименьшую влагоемкость – 24,2 %. Водопроницаемость почвы хорошая и составляет 79 мм за 1 час.

Климат зоны – умеренно-засушливая зона с резко выраженным континентальным климатом, с большими суточными колебаниями температур воздуха и среднегодового количества атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет 7-8°C. Среднегодовое количество осадков за год составляет 415 мм с колебаниями в отдельные годы от 300 до 500 мм.

Площадь поля составляет 5 га. Учетная площадь – 0,9 га. Размещение вариантов систематическое, повторность трехкратная. Опытный участок расположен на слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции. На опытном поле применялись разные способы основной обработки почвы под нут: вспашка на глубину 20-22 см, плоскорезная обработка на глубину 10-12 см, чизельная обработка на глубину 30-35 см. На фоне данных обработок почвы вносился аммофос в норме P_{60} , который содержит 12 % азота и 50 % фосфора. В опыте возделывался сорт нута Камила.

Лабораторно-агрохимические исследования почвы проводились современными приборами и по общепринятым методикам: общий гумус – фотоэлектроколориметре ГОСТ-26213-91, лабильный



гумус – фотоэлектроколориметре ГОСТ-26213-91, щелочногидролизуемый азот – по Корнфильду [3], нитратный азот – ионометром лабораторным И-160 МИ, подвижный фосфор – фотометром фотоэлектрическим КФК-3 «ЗОМЗ», ГОСТ 26205-91, обменный калий – пламенным фотометром РРР-7, ГОСТ 26205-91, твердость почвы (плотность) – электронным плотномером FieldScout SC 900 Soil, структурно-агрегатный состав – ситовым анализатором Вибротехник, влагообеспеченность – по А. Ф. Вадюниной [4]. Урожай учитывали сплошным обмолотом комбайном Сампо-130 с приведением зерна к 14 %-ой влажности и 100 %-ой чистоте. Статистическая обработка полученных данных проводилась по аналитической программе STATISTICA.

На опытном участке проведена оценка исходного состояния плодородия светло-каштановой богарной слабосмытой почвы. Оценка исходного фосфорного состояния почвы на данных фонах обработки почвы показала, что содержание подвижного фосфора было низкое. В связи с этим аммофос в опыте вносился в одинаковой норме 60 кг действующего вещества на 1 гектар. Калийное удобрение на изучаемых вариантах опыта не вносилось, так как исходное содержание обменного калия в почве под нутом было на уровне повышенной обеспеченности.

Проведена оценка динамики гумуса, подвижных питательных элементов, продуктивной влаги,

плотности, а также структурного состояния светло-каштановой богарной слабосмытой почвы средней части склона восточной экспозиции полигона. Выполнение данных работ осуществлялось полевыми и лабораторно-агрохимическими методами.

Определена урожайность нута сорта Камила на слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции при применении фосфорного удобрения на фоне разных способов основной обработки почвы. Для указанной агрономической оценки почвы было отобрано 54 почвенных образцов, проведен отбор 90 проб на определение влажности, выполнено 324 агрохимических анализа, 54 определения твердости, 216 определений структурно-агрегатного состава почв. Проведена оценка полученных данных.

Экспериментальная часть

Выпадение атмосферных осадков и умеренная температура воздуха в период вегетации нута обусловили интенсивность процессов разложения растительных остатков и гумусообразования в почве. При этом наибольшее повышение общего гумуса в 0-40 см слое слабосмытой почвы средней части склона восточной экспозиции на фоне внесения фосфорного удобрения в норме 60 кг действующего вещества на гектар от начала возобновления и к концу вегетации нута наблюдалось при применении мелкой плоскорезной обработки - на 0,07%, чизельной обработки - на 0,05 % и вспашки – на 0,02 % от исходных уровней (рис. 1).

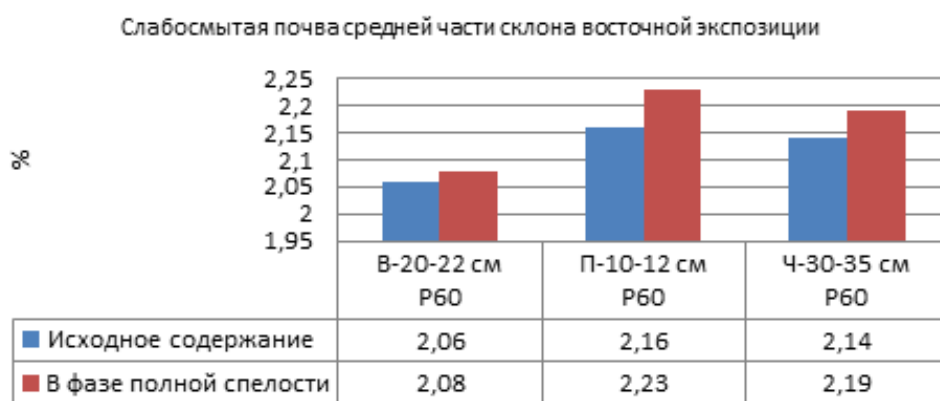


Рис. 1 -Динамика содержания общего гумуса (%) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нутапри применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

(Dynamics of the content of total humus (%) in light chestnut rain-soaked slightly washed soil of the middle part of the slope of the eastern exposure during the growing season when using different methods of basic soil treatment and fertilizers)

Сложившиеся благоприятные гидротермические условия в течение вегетации нута положительно сказались на динамике лабильного гумуса в почве. От фазы всходов до фазы ветвления нута содержание лабильного гумуса в почве повысилось на вспашке на 1080 мг/кг, плоскорезной обработке – 1215 мг/кг, на чизельной обработке на 30-35 см – 1060 мг/кг. От фазы ветвления до фазы полного созревания бобов нута отмечалось дальнейшее увеличение содержания лабильного гумуса в почве на обычной вспашке с

2075 мг/кг до 3250 мг/кг, мелкой плоскорезной обработке с 2360 мг/кг до 3420 мг/кг и глубокой чизельной обработке с 2510 мг/кг до 3640 мг/кг (таблица 1). Ведущая роль в азотном питании сельскохозяйственных культур принадлежит нитратному азоту. Почти одинаковое повышение содержания нитратного азота в почве отмечалось от фазы всходов до фазы ветвления нута на применяемых способах основной обработки почвы и внесения фосфорного удобрения – 11-13 мг/кг. От фазы ветвления до фазы созревания бобов нута



наблюдалось незначительное его увеличение в почве на вспашке – 5 мг/кг, плоскорезной обработке – 3 мг/кг и чизельной обработке – 10 мг/кг. Очень

низкое и низкое содержание нитратного азота в почве в период вегетации нута связано с возможной его миграцией в нижележащие слои (табл. 2).

Таблица 1 -Динамика содержания лабильного гумуса (мг/кг) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

Элемент склона	Способ обработки почвы	Норма внесения аммофоса	Фаза всходы	Фаза ветвления	Фаза полного созревания нута
Слабосмытая почва средней части склона восточной экспозиции	В-20-22 см	P ₆₀	995	2075	3250
	П-10-12 см	P ₆₀	1145	2360	3420
	Ч-30-35 см	P ₆₀	1450	2510	3640

Примечание: В – вспашка, П – плоскорезная обработка, Ч – чизельная обработка

Таблица 2 -Динамика содержания нитратного азота (мг/кг) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

Элемент склона	Способ обработки почвы	Норма внесения аммофоса	Фаза всходы	Фаза ветвления	Фаза полного созревания бобов
Слабосмытая почва средней части склона восточной экспозиции	В-20-22 см	P ₆₀	11	23	28
	П-10-12 см	P ₆₀	10	23	26
	Ч-30-35 см	P ₆₀	10	21	31

Примечание: В – вспашка, П – плоскорезная обработка, Ч – чизельная обработка

С учетом высокой динамичности нитратного азота в почве нами проведена оценка содержания щелочногидролизующего азота за вегетативный сезон нута. Определение динамики содержания щелочногидролизующего азота свидетельствует, что его количество в почве в течение вегетации нута было на уровне очень низкой обеспеченности. От фазы всходов до фазы ветвления нута содержание щелочногидролизующего азота в почве увеличилось на вспашке – 28 мг/кг, плоскорезной обработке – 23 мг/кг, чизельной обработке

– 37 мг/кг. В дальнейшем, от фазы ветвления до фазы созревания бобов нута отмечалось незначительное увеличение его количества в почве на данных способах основной обработки почвы – на 7 мг/кг, 8 мг/кг, 6 мг/кг соответственно (рис.2). Исследования по динамике нитратного и щелочногидролизующего азота в почве в течение вегетации нута свидетельствуют, что для улучшения азотного фонда необходимо внесение небольших доз азотного удобрения вследствие недостаточной азотфиксации клубеньковыми бактериями.

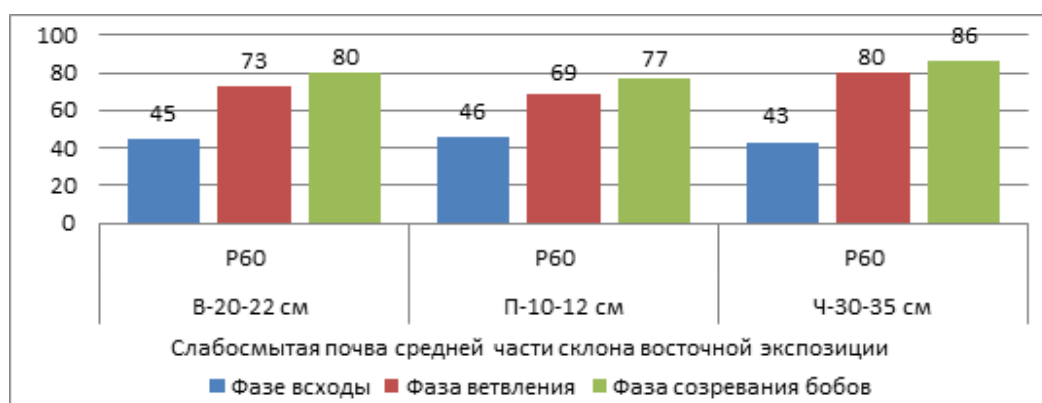


Рис. 2 -Динамика содержания щелочногидролизующего азота (мг/кг) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

(Fig. 2 -Dynamics of the content of alkaline hydrolyzable nitrogen (mg/kg) in the light chestnut rain-soaked soil of the middle part of the slope of the eastern exposure during the chickpea growing season when using different methods of basic soil treatment and fertilizers)



Особое место в минеральном питании нута отводится содержанию подвижного фосфора в почве. Растения нута потребляют больше фосфора, чем зерновые культуры, и недостаток этого элемента может лимитировать симбиотическую азотфиксацию, снижая его продуктивность. Внесение аммофоса в норме 60 кг действующего вещества на гектар при посеве нута способствовало улучшению фосфорного питания в почве в течение всей его вегетации. Уменьшение количества подвижного фосфора в почве от начала вегетации и до уборки нута связано с потреблением данного

элемента. Так, содержание подвижного фосфора в почве от фазы всходов до фазы ветвления нута незначительно снизилось на вспашке на 20-22 см – 2 мг/кг, плоскорезной обработке – 6 мг/кг, чизельной обработке – 1 мг/кг. От фазы ветвления до фазы созревания бобов нута наблюдалось незначительное его уменьшение в почве на обычной вспашке с 27 мг/кг до 26 мг/кг, мелкой плоскорезной обработке с 28 мг/кг до 24 мг/кг, глубокой чизельной обработке с 27 мг/кг до 25 мг/кг оставаясь на среднем уровне обеспеченности (рис. 3).

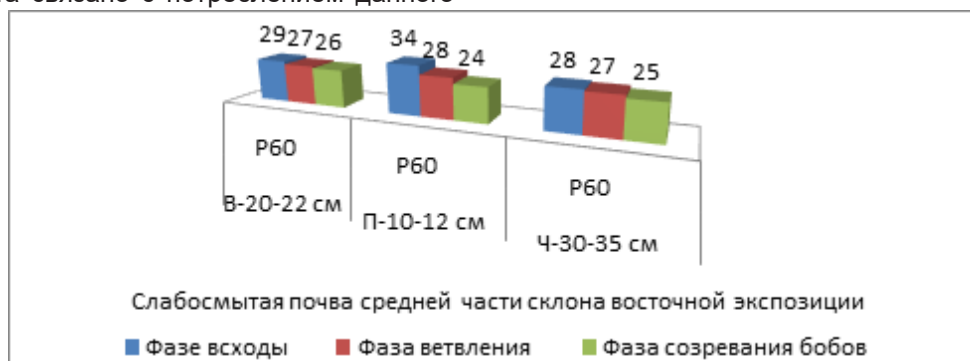


Рис. 3 -Динамика содержания подвижного фосфора (мг/кг) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

(Dynamics of the content of mobile phosphorus (mg / kg) in the light chestnut rain-soaked soil of the middle part of the slope of the eastern exposure when using different methods of basic tillage and fertilizers)

Важным элементом для азотфиксации наряду с фосфором является калий, так как при его дефиците снижается результативность деятельности азотфиксирующих бактерий из-за нарушения обеспеченности корней углеводами. Содержание обменного калия в почве на вспашке от фазы всходов до фазы ветвления нута снижалось с 347 мг/кг до 341 мг/кг и до фазы созревания бобов до 312 мг/кг, оставаясь при этом на уровне повышенной обеспеченности. На плоскорезной обработке в фазу всходов нута отмечалось высокое

содержание его количества в почве – 440 мг/кг, но к фазе ветвления сократилось до повышенного уровня – 386 мг/кг и уменьшилась к фазе созревания бобов нута до 323 мг/кг, оставаясь при этом в повышенной степени обеспеченности. На чизельной обработке содержание подвижного фосфора в почве от фазы всходов до фазы ветвления нута снизилось на 10 мг/кг и до фазы созревания бобов на 17 мг/кг, то есть от повышенного его уровня до уровня средней обеспеченности (рис. 4).

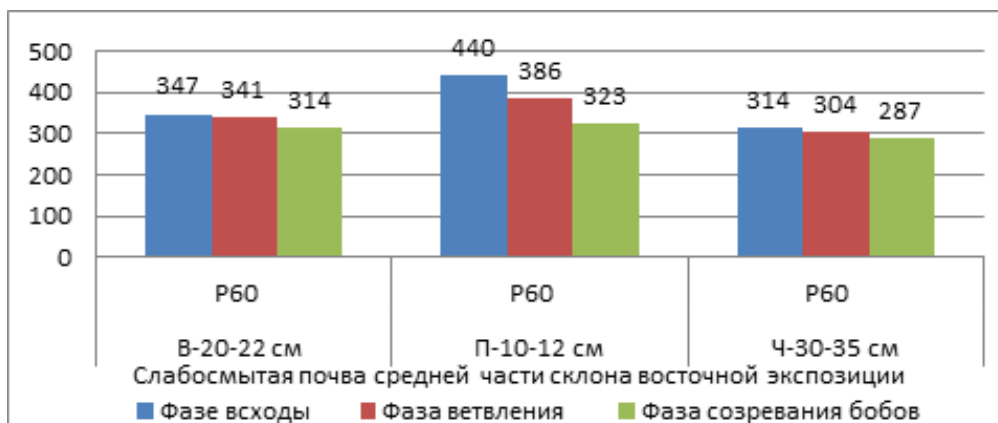


Рис. 4 -Динамика содержания обменного калия (мг/кг) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении дифференцированной обработки почвы и удобрения

(The dynamics of the content of exchangeable potassium (mg / kg) in the light chestnut rain-soaked soil of the middle part of the slope of the eastern exposure during the growing season of chickpeas with the use of differentiated tillage and fertilizer)



Продуктивная влага является одним из элементов плодородия почвы, которая отличается значительной динамичностью и изменчивостью. Нут требователен к влаге, особенно в первый период роста и развития. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см более 130 мм обеспечивают дружное прорастание семян. Определение продуктивной влаги в метровом слое почвы показало, что максимальные запасы наблюдались в период всходов нута и больше всего на плоскорезной обработке – 275,0 мм, вспашке – 266,6 мм, на чизельной обработке – 261,9 мм и оценивались как

очень хорошие. В фазу ветвления нута влагосодержание в почве уменьшилось и наибольшее его количество оставалось на мелкой плоскорезной обработке – 248,3 мм, затем на глубокой чизельной обработке – 230,5 мм, потом на обычной вспашке – 207,0 мм, но тем не менее обеспеченность оставалась очень хорошей. К фазе созревания бобов нута за счет уменьшения выпадения летних осадков количество продуктивной влаги сократилось на всех вышеуказанных способах обработки почвы и была практически одинаковой и очень хорошими по обеспеченности – 176,8-178,0 мм (рис. 5).

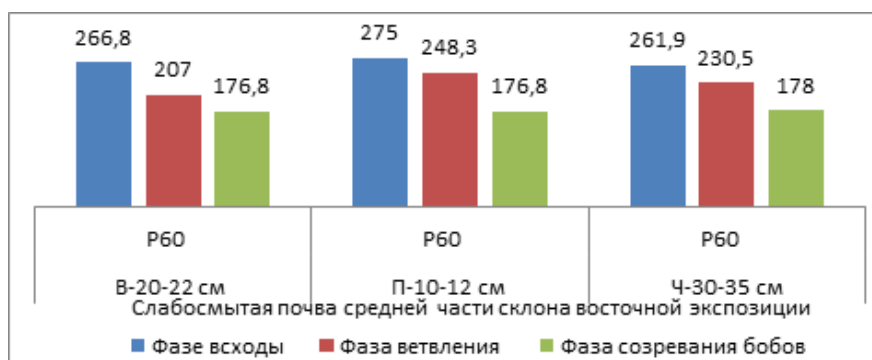


Рис. 5-Динамика содержания продуктивной влаги (мм) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

(Dynamics of the content of productive moisture (mm) in the light chestnut rain-soaked soil of the middle part of the slope of the eastern exposure during the growing season of chickpeas when using different methods of basic tillage and fertilizers)

В последние годы для решения многих теоретических и практических вопросов обработки почвы широко используется показатель твердости. Во время роста корня, при передвижении почвообрабатывающего орудия в почве происходят разнообразные физико-механические процессы расклинивания, сдвига, преодолеваются силы внутреннего сцепления. Обобщенным адекватным индикатором этих процессов является твердость. Оценка физического состояния светло-каштановой богарной слабосмытой почвы средней части склона восточной экспозиции в вегетативный сезон нута свидетельствует, что наименьшая твердость была в фазу всходов на чизельной обработке – 1282 кПа, вспашке составила 1388 кПа и наибольшая – плоскорезной обработке – 1453 кПа. От фазы всходов до фазы созревания бобов нута отмечалось повышение твердости почвы от рыхловатого состояния до умеренно уплотненной с наибольшим показателем на мелкой плоскорезной

обработке – 2476 кПа, средним показателем обычной вспашке – 2325 кПа и наименьшей величиной – глубокой чизельной обработке – 2233 кПа (табл. 3).

Качественная оценка структуры почвы определяется размером, пористостью, механической прочностью и водопрочностью почвенных агрегатов. Агрономически ценными являются агрегаты размером 0,25-10,0 мм, обладающие высокой пористостью и водопрочностью. Определение структурного состояния данной почвы свидетельствует, что наибольшее количество агрономически ценных агрегатов содержалось на плоскорезной обработке – 69 %, вспашке – 67 % и наименьшее – чизельной обработке – 63 % и оценивалась как отличное состояние. Под посевом нута количество водопрочных агрегатов (>0,25 мм) было неудовлетворительным на обычной вспашке и глубокой чизельной обработке – 19,4 % и 18,1 % соответственно и недостаточно удовлетворительным при мелкой плоскорезной обработке – 21,8 % (табл. 4).

Таблица 3 -Динамика твердости (кПа) в светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нутана при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

Элемент склона	Способ обработки почвы	Норма внесения аммофоса	Фазы всходы	Качественная оценка	Фаза созревания бобов	Качественная оценка
Слабосмытая почва средней части склона восточной экспозиции	В-20-22 см	P ₆₀	1388	Рыхловатая	2325	Умеренно уплотненная
	П-10-12 см	P ₆₀	1453	Рыхловатая	2476	Умеренно уплотненная
	Ч-30-35 см	P ₆₀	1282	Рыхловатая	2233	Умеренно уплотненная

Примечание: В – вспашка, П – плоскорезная обработка, Ч – чизельная обработка



Таблица 4 - Структура светло-каштановой богарной слабосмытой почвы средней части склона восточной экспозиции в период вегетации нута при применении разных способов основной обработки почвы и удобрения

Элемент склона	Способ обработки почвы	Норма внесения аммофоса	Агрономически ценные агрегаты	Качественная оценка	Водопрочные агрегаты	Качественная оценка
Слабосмытая почва средней части склона восточной экспозиции	В-20-22 см	P ₆₀	65	Отличное	19,4	Неудовлетворительная
	П-10-12 см	P ₆₀	69	Отличное	21,8	Недостаточно удовлетворительная
	Ч-30-35 см	P ₆₀	63	Отличное	18,1	Неудовлетворительная
Примечание: В – вспашка, П – плоскорезная обработка, Ч – чизельная обработка						

Применение аммофоса в дозе 60 кг действующего вещества на гектар на слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции обеспечивало формирование наибольшей урожайности нута сорта Камила при плоскорезной

обработке на 10-12 см – 15,0 ц/га, средний показатель ее был на чизельной обработке на 30-35 см – 14,1 ц/га и минимальный – на вспашке на 20-22 см – 13,2 ц/га (табл. 5).

Таблица 5 - Урожайность нута сорта Камила на светло-каштановой богарной слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции почве при применении разных способов обработки почвы и удобрения

Элемент склона	Способ обработки почвы	Норма внесения аммофоса	Урожайность, ц/га
Слабосмытая почва средней части склона восточной экспозиции	В-20-22 см	P ₆₀	13,2
	П-10-12 см	P ₆₀	15,0
	Ч-30-35 см	P ₆₀	14,1
НСР ₀₅			0.553
Примечание: В – вспашка, П – плоскорезная обработка, Ч – чизельная обработка			

Результаты и выводы

1. При применении мелкой плоскорезной обработки содержание общего и лабильного гумуса в почве за вегетационный период нута повысилось соответственно на 0,07 % и 1215 мг/кг, на фоне чизельной обработки – на 0,05 % и 1060 мг/кг, на фоне отвальной вспашки – 0,02 % и 1080 мг/кг.

2. К периоду уборки нута по обработкам почвы с применением удобрения наблюдалось повышение содержания нитратного азота в большей степени на чизельной обработке – 21 мг/кг и почти одинаковое при вспашке и плоскорезной обработке – соответственно 17 мг/кг и 16 мг/кг. Количество щелочногидролизующего азота в почве к концу вегетации нута возросло и существенных различий между обработками почвы не наблюдалось.

3. Отрицательная динамика сложилась по подвижному фосфору и обменному калию, она составила к концу его вегетации при использовании вспашки соответственно 26 мг/кг и 314 мг/кг, плоскорезной обработки – 24 мг/кг и 323 мг/кг, чизельной обработки – 25 мг/кг и 287 мг/кг.

4. В начале и середине вегетации нута содержание продуктивной влаги в почве было больше на плоскорезной обработке – 275 мм и 248,3 мм по сравнению с чизельной обработкой – 261,9 мм и 230,5 мм и со вспашкой – 266,8 мм и 207 мм со-

ответственно, а к его уборке произошло выравнивание данных показателей между обработками и варьировало в пределах 176,8-178,0 мм.

5. В течение вегетационного периода культуры отмечалось повышение твердости и ставило к уборке наибольшую величину этого показателя при применении плоскорезной обработки – 2476 кПа, среднее значение – чизельной обработки – 2325 кПа и наименьшее – вспашке – 2233 кПа. Под посевом нута при применении изучаемых способов обработки почвы содержание агрономически ценных агрегатов находилось в узком диапазоне – 63-69 % и оценивалось как отличное. Количество водопрочных агрегатов в почве было больше при использовании плоскорезной обработки – 21,8 % с недостаточно удовлетворительным качеством по сравнению с чизельной и отвальной обработками: соответственно, 18,1 % и 19,4 % с неудовлетворительным состоянием.

6. Внесение аммофоса в норме 60 кг действующего вещества на гектар и применение плоскорезной обработки на 10-12 см на слабосмытой почве средней части склона восточной экспозиции в полусухой зоне Алматинской области обеспечивало формирование наибольшей урожайности нута сорта Камила – 15,0 ц/га по сравнению со вспашкой на 20-22 см и чизельной обработкой



на 30-35 см – 13,2 ц/га и 14,1 ц/га соответственно.

Список источников

1. Балашов, В.В. Нут в нижнем Поволжье: монография / В.В. Балашов, А.В. Балашов. - Волгоград. Изд-во «Нива», 2009. –190 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19513786>
2. Вошедский, Н.Н. Эффективность приемов возделывания нута / Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 9-2. - С. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp
3. Васильев, И.В. Приёмы основной обработки почвы под нут в степной зоне Южного Урала / И.В. Васильев, С.Н. Дерябин, Ю.Н. Бакаева // Вестник БГАУ. – 2021- № 2. - С.9-11. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp
4. Васин, В.Г. Влияние норм высева на продуктивность сортов нута / В.Г. Васин, В.В. Ракина, Е.И. Макарова // Кормопроизводство. - №10. – 2014. – С.19-22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307006>
5. Вошедский, Н.Н. Особенности влияния элементов технологии при возделывании нута на засорённость посевов и урожайность зерна / Н.Н. Вошедский // Агрономия и лесное хозяйство. – 2017. - С.80-84. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp
6. Вошедский, Н.Н. Особенности влияния элементов технологии при возделывании нута на засорённость посевов и урожайность зерна / Н.Н. Вошедский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2019. - № 3 (71). - С. 80-84. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp
7. Германцева, Н.И. Культура нута в условиях меняющегося климата / Н.И. Германцева // Аграрный вестник Юго-Востока. - 2015. - № 1. – С. 12-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26367912>
8. Ельников, В. Внимание, нут! Анализ сельскохозяйственного рынка поможет сделать выбор в пользу наиболее рентабельных культур / В. Ельников // Фермер Поволжья. – 2017. - № 10(64). – С. 30-33.
9. Зотиков, В.И. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы / В.И. Зотиков., Т.С. Наумкина, В.С. Сидоренко // Земледелие. - 2015. – № 4. – С. 3-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23754638>
10. Зотиков, В.И. Научное обеспечение повышения качества зерна бобовых и крупяных культур / В.И. Зотиков // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Сборник научн. тр. – Орел. - 2004. – С.206-212. URL: <https://search.rsl.ru/record/01002557273>
11. Зотиков В.И. Зернобобовые культуры – источник растительного белка / В.И. Зотиков // Орел: ГНУ ВНИИЗБК. - 2010. – С. 268.
12. Kumpawat B.S., Singh R.P., Rathbone S.S.

Response of chickpea varieties to phosphorus // Indian J. Agr. Sci. 1990. – № 35(4). – P. 416-417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

13. Казаков, Г.И. Севообороты в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко – Самара. - 2003. - 136 с.

14. Muehlbauer F.J., Tullu A. Cicer arietinum L. New CROP Fact SHEET <http://www.hort.purdue.edu/newcropcropfactsheets/Chickpea.html>, 1997. P. 210-213.

15. Новиков, А.В. Формирование урожая нута при применении удобрений и стимуляторов роста / А.В. Новиков, А.Н. Бурунов, В.Г. Васин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1 (45). - С. 31-38. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

16. Осадченко, И.М. Влияние электроактивированной воды при предпосевной обработке семян на рост, развитие и продуктивность нута / И.М. Осадченко, О.В. Харченко, В.Н. Чурзин, А.В. Куприянов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. - 2010. – № 1 (17). – С. 1-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-elektroaktivirovannoy-vody-pri-predposevnoy-obrabotke-semyan-na-rost-razvitie-i-produktivnost-nuta/viewer>

17. Пташник О.П. Технологические приемы выращивания нута в условиях степного Крыма / О.П. Пташник // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - 2017 г. №4(24). URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

18. Ruggiero C, de Falco E. Root growth and distribution of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in winter and spring sowing // Agriculture Mediterranean. - 1991. – №4. – P. 340 - 344. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

19. Федюшкин, А.В. Продуктивность нута в зависимости от нормы высева и фона минерального питания / А.В. Федюшкин, С.В. Пасько // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 2-1. - С.69-71. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

20. Шевцова, Л.П. Полевое растениеводство степного Поволжья: учебное пособие: учебно-практ. руководство по выращиванию зернобобовых культур / Л.П. Шевцова // Ч. 4. Зернобобовые культуры. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - 2012. – С. 53-89.

21. Zulfiya Tukenova, Mustafa Mustafayev, Mereke Alimzhanova, Turar Akyzbekova, Kazhybek Ashimuly, 2021- Influence of pesticides on the biological activity of light chestnut soils in South-East Kazakhstan. // Journal of water and land development, Polish Academy of Sciences, № 48, (I -III), Poland, p.141-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

References

1. Balashov, V.V. Nut v nizhnem Povolzh'e: monografiya / V.V. Balashov, A.V. Balashov. - Volgograd. Izd-vo «Niva», 2009. –190 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19513786>
2. Voshedskij, N.N. Effektivnost' priemov vozdelvaniya nuta / N.N. Voshedskij, V.A. Kulygin // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. - 2019. - № 9-2. - S. 77-80. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp



elibrary.ru/query_results.asp

3. Vasil'ev, I.V. Priyomy osnovnoy obrabotki pochvy pod nut v stepnoy zone YUzhnogo Urala / I.V. Vasil'ev, S.N. Deryabin, YU.N. Bakaeva // Vestnik BGAIU. – 2021- № 2. – S.9-11. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

4. Vasin, V.G. Vliyaniye norm vyseva na produktivnost' sortov nuta / V.G. Vasin, V.V. Rakitina, E.I. Makarova // Kormoproizvodstvo. – №10. – 2014. – S19-22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307006>

5. Voshedskij, N.N. Osobennosti vliyaniya elementov tekhnologii pri vozdeystvovanii nuta na zasoryonnost' posevov i urozhaynost' zerna / N.N. Voshedskij // Agronomiya i lesnoye hozyajstvo. – 2017. – S.80-84. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

6. Voshedskij, N.N. Osobennosti vliyaniya elementov tekhnologii pri vozdeystvovanii nuta na zasoryonnost' posevov i urozhaynost' zerna / N.N. Voshedskij // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 3 (71). – S. 80-84. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

7. Germanceva, N.I. Kul'tura nuta v usloviyakh menyayushchegosya klimata / N.I. Germanceva // Agrarnyy vestnik YUgo-Vostoka. – 2015. – № 1. – S.12-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26367912>

8. El'nikov, V. Vnimanie, nut! Analiz sel'skohozyajstvennogo rynka pomozhet sdelat' vybor v pol'zu naibolee rentabel'nyh kul'tur / V. El'nikov // Fermer Povolzh'ya. – 2017. – № 10(64). – S. 30-33.

9. Zotikov, V.I. Proizvodstvo zernobobovyh i krupyanyh kul'tur v Rossii: sostoyaniye, problemy, perspektivy / V.I. Zotikov., T.S. Naumkina, V.S. Sidorenko // Zemledelie. – 2015. – № 4. – S. 3-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23754638>

10. Zotikov, V.I. Nauchnoye obespecheniye povysheniya kachestva zerna bobovyh i krupyanyh kul'tur / V.I. Zotikov // Nauchnoye obespecheniye proizvodstva zernobobovyh i krupyanyh kul'tur. Sbornik nauchn.tr. – Orel. – 2004. – S.206-212. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002557273>

11. Zotikov V.I. Zernobobovye kul'tury – istochnik rastitel'nogo belka / V.I. Zotikov // Orel: GNU VNIIZBK. – 2010. – S. 268.

12. Kumpawat B.S., Singh R.P., Rathbone S.S. Response of chickpea varieties to phosphorus // Indian J. Agr. Sci. 1990. – № 35(4). – P. 416-417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

13. Kazakov, G.I. Sevooboroty v Srednem Povolzh'e / G.I. Kazakov, R.V. Avramenko – Samara. – 2003. – 136 s.

14. Muehlbauer F.J., Tullu A. Cicer arietinum L. New CROP Fact SHEET <http://www.hort.purdue.edu/newcropcropfactsheets/Chickpea.html>, 1997. R. 210-213.

15. Novikov, A.V. Formirovaniye urozhaya nuta pri primenenii udobrenij i stimulyatorov rosta / A.V. Novikov, A.N. Burunov, V.G. Vasin // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii. – 2019. – № 1 (45). – S. 31-38. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

16. Osadchenko, I.M. Vliyaniye elektroaktivirovannoy vody pri predposevnoy obrabotke semyan na rost, razvitiye i produktivnost' nuta / I.M. Osadchenko, O.V. Harchenko, V.N. Churzin, A.V. Kupriyanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2010. – № 1 (17). – S. 1-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-elektroaktivirovannoy-vody-pri-predposevnoy-obrabotke-semyan-na-rost-razvitiye-i-produktivnost-nuta/viewer>

17. Ptashnik O.P. Tekhnologicheskie priemy vyrashchivaniya nuta v usloviyakh stepnogo Kryma / O.P. Ptashnik // Nauchno – proizvodstvennyy zhurnal «Zernobobovye i krupyanye kul'tury». – 2017 g. №4(24). URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

18. Ruggiero C, de Falco E. Root growth and distribution of three chickpea cultivars (Cicer arietinum L.) in winter and spring sowing // Agriculture Mediterra-nea. – 1991. – №4. – P. 340 - 344. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

19. Fedyushkin, A.V. Produktivnost' nuta v zavisimosti ot normy vyseva i fona mineral'nogo pitaniya / A.V. Fedyushkin, S.V. Pas'ko // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2019. – № 2-1. – S.69-71. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp

20. Shevcova, L.P. Polevoe rasteniyevodstvo stepnogo Povolzh'ya: uchebnoye posobie: uchebno-prakt. rukovodstvo po vyrashchivaniyu zernobobovyh kul'tur / L.P. Shevcova // CH. 4. Zernovye bobovye kul'tury. – Saratov: FGBOU VPO «Saratovskiy GAU». – 2012. – S. 53-89.

21. Zulfija Tukenova, Mustafa Mustafayev, Mereke Alimzhanova, Turar Akyzbekova, Kazhybek Ashimuly, 2021- Influence of pesticides on the biological activity of light chestnut soils in South-East Kazakhstan. // Journal of water and land development, Polish Academy of Sciences, № 48, (I-III), Poland, p.141-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.023>

Статья поступила в редакцию 15.10.2021; одобрена после рецензирования 09.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 15.10.2021; approved after reviewing 09.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



Вестник РГТУ, 2021, т.13, №4, с. 17-24
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp 17-24

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 638.178
DOI: 10.36508/RSATU.2021.37.51.002

**Влияние породной принадлежности медоносных пчел
на критерии качества маточного молочка**

Анна Зиновьевна Брандорф¹, Лариса Анатольевна Репьева²✉, Наталья Валентиновна Будникова³

^{1,2,3}Федеральный научный центр пчеловодства, Рязанская обл., г.Рыбное, Россия

¹ apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru

²repeva72@bk.ru

³beenataliya7@mail.ru

Аннотация

Проблема и цель. Изучение влияния породной принадлежности пчел и других паратипических факторов на качественные характеристики маточного молочка имеет важное практическое значение. Целью исследования является сравнение основных качественных показателей маточного пчелиного молочка от медоносных пчел разного породного типа.

Методология. Для проведения исследования использовали образцы маточного молочка, собранного от пчел разной видовой принадлежности. Молочко было заготовлено на пасеках Рязанской области и Краснодарского края. Заготовленные образцы были помещены в морозильную камеру при температуре минус 17 °С. По основным физико-химическим показателям (деценовым кислотам, сырому протеину, редуцирующим сахарам и сахарозе) лабораторные испытания проводили по ГОСТ 28888-2017 Молочко маточное пчелиное. Исследования проводили в лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства».

Результаты. По органолептическим исследованиям все четыре представленных образца соответствовали требованиям НТД. Дальнейшие результаты исследований показали, что максимальное значение массовой долидеценовых кислот (6,44%), сырого протеина (62,4%) и сахарозы (5,2%) принадлежит образцу №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria Karnika*). Наибольшее значение массовой доли редуцирующих сахаров (25,7%) у образца №3 Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica Gorb*).

Заключение. Было установлено, что представленные образцы нативного маточного молочка по тем или другим показателям не отвечают полностью требованиям ГОСТ. У пчел разной видовой принадлежности изменяются значения основных показателей - критериев качества маточного молочка. Из этого следует, что порода пчел, наряду с другими паратипическими факторами, влияет на критерии качества маточного молочка.

Ключевые слова: молочко пчелиное маточное, породы пчел, деценовые кислоты, сырой протеин, редуцирующие сахара, сахароза

Для цитирования: Брандорф А.З., Репьева Л.А., Будникова Н.В. Влияние породной принадлежности медоносных пчел на критерии качества маточного молочка//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С 17-24. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.37.51.002>

Agricultural sciences

Original article

Influence of breed response of honey bees on quality criteria of royal jelly

Anna Z Brandorf.¹, Larisa A. Repieva²✉, Natalya V. Budnikova³,

^{1,2,3} Federal Research Center of Beekeeping, Ryazan region, Rybnoe, Russia

¹apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru

²repeva72@bk.ru

³beenataliya7@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. Comparative analysis of the quality criterion of royal jelly according to the main



physical and chemical indicators collected from bees of different breeds.

Methodology. For the study, we used samples of royal jelly collected from bees of different species. The milk was harvested in the apiaries of the Ryazan Region and Krasnodar Territory. The prepared samples were placed in a freezer at a temperature of -18°C . To exclude falsification, the obtained samples were examined by microscopy in accordance with GOST 31769-2012 Med. Method for determining the frequency of occurrence of grains. For the main physical and chemical indicators (decene acids, mass fraction of crude protein, mass fraction of reducing sugars and sucrose) laboratory tests were carried out in accordance with GOST 28888-2017 Royal jelly. Technical conditions. The research was carried out in the laboratory of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Beekeeping".

Results. The results of the study showed that the highest value of the mass fraction of decenic acids, crude protein and sucrose belongs to the sample No. 2 Austrian Karnika (*Apis mellifera Austria Karnika*). The highest value of the mass fraction of reducing sugars is in sample No. 3 of the Gray Mountain Caucasian (*Apis mellifera caucasica* Gorb).

Conclusion. It was found that not a single sample of royal jelly fully meets the requirements of GOST. In bees of different species, the concentration of the main indicators of the quality criteria of royal jelly changes. It follows from this that the breed of bees, along with other paratypical factors, affects the criteria for the quality of royal jelly.

Key words: royal jelly, bee breeds, decenic acids, crude protein, reducing sugars, sucrose

For citation: Brandorf A. Z., Repieva L. A., Budnikova N. V. Influence of breed response of honey bees on quality criteria of royal jelly. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13(4); 17-24(in Russ). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.37.51.002>

Введение

В современном мире все более актуально стоит вопрос по поиску и анализу эффективных биологически активных продуктов природного происхождения [1]. Медоносные пчелы производят продукты высокой питательной ценности, обеспечивающие широкий спектр полезных качеств, которые благотворно воздействуют на здоровье человека. Преимущества этих натуральных продуктов для иммунной системы замечательны, и многие из них участвуют в индукции выработки антител, созревании иммунных клеток и стимуляции врожденных и адаптивных иммунных реакций. Пыльцевая обножка, прополис, маточное молочко и др. в минимальных количествах могут нормализовать жизненно важные функции человеческого организма [2,3]. На сегодняшний день апитерапия представляет собой перспективный источник фармакологических и нутрицевтических средств для лечения и профилактики многих заболеваний. Маточное молочко является биологически активным продуктом, способным обеспечить организм человека недостающими компонентами [4]. Многие ученые утверждают, что маточное молочко имеет самое сбалансированное сочетание микроэлементов из всех известных биологических стимуляторов, поэтому оно обладает исключительными фармакологическими действиями [6,7,8,9]. Благодаря своему химическому составу маточное молочко обладает мощной противовирусной активностью против патогенов, вызывающих тяжелые респираторные заболевания, в том числе вызванные коронавирусами человека [10].

Отбор маточного молочка, являясь процессом трудоемким, осуществляется согласно нормам ветеринарного законодательства и длится всего несколько недель в году. На мировом рынке маточное молочко является одним из уникальных биологически активных продуктов пчеловодства с высокой стоимостью. Поэтому проблема получе-

ния маточного молочка высокого качества в пчеловодстве чрезвычайно важна.

Химический состав маточного молочка, его биологическая активность во многом зависят от географического происхождения продукта, процедуры сбора, климатических условий, состава кормовой базы, возраста личинок, видовой принадлежности медоносных пчел [11].

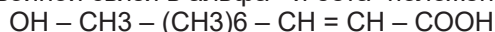
Перед зарубежными и российскими учеными стоит задача изучения влияния на качественные характеристики маточного молочка породной принадлежности пчел и других паратипических факторов [11].

В настоящей статье представлен анализ экспериментальных данных, характеризующих биологически активные компоненты пчелиного маточного молочка, собранного от пчел разного происхождения. В России качественные критерии на маточное молочко закреплены ГОСТ 28888-2017 «Молочко маточное пчелиное». Стандарт на маточное пчелиное молочко предусматривает его оценку по органолептическим и физико-химическим показателям. К одним из основных показателей маточного молочка относится массовая доля деценовых кислот, массовая доля сырого протеина и массовая доля восстанавливающих сахаров и сахарозы.

Общее количество деценовых кислот – один из важных показателей маточного молочка, который определяет широкий спектр его биологической активности и вызывает особый интерес ученых [12]. Деценовые кислоты в маточном молочке отвечают за его антимикробную активность. Доказано, что они стимулируют выработку пантотеновой кислоты, усиливают процессы окисления в головном мозге. Эти соединения характеризуются противовирусными, антибактериальными, противоопухолевыми, антиаллергическими, иммуномодулирующими действиями. К основным компонентам жировой фракции маточного молочка относится



10-гидрокси-2-деценная кислота (10-HAD), которая является важным биоиндикатором его качества [13]. Ее уникальность – наличие в ее структуре двойной связи в альфа - и бета- положении:



Благодаря своей редкой форме, 10-гидрокси-2-деценная кислота имеет особое значение в проявлении биологической активности и рассматривается на мировом рынке, как маркер, отвечающий за подлинность продукта. 10-гидрокси-2-деценная кислота была обнаружена только в пчелином маточном молочке и не содержится ни в каком другом продукте пчеловодства и даже природном сырье [14,15,16]. В нормативной документации в Российской Федерации не предусмотрено определение 10-гидрокси-2-деценной кислоты, но все мировые стандарты содержат в своих требованиях количественную оценку этого показателя.

Важное место среди биологически активных компонентов маточного молочка занимают белки. Здесь протеиновый состав представлен группой простых (альбумины и глобулины) и сложных (нуклеопротеиды, гликопротеиды) белков, которые приближают его к сыворотке человеческой крови. Белки маточного молочка усваиваются в организме человека на 81 %, тогда как белки мяса усваиваются на 74 %. Протеины маточного молочка, благодаря присутствующей в их составе глобулиновой части, отвечают за антитоксические, антибактериальные, противовирусные функции [17]. Семейство белков содержит все аминокислоты, известные на сегодняшний день (22 аминокислоты). В маточном молочке около 80 % от всех незаменимых аминокислот приходится на пролин и оксипролин. Биологическая активность протеиновой составляющей в организме человека чрезвычайно важна. Она зависит от многих факторов, в том числе и от содержания сульфгидрильных групп белковых веществ, определяющих их функциональную активность, стимулирующих синтез ДНК, способствующих восстановлению клеток и их защите [18,19, 20].

Физико-химические свойства сырого протеина главным образом зависят от аминокислот, входящих в его состав, а также от количества свободных функциональных групп. Сырой протеин маточного молочка оказывает антиканцерогенное, противовоспалительное, иммуномодулирующее воздействие на организм человека.

В физиологическом и биохимическом аспекте углеводы чрезвычайно важны, они способствуют стимулированию и регулированию всех биологических процессов в живых организмах.

В маточном молочке в широком ассортименте представлены углеводы. В нем присутствуют преимущественно следующие сахара: глюкоза, фруктоза, которые являются моносахаридами; дисахариды, трисахариды и другие олигосахариды. Сахара, присутствующие в маточном молочке, происходят из сырья, которое собирают пчелы. Они также представляют продукт взаимодействия сахаров с выделяемыми пчелами ферментами.

По количественному содержанию редуцирующих сахаров и сахарозы можно идентифицировать маточное молочко на подлинность продукта, определить его характерные особенности, оценить качество использования углеводного корма.

Маточное молочко является источником многих природных веществ, активных против микробных патогенов. Применение маточного молочка в медицинской, ветеринарной и апитерапевтической практике заслуживает его дальнейшего исследования. С каждым годом во всем мире увеличивается спрос на маточное молочко, так как это не только натуральное вещество для здоровья человека, но и, с коммерческой точки зрения, прибыльный продукт для пчеловодов. Получение высококачественного маточного молочка является важной задачей для пчеловодов, занимающихся его производством и продажей, как на российском рынке, так и на экспорт. Многие зарубежные и российские ученые изучают влияние видовой принадлежности пчел на производительность и критерии качества маточного молочка.

Целью исследования является сравнение основных качественных показателей маточного пчелиного молочка от медоносных пчел разного породного типа.

Материалы и методы исследования

Свежие образцы маточного молочка были собраны на пасеках в весенне-летний период в 2020 году. Образцы маточного молочка были предоставлены от следующих пород пчел: Образец №1 – от внутрипородного типа среднерусской породы "Приокский" (заготовлен на пасеках Рязанской области), образец №2 Австрийская Карника – *Apis mellifera Austria Karnika* (заготовлен на пасеках Краснодарского края), образец №3 Серая горная кавказская – *Apis mellifera caucasica* Gorb. (заготовленный на пасеках Краснодарского края) и образец №4 Карпатская – *Apis mellifera carpatica* (заготовлен на пасеках Краснодарского края). Отбор образцов маточного молочка из маточников проводился через 66-72 часа после прививки личинок.

Маточное молочко при неправильном хранении уже в течение первых двух часов теряет сенсорные и биологически активные свойства. Для сохранения максимальных показателей качества свежесобранное маточное молочко переносили в емкости из темного стекла, предварительно обработанные спиртом. Затем образцы были помещены в морозильную камеру при температурном режиме минус 17 °С. Заготовленные образцы маточного молочка затем исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям, руководствуясь требованиями ГОСТ 28888-17 «Молочко маточное пчелиное». Исследования проводились на базе научной лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства».

Количество деценовых кислот (%) определяли алкалометрическим методом, который заключается в поэтапном фракционировании липидов и выделении деценовых кислот с применением эфира диэтилового с последующим титрованием.



Сырой протеин содержит общее количество биологически активных азотистых веществ. Метод основан на количественном поглощении раствором серной кислоты образовавшегося аммиака после гидролиза органических веществ. Сырой протеин (%) вычисляли по общему азоту, который определяют по Кьедалью и умножают на коэффициент 6,25.

Метод определения массовой доли восстанавливающих сахаров и сахарозы (%) основан на определении оптической плотности раствора калия железосинеродистого после того, как он всту-

пит в реакцию с восстанавливающими сахарами пчелиного маточного молочка.

Результаты исследований и их обсуждение

В соответствии с требованиями действующего стандарта по органолептическим показателям маточное молочко должно представлять собой сметанообразную, однородную массу белого или слабо-кремового цвета, вязущего (жгучего) вкуса с приятным (медовым) запахом.

Результаты по органолептическим исследованиям образцов от представленных пород пчел содержатся в таблице 1.

Таблица 1 – Сенсорные характеристики маточного пчелиного молочка

№ п/п	Порода пчел	Органолептические характеристики				
		Внешний вид	Цвет	Консистенция	Запах	Вкус
1	Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский»	Однородная, непрозрачная масса	Слабо-кремовый	Сметанообразная	Приятный с медовым оттенком	Вязущий, жгучий
2	Австрийская Карника (Apis mellifera Austria Karnika)	Однородная, непрозрачная масса	Слабо-кремовый	Сметанообразная	Приятный с медовым оттенком	Вязущий, жгучий
3	Серая горная кавказская (Apis mellifera caucasica Gorb)	Однородная, непрозрачная масса	Слабо-кремовый	Сметанообразная	Приятный с медовым оттенком	Вязущий, жгучий
4	Карпатская (Apis mellifera carpatica)	Однородная, непрозрачная масса	Слабо-кремовый	Сметанообразная	Приятный с медовым оттенком	Вязущий, жгучий

Как видно из таблицы, все четыре образца маточного молочка по органолептическим показателям отвечают требованиям настоящего ГОСТ.

В соответствии с нормами ГОСТ содержание деценовых кислот в маточном молочке должно

быть не менее 5,0 %. Результаты исследований образцов маточного пчелиного молочка от разных пород пчел на содержание массовой доли деценовых кислот представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание массовой доли деценовых кислот в образцах маточного молочка ($M \pm m$)

№ п/п	Порода пчел	Регион	Массовая доля деценовых кислот, (%)
1	Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский»	Рязанская область	5,44±0,16
2	Австрийская Карника (Apis mellifera Austria Karnika)	Краснодарский край	6,44±0,1
3	Серая горная кавказская (Apis mellifera caucasica Gorb)	Краснодарский край	4,85±0,08
4	Карпатская (Apis mellifera carpatica)	Краснодарский край	5,69±0,11
M + m			5,6 ± 0,03
Lim f(x)			4,85 – 6,44



Как видно из таблицы, максимальное значение общего количества деценовых кислот принадлежит образцу №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria*) – 6,44 %. В образце №1 Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский» это значение меньше максимального на 1, в образце №3 Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica Gorb*) на 1,59 и в образце №4 Карпатская (*Apis mellifera carpatica*) на 0,75. Из представленных образцов наименьшее содержание общего количества деценовых кислот принад-

лежит образцу №3 Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica Gorb*). Его значение меньше нормы, предусмотренной государственным стандартом, на 0,15.

Содержание массовой доли сырого протеина в маточном молочке, согласно нормам ГОСТ, не должно быть менее 31,0 % и не более 47 %.

Результаты исследования содержания массовой доли сырого протеина в представленных образцах маточного пчелиного молочка от разных пород пчел представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание массовой доли сырого протеина в образцах маточного молочка

№ п/п	Порода пчел	Регион	Массовая доля сырого протеина (%)
1	Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский»	Рязанская область	57,0±1,13
2	Австрийская Карника (<i>Apis mellifera Austria Karnika</i>)	Краснодарский край	64,2±0,37
3	Серая горная кавказская (<i>Apis mellifera caucasica Gorb</i>)	Краснодарский край	46,4±0,55
4	Карпатская (<i>Apis mellifera carpatica</i>)	Краснодарский край	60,1±1,89
M ± m			58,9 ± 3,8
Lim f(x)			46,4 – 64,2

На основании данных, представленных в таблице, можно отметить что значение показателя массовой доли сырого протеина превышает норму, установленную согласно ГОСТ, в трех образцах. В образце №1 (внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский») показатель превышает значение нормы на 10; в образце №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria*) на 15,2; в образце №4 Карпатская (*Apis mellifera carpatica*) на 13,1. Из представленных образцов только в образце №3

Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica Gorb*) массовая доля сырого протеина отвечает нормам государственного стандарта.

Количественная оценка маточного пчелиного молочка по редуцирующим сахарам от разных пород пчел представлена в таблице 4. По нормам действующего стандарта массовая доля редуцирующих сахаров (до инверсии) должна быть не менее 20, %

Таблица – 4 Содержание массовой доли редуцирующих сахаров в образцах маточного мол

№ п/п	Порода пчел	Регион	Массовая доля редуцирующих сахаров (%)
1	Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский»	Рязанская область	20,7±0,43
2	Австрийская Карника (<i>Apis mellifera Austria Karnika</i>)	Краснодарский край	14,25±0,5
3	Серая горная кавказская (<i>Apis mellifera caucasica Gorb</i>)	Краснодарский край	25,7±0,27
4	Карпатская (<i>Apis mellifera carpatica</i>)	Краснодарский край	22,6±0,6
M ± m			20,8 ± 2,4
Lim f(x)			14,25 – 25,7



Как видно из таблицы 4, наименьшее значение массовой доли редуцирующих сахаров принадлежит образцу №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria Karnika*). Это значение на 5,7 меньше нормы, предусмотренной ГОСТом. Оставшиеся три образца отвечают требованиям ГОСТа. Максимальное значение редуцирующих сахаров – в образце №3 Серая горная кавказская (*Apis*

mellifera caucasica Gorb). Это значение больше минимального на 11.

Сахарозы в маточном молочке согласно ГОСТ должно быть не более 10,5 %. Результаты исследования содержания массовой доли сахарозы в исследуемых образцах маточного молочка представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Содержание массовой доли сахарозы в образцах маточного молочка

№ п/п	Порода пчел	Регион	Массовая доля сахарозы (%)
1	Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский»	Рязанская область	1,4±0,06
2	Австрийская Карника (<i>Apis mellifera Austria Karnika</i>)	Краснодарский край	5,2±0,12
3	Серая горная кавказская (<i>Apis mellifera caucasica</i> Gorb)	Краснодарский край	1,74±0,017
4	Карпатская (<i>Apis mellifera carpatica</i>)	Краснодарский край	5,1±0,17
M + m			3,4±1,0
Lim f(x)			1,4 – 5,2

Из данных, представленных в таблице, видно, что содержание массовой доли сахарозы во все четырех образцах отвечает требованиям государственного стандарта. Наибольшее значение этого показателя принадлежит образцу №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria Karnika*). Наименьшее значение массовой доли сахарозы у образца №1 Внутрипородный тип среднерусской породы «Приокский», это на 73,3 % меньше максимального значения этого показателя в представленных образцах. В образце №3 Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica* Gorb) – меньше максимального значения на 66,5%, в образце №4 Карпатская (*Apis mellifera carpatica*) – на 1,9%.

Выводы

Критерии качества маточного молочка зависят от множества паратипических факторов: природно-климатических условий, особенности кормления пчелиных семей, места происхождения продукта, а также от происхождения медоносных пчел. Как видно из результатов проведенного исследования, качественные критерии маточного молочка у пчел разных пород существенно меняются. Высокое содержание деценовых кислот, сырого протеина и массовой доли сахарозы характерно для образца №2 Австрийская Карника (*Apis mellifera Austria Karnika*). Наибольшее значение редуцирующих сахаров у образца №3 Серая горная кавказская (*Apis mellifera caucasica* Gorb). На содержание протеина и деценовых кислот в маточном молочке существенное влияние оказывают природно-климатические условия. Содержание общих сахаров зависит от состава кормовой базы в период получения маточного молочка. Современные исследования направлены на выявление новых критериев оценки разных популяций

медоносных пчел. Изучение изменений биологически активных компонентов в маточном молочке в зависимости от породы пчел позволит проводить отбор высокопродуктивных особей с определенными качественными показателями маточного молочка. Это даст возможность российским производителям маточного молочка не только успешно конкурировать на мировом рынке, но и стать лидерами по производству качественного маточного молочка с высоким содержанием биологически активных веществ.

Список источников

1. Марданлы, С. Г. Биологическая активность компонентов пчелиного маточного молочка и пчелиного яда / С. Г. Марданлы, В. В. Помазанов, В. А. Кисилева, Я. Б. Нескородов // ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно – технологический университет». – 2018. – Том 6 (5). – С. 419 – 439. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36399445>
2. Калинина, И. В. Биологически активные ингредиенты в разработке пищевых продуктов с адаптогенными свойствами / И. В. Калинина, Р. И. Фаткуллин, Г. С. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6 (1). – С. 32 – 39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32595767>
3. Хорошо забытое старое / Г. И. Сержантов, И. В. Заболоцкая // Состояние и перспективы развития современного пчеловодства и апитерапии: сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству и апитерапии – Рыбное, 2018. – С. - 169. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=371103474>
4. Дубцова, Е. А. Состав, биологический свойства меда, пыльцы и маточного молочка и возможность их применения в лечебном питании //



Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2009. – № 3. – С. 36 - 41 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15216430>

5. Брандорф, А. З. Влияние экологических факторов на критерии качества маточного молочка *Apis mellifera* L. / А. З. Брандорф, М. М. Ивойлова // Аграрная наука Евро - Северо - Востока. - 2018. – Том 62 №1 - С.19 - 26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36902388>

7. Белокурова, Е. В. Пищевые сухие комбинированные смеси в производстве мучных кулинарных и хлебобулочных изделий функционального назначения / Е. В. Белокурова, А. А. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2013. - № 2. – С. - 119-124. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19134180>

8. Buttstedt, A. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family / A. Buttstedt, R. F. Moritz, S. Erler // Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society. - 2014. - V. 89 (2). - P. 255 - 269. DOI: 10.1111/brev.12052.

9. Bincoletto, C. Effects produced by Royal Jelly on haematopoiesis: Relation with host resistance against Ehrlich ascites tumour challenge / C. Bincoletto, S. Eberlin, C. A. Figueiredo, M. B. Luengo, M. L. Queiroz. // International Immunopharmacology. - 2005. - V. 5 (4). - P. 679-688. DOI: 10.1016/j.intimp.2004.11.015.

10. Lima W. G. Bee products as a source of therapeutic and chemoprophylaxis strategies against COVID-19 (SARS-CoV-2) / Lima W. G., Brito J. C. M., da Cruz Nizer W. S. // Journal Phytotherapy Research/ - 2021. - V. 35 (2). - P. 743 - 750. DOI: 10.1002/ptr.6872.

11. Брандорф, А. З. Морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10 – ОДК / А. З. Брандорф, М. М. Ивойлова // Аграрная наука Евро - Северо - Востока. - 2019. – Том 20 (3) - С. 283 - 289. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38194927>

12. Брандорф, А. З. Качество маточного молочка у пчел разного происхождения / А. З. Брандорф, М. М. Ивойлова, Я. Хью, Х. Ли // Аграрная наука Евро - Северо - Востока. - 2014. – Том 2 (39) - С. - 58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21254997>

[asp?id=21254997](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21254997)

13. Хисматуллина, Н. З. Апитерапия / Н. З. Хисматуллина – Пермь: Изд. Мобиле, - 2005. – 296 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19535036>

14. Хомутов, А. Е. Биологические и клинические основы апитерапии / А. Е. Хомутов – Н. Новгород: Изд. Нижегородская государственная медицинская академия, - 2011. – 400 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19557624>

15. Jolhe P. D., Patil V. S., Bhanvase B. A., Sonawane S. H., Potoroko I. Ultrasound assisted synthesis of performic acid in a continuous flow microstructured reactor. Ultrasonics Sonochemistry, - 2017. - vol. 39, P. 153-159. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.03.059

16. Lercker G., Capella P., Conte L.S., Ruini F., Giordani G. Components of royal jelly: I. Identification of the organic acids. Lipids. – 1981. - vol. 12. - pp. 912 - 919. DOI: 10.1007/BF0253499.

17. Melliou E., Chinou I. Chemistry and Bioactivity of Royal Jelly from Greece. Food Chem. – 2005 - vol. 53 (23). P. 8987 - 8992. DOI: 10.1021/jf051550p.

17. Крылов, В. Н. Маточное молочко пчел: свойства, получение, применение: монография / В.Н. Крылов, С.С. Соколовский. – Краснодар: изд-во администрации Краснодарского края, 2000. – 194 с.

18. Губергриц, Н. Б. Новые возможности в лечении хронических токсических гепатитов и циррозов печени с использованием биогепаторегенерирующей сыворотки гепазилтм композитум / Н.Б. Губергриц, А.Е. Ключков // Новости медицины и фармации. – 2012. - №5 – С. 45-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20411630>

19. Крылова, Е. В. Влияние маточного молочка пчел и убихинона – 10 на вариабельность сердечного ритма квалифицированных пловцов в период физических нагрузок / Е. В. Крылова, С. В. Копылова, С. В. Кузнецова, А. Н. Овчинникова // Теория и практика физической культуры. – 2015. - №1 – С. 23 – 26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22741677>

20. Рыжикова М.А. Влияние лекарственных растений на процессы свободнорадикального окисления в модельных системах / М.А. Рыжикова, Р.Р. Фархутдинов, Ш.З. Загидуллин // 3 дравоохр. Башкортостана. — 1998. — № 5–6. — С. 38-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28865970>

References

1. Mardanly, S. G. *Biologicheskaya aktivnost' komponentov pchelinogo matochnogo molochka i pchelinogo yada* / S. G. Mardanly, V. V. Pomazanov, V. A. Kisileva, YA. B. Neskorodov // GOU VO MO

« Gosudarstvennyj gumanitarno – tekhnologicheskij universitet». – 2018. – Tom 6 (5). – S. 419 – 439. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36399445>

2. Kalinina, I. V. *Biologicheski aktivnye ingredienty v razrabotke pishchevyh produktov s adaptogennymi svojstvami* / I. V. Kalinina, R. I. Fatkullin, G. S. Popova // Vestnik YUUrGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii». - 2018. - T. 6 (1). - S. 32 - 39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32595767>

3. Horosho zabytoe staroe / G. I. Serzhantov, I. V. Zabolockaya // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennogo pchelovodstva i apiterapii: sbornik nauchno-issledovatel'skih rabot po pchelovodstvu i apiterapii – Rybnoe, 2018.– S. - 169. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=371103474>

4. Dubcova, E. A. *Sostav, biologicheskij svojstva meda, pyl'cy i matochnogo molochka i vozmozhnost' ih primeneniya v lechebnoe pitanii* // Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya. – 2009. - № 3. – S. 36 - 41 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15216430>



5. Brandorf, A. Z. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na kriterii kachestva matochnogo molochka *Apis mellifera* L. / A. Z. Brandorf, M. M. Ivojlva // *Agrarnaya nauka Evro - Severo – Vostoka*. - 2018. – Tom 62 №1 - S.19 - 26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36902388>
7. Belokurova, E. V. Pishchevye suhie kompozitnye smesi v proizvodstve muchnykh kulinarnykh i hlebobulochnykh izdelij funktsional'nogo naznacheniya / E. V. Belokurova, A. A. Derkanosova // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij*. - 2013. - № 2. – S. - 119-124. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19134180>
8. Buttstedt, A. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family / A. Buttstedt, R. F. Moritz, S. Erler // *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. - 2014. - V. 89 (2). - R. 255 - 269. DOI: 10.1111/brv.12052.
9. Bincoletto, C. Effects produced by Royal Jelly on haematopoiesis: Relation with host resistance against Ehrlich ascites tumour challenge / C. Bincoletto, S. Eberlin, C. A. Figueiredo, M. B. Luengo, M. L. Queiroz. // *International Immunopharmacology*. - 2005. - V. 5 (4). - R. 679-688. DOI: 10.1016/j.intimp.2004.11.015.
10. Lima W. G. Bee products as a source of therapeutic and chemoprophylaxis strategies against COVID-19 (SARS-CoV-2) / Lima W. G., Brito J. C. M., da Cruz Nizer W. S. // *Journal Phytotherapy Research* / - 2021. - V. 35 (2). - R. 743 - 750. DOI: 10.1002/ptr.6872.
11. Brandorf, A. Z. Morfogeneticheskie markery medonosnykh pchel, produciroyushchikh matochnoe molochko s vysokim soderzhaniiem 10 – ODK / A. Z. Brandorf, M. M. Ivojlva // *Agrarnaya nauka Evro - Severo – Vostoka*. - 2019. – Tom 20 (3) - S. 283 - 289. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38194927>
12. Brandorf, A. Z. Kachestvo matochnogo molochka u pchel raznogo proiskhozhdeniya / A. Z. Brandorf, M. M. Ivojlva, YA. H'yu, H. Li // *Agrarnaya nauka Evro - Severo – Vostoka*. - 2014. – Tom 2 (39) - S. - 58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21254997>
13. Hismatullina, N. Z. Apiterapiya / N. Z. Hismatullina – Perm': Izd. Mobile, - 2005. – 296 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19535036>
14. Homutov, A. E. Biologicheskie i klinicheskie osnovy apiterapii / A. E. Homutov – N. Novgorod: Izd. Nizhegorodskaya gosudarstvennaya medicinskaya akademiya, - 2011. – 400 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19557624>
15. Jolhe P. D., Patil V. S., Bhanvase B. A., Sonawane S. H., Potoroko I. Ultrasound assisted synthesis of performic acid in a continuous flow microstructured reactor. *Ultrasonics Sonochemistry*, - 2017. - vol. 39, R. 153-159. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.03.059
16. Lercker G., Capella P., Conte L.S., Ruini F., Giordani G. Components of royal jelly: I. Identification of the organic acids. *Lipids*. – 1981. - vol. 12. - pp. 912 - 919. DOI: 10.1007/BF0253499.
17. Melliou E., Chinou I. Chemistry and Bioactivity of Royal Jelly from Greece. *Food Chem.* – 2005 - vol. 53 (23). R. 8987 - 8992. DOI: 10.1021/jf051550p.
17. Krylov, V. N. Matochnoe molochko pchel: svoystva, poluchenie, primenenie: monografiya / V.N. Krylov, S.S. Sokol'skij. – Krasnodar: izd-vo administracii Krasnodarskogo kraja, 2000. – 194 s.
18. Gubergic, N. B. Novye vozmozhnosti v lechenii hronicheskikh toksicheskikh gepatitov i cirrozov pecheni s ispol'zovaniem biogepatoregeneriruyushchej syvorotki gepazitm kompozitum / N.B. Gubergic, A.E. Klochkov // *Novosti mediciny i formacii*. – 2012. - №5 – S. 45-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20411630>
19. Krylova, E. V. Vliyanie matochnogo molochka pchel i ubihinona – 10 na variabel'nost' serdechnogo ritma kvalificirovannykh plovcov v period fizicheskikh nagruzok / E. V. Krylova, S. V. Kopylova, S. V. Kuznecova, A. N. Ovchinnikova // *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. – 2015. - №1 – S. 23 – 26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22741677>
20. Ryzhikova M.A. Vliyanie lekarstvennykh rastenij na processy svobodnoradikal'nogo okisleniya v model'nykh sistemah / M.A. Ryzhikova, R.R. Farhutdinov, SH.Z. Zagidullin // *Z dravoohr. Bashkortostana*. — 1998. — № 5–6. — S. 38-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28865970>

Статья поступила в редакцию 04.10.2021; одобрена после рецензирования 08.12.2021; принята к публикации 12.12.2021.

The article was submitted 04.10.2021; approved after reviewing 08.12.2021 ; accepted for publication 12.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с.25-32
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.25-32

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 638.166.2
DOI: 10.36508/RSATU.2021.92.94.003

Исследование содержания флавоноидных соединений в меде разного ботанического происхождения и способов технологической обработки

Анна Зиновьевна Брандорф¹, Ирина Юрьевна Быстрова², Оксана Владимировна Серебрякова³✉

^{1,3} Федеральный научный центр пчеловодства, Рязанская обл., г.Рыбное, Россия

² Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

¹apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru/

²ibystrova66@mail.ru

³oksana.sazonova.94@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. В работе продемонстрированы результаты исследования содержания флавоноидных соединений в меде разного ботанического и географического происхождения, после разных способов обработки. Флавоноидные соединения являются классом растительных веществ вторичного происхождения. В состав меда и других продуктов пчеловодства они поступают, главным образом, из нектара и пыльцы растений. Целью исследования стало определение изменения содержания флавоноидных соединений в меде натуральном после его технологической обработки, нагревания и хранения.

Методология. Нагревали мед при температуре 70° С в течение 8 минут с последующим охлаждением до 20° С, взбивали при 1000 об/мин, в течение 6 часов. Опытные образцы хранили в течение месяца (30 суток). Исследование содержания флавоноидных соединений – косвенным методом согласно фотометрической методике суммарного определения флавоноидов в продуктах пчеловодства. Исследовали меда разного ботанического происхождения: подсолнечниковый, каштановый, гречишный, акациевый, липовый. Меда разного географического происхождения: Архангельская область, Рязанская область, Уссурийская область (Дальне-Восточный край), Краснодарский край, Казанская область.

Результаты. По результатам исследования установили: содержание фенольных соединений в медах разного ботанического происхождения неодинаково, больше всего фенольных соединений было в гречишном меде – 0,312±0,002 %. В процессе хранения опытных проб меда содержание фенольных соединений в медах разного ботанического происхождения закономерно возросло. Увеличение значений флавоноидов в медах после нагревания и хранения колеблется от 2,8 до 7,7 %. Увеличение происходит за счет повышения содержания красящих веществ, накапливающихся при окислении аминокислот и распада простых сахаров. Также следует отметить, что суммарное содержание флавоноидных соединений в медах после взбивания и хранения возрастает в меньшей степени, и не превышало 3,6 %, что в основном происходило за счет образования кислородных пузырьков в медовой массе, с последующим окислением органических веществ.

Заключение. В ходе исследования было установлено, что содержание флавоноидных соединений в медах разного ботанического происхождения разное и наибольшее содержание флавоноидов было выявлено в гречишном меде. Также под воздействием температурного нагревания до 70° С, механического взбивания и хранения в течение 30 суток содержание флавоноидных веществ возрастает.

Ключевые слова: флавоноидные соединения в меде, нагревание меда, механическое взбивание меда, мед разного ботанического происхождения.

Для цитирования: Брандорф А. З., Быстрова И. Ю., Серебрякова О. В. Исследование содержания флавоноидных соединений в меде разного ботанического происхождения и способов технологической обработки//Вестник Рязанского государственного университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13. №4. с 25-32 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.92.94.003>

© Брандорф А. З., Быстрова И. Ю., Серебрякова О. В., 2021 г.

**Investigation of the content of flavonoid compounds in honey of various botanical origin and processing methods****Anna Z. Brandorf¹, Irina Yu. Bystrova², Oksana V. Serebryakova³** ^{1,3} Federal Research Center of Beekeeping, Ryazan region, Rybnoe, Russia² Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev, Ryazan, Russia¹apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru/²ibystrova66@mail.ru³oksana.sazonova.94@mail.ru**Abstract.**

The problem and the goal. The paper demonstrates the results of a study of the content of flavonoid compounds in honey of different botanical and geographical origin, after different processing methods. Flavonoid compounds are a class of plant substances of secondary origin. In the composition of honey and other bee products, they come mainly from nectar and pollen of plants. The aim of the study was to determine the changes in the content of flavonoid compounds in natural honey after its technological processing, heating and storage.

Methodology. Honey was heated at a temperature of 70 ° C for 8 minutes, followed by cooling to 20 ° C, whipped at 1000 rpm, for 6 hours. The prototypes were stored for a month (30 days). Investigation of the content of flavonoid compounds by indirect method according to the photometric method of total determination of flavonoids in bee products. Honey of different botanical origin was studied: sunflower, chestnut, buckwheat, acacia, lime. Honey of different geographical origin: Arkhangelsk region, Ryazan region, Ussuri region (Far Eastern Region), Krasnodar Territory, Kazan region.

Results. Studies have established that the content of phenolic compounds in honey of different botanical origin is not the same, and most phenolic compounds were found in buckwheat honey $0.312 \pm 0.002\%$. During the storage of experimental honey samples, the content of phenolic compounds in honey of various botanical origin naturally increased. The increase in the values of flavonoids in honey after heating and storage ranges from 2.8 to 7.7%. The increase is due to an increase in the content of coloring substances that accumulate during the oxidation of amino acids and the breakdown of simple sugars. It should also be noted that the total content of flavonoid compounds in honey after whipping and storage increases to a lesser extent, and did not exceed 3.6%, which mainly occurred due to the formation of oxygen bubbles in the honey mass, followed by oxidation of organic substances.

Conclusion. During the study, it was found that the content of flavonoid compounds in honey of different botanical origin is different and the highest content of flavonoids was found in buckwheat honey. Also, under the influence of temperature heating up to 70 ° C, mechanical whipping and storage for 30 days, the content of flavonoid substances increases.

Key words: flavonoid compounds in honey, heating of honey, mechanical whipping of honey, honey of different botanical origin.

For citation: Brandorf A. Z., Bystrova I. Yu., Serebryakova O.V. Investigation of the content of flavonoid compounds in honey of various botanical origin and processing methods. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13(4); 25-32 (in Russ). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.92.94.003>

Введение

Флавоноидные соединения представляют собой класс растительных веществ вторичного происхождения. В состав меда и других продуктов пчеловодства флавоноиды поступают, главным образом, из нектара и пыльцы растений. Данная группа веществ накапливается в растительных тканях и, попадая в пчелопродукты, определяет их пищевое и вкусовое достоинство.

В биохимическом понимании флавоноидными соединениями называют вещества, которые содержат в своей молекуле ароматическое кольцо со связанными гидроксильными группами. Примером этих веществ могут служить такие соединения как флавонолы (кверцетин, кемпферол, галангин, фисетин), флаваноны (пиноцембрин, нарингин, гесперидин) и флавоны (апигенин, акацетин, хри-

зин, лютеолин).

Биосинтез фенольных соединений в растениях-медоносах, как и в других растениях, происходит по двум биохимическим процессам: через шикимовую кислоту и ацетатно-малонатный комплекс. Исходным соединением первого процесса является шикимовая кислота, тогда как исходным соединением ацетатно-малонатного пути является ацетилкоэнзим. У медоносных растений синтез флавоноидов происходит путем ароматизации поликетидной цепи. К флавоноидам растений, в широком понимании, относят: катехиновые дубильные вещества, важные красящие вещества (желтые флавоны), флавонолы, антоцианы.

Основная функция фенольных соединений в растениях – участие в окислительно-восстановительных процессах. Другими словами, флавоно-



идные соединения в растительных тканях служат переносчиками атомов водорода на конечных этапах дыхания. Соответственно, образовавшиеся фенолы попадают в нектар посредством механизмов выделения нектара, основанных фильтрацией под давлением, с участием переносчиков.

Среди флавонолов в растениях наиболее распространенным является рутин, поэтому его выделяют из цветков гречихи и используют в качестве экстрактивного средства.

Цвет в медах, образующийся с помощью флавоноидных красящих веществ, может часто усиливаться за счет входящих в состав меда зерен пыльцы, которые, в свою очередь, содержит в себе каротиноиды. На данный момент ботаническими исследованиями удалось выделить из растений уже более 70 веществ. Все выделенные вещества, которые относятся к этому типу соединений – каротиноиды, имеют в своем составе систему сопряженных множественных связей, которые влияют на цвет пыльцы.

Следует отметить, что на свету фенольные гидроксилы активно окисляются, и цвет каротиноидов, флавонолов, флавонов, антоцианов соответственно начинает меняться. Окислению каротиноидов способствует перекись водорода, которая, в свою очередь, образуется под действием фермента оксидазы. Каталаза, попадающая в мед с пыльцой, расщепляет перекись на воду и кислород, поэтому цвет меда остается прежним более длительное время. При нагревании меда каталаза разрушается, и ее влияние на окраску продукта исчезает.

Необходимо отметить, что на содержание пыльцы в составе меда оказывает влияние и порода, а также возраст пчел, на основании чего цветность медовой массы напрямую связана с зоотехническими параметрами производства меда. В случае скудного взятка на главном медосборе нектар дольше остается в зобике пчелы, впоследствии мед более обогащен глюкооксидазой и приобретает более темный цвет.

Хотя доля фенольных соединений в составе меда очень мала, они в значительной степени отвечают за сенсорные и питательные свойства меда. Фенольные соединения являются одной из многочисленных групп соединений, входящих в состав меда, главным образом в виде гликозидов. Поскольку флавоноиды и другие фенольные соединения поступают в мед исключительно из растений, понятно, что их содержание будет определяться ботаническим происхождением меда, однако хранение и технологическая обработка также оказывают важное влияние на их состав.

Существует несколько версий, которые подтвердили, что фенольные и флавоноидные профили в медах, а также их антиоксидантная активность могут быть использованы в качестве маркеров для идентификации меда, главным образом из-за преобладания некоторых специфических соединений в медах разного ботанического происхождения. Результаты подобных исследований в Швейцарии также показали, что фенольные соединения яв-

ляются потенциальными маркерами цветочного происхождения некоторых видов меда (например, полезные идентификации для вереска, каштана, эвкалипта, рапса и лайма), в то время как они не встречаются в составе других медов из-за отсутствия их цветочной специфики (например, лаванды и акации).

Существуют работы, связывающие содержание различных фенольных соединений в образцах меда с цветочным происхождением, а также с чрезмерным вниманием к пользе для здоровья. Однако определений флавоноидных соединений именно в свежем меде достаточно, а исследований данных веществ в переработанном меде по-прежнему недостаточно. Мед имеет довольно нестабильный состав, однако, способен оставаться нетронутым в течение длительного времени из-за высокого содержания сахара и низкого содержания воды, но содержание нативных флавоноидов может изменяться при хранении. Поэтому фенольные маркеры имеют ограниченную полезность в качестве индикаторов для определения именно ботанического происхождения медов, так как они часто хранятся в течение длительных периодов времени, прежде чем начинают потребляться. Следовательно, это исследование было направлено на то, чтобы подчеркнуть качество образцов с точки зрения суммарного содержания флавоноидов в течение месяца хранения.

Флавоноидные соединения состоят из структурных элементов – фенольных гидроксидов. Данное вещество содержит в себе аминокислоту тирозин, которая, в свою очередь, при соединении с ионами металлов начинает окрашиваться в темный цвет. Именно по этой причине хранение медовой массы в металлической посуде приводит к потемнению продукта.

Следует отметить, что цвет меда дополнительно усиливается и пыльцевыми зернами, входящими в его состав. Пыльцевое зерно содержит каротиноиды, и последние при биохимическом сопряжении с различными веществами производят цвета от желтого до черного-фиолетового. Освещение усиливает окислению фенольных гидроксидов, чему способствует фермент оксидаза, и цветность меда начинает меняться. На основании этого, чем меньше содержится оксидазы в составе меда, тем дольше будет сохраняться его исходный цвет. На количество данного фермента оказывают воздействие и зоотехнические факторы: возраст и порода пчел.

Темному окрашиванию меда способствует и окисление аминокислоты тирозина, которая окисляется под воздействием соответствующего фермента тирозиназы.

Материалы и методы исследования

С учетом актуальности изучения антиоксидантности продуктов питания целью исследования стало определение изменения содержания флавоноидных соединений в меде натуральном после его технологической обработки, нагревания и хранения.

Объектом исследования являлся мед нату-



ральный.

Для выполнения работы и осуществления намеченной цели были определены задачи:

- 1) заготовка образцов меда разного ботанического и географического происхождения;
- 2) исследование заготовленных образцов меда на соответствие государственному стандарту;
- 3) прогревание опытных проб меда с последующим хранением;
- 4) механическое взбивание опытных проб меда с последующим хранением;
- 5) получение результатов исследования и их биометрическая обработка.

Для исследования были заготовлены образцы меда разного ботанического и географического происхождения.

Исследование контрольных и опытных проб меда на содержание флавоноидных соединений осуществлялось без предварительного разделения компонентов, косвенным методом согласно фотометрической методике суммарного определения флавоноидов в продуктах пчеловодства. Данная методика основана на аддитивности значений показателей оптической плотности всех флавоноидных компонентов раствора меда, при определенной длине волны.

Для исследований были заготовлены виды меда: подсолнечниковый, каштановый, гречишный, акациевый, липовый.

Заготовленные пробы меда были исследованы на соответствие требованиям государственного стандарта ГОСТ 19792-2017, а также на исходное значение содержания флавоноидных соединений. Для исследования результатов нагревания и взбивания меда были заготовлены полифлорные (разнотравные) образцы из следующих областей: Архангельская область, Рязанская область, Уссурийская область (Дальне-Восточный край), Краснодарский край, Казанская область.

Образцы меда разного ботанического происхождения исследовались на соответствие заявленному наименованию согласно ГОСТ

31766-2012. Образцы разного ботанического происхождения были исследованы на исходное содержание флавоноидных соединений, а также на их содержание спустя месяц (30 суток) хранения. Экспериментальные образцы изучались в шестикратной повторности.

Полученные образцы меда распределяли по контрольным и опытным пробам для дальнейшего проведения необходимых экспериментальных технологических манипуляций.

С целью исследования воздействия температуры нагревания меда на динамику изменения флавоноидных соединений опытные пробы в емкостях объемом 150 мл подвергали нагреванию на водяной бане при 70° С в течение 8 минут, с последующим немедленным охлаждением до 20° С. Затем опытные пробы исследовали спустя сутки после обработки. Для исследования влияния последующего хранения опытные и контрольные пробы хранили в условиях 20° С в течение месяца (30 суток). Определение содержания флавоноидных соединений в контрольных и опытных пробах осуществляли параллельно. Исследования проводились в шестикратной повторности.

Для определения воздействия механического взбивания меда на динамику изменения флавоноидных веществ в его составе опытную часть образцов меда подвергали активному взбиванию при 1000 об/мин в течение 6 часов. Затем опытные пробы исследовали спустя сутки после обработки и через месяц (30 суток) хранения. Контрольные пробы исследовались параллельно. Исследования проводились в шестикратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные образцы меда соответствовали требованиям государственного стандарта по основным физико-химическим показателям.

Результаты исследования медов разного ботанического происхождения на исходное содержание флавоноидных соединений и монофлорность представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание флавоноидных соединений в составе медов разного ботанического происхождения, М±m

Наименование образца	Процентное содержание пыльцевых зерен, %	Содержание флавоноидных соединений, %	
		исходные значения	через месяц хранения
Подсолнечниковый	69,7±0,15	0,255±0,001	0,259±0,002
Каштановый	78,5±0,76	0,301±0,001	0,305±0,003
Акациевый	9,7±0,93	0,203±0,001	0,210±0,002
Гречишный	57,3±0,47	0,312±0,002	0,330±0,003
Липовый	49,3±0,77	0,269±0,002	0,271±0,003

Следует обратить внимание, что на представленных в таблице 1 результатах четко прослеживается разница в содержании флавоноидных веществ в медах разного ботанического происхождения. Тем не менее, спустя месяц хранения суммарное содержание флавоноидных веществ несколько повышается. Так, в подсолнечниковом

меде после указанного периода хранения увеличение содержания флавоноидов произошло на 1,5 %. В меде, собранном с каштана посевного, увеличение составило 1,3 % по отношению к исходному показателю. В акациевом меде общее повышение флавоноидных веществ составило 3,3 %, а у гречишного их содержание увеличилось



на 5,5 %, что является самым высоким показателем увеличения. В липовом меде увеличение содержания данных веществ было самым низким и составило в среднем 0,7 %. Таким образом, при хранении мёдов разного ботанического происхождения происходит увеличение суммарного содержания флавоноидных соединений. Это говорит о

том, что в меде происходят закономерные биохимические процессы с высвобождением веществ фенольного ряда. Результаты исследования экспериментальных проб мёда до и после нагревания при температуре 70° С в течение 8 минут с последующим охлаждением до 20° С представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание флавоноидных соединений в составе мёда до и после нагревания до 70° С в течение 8 минут, М±m

Наименование места получения образца	Содержание флавоноидных соединений, %	
	исходные значения	после нагревания
Архангельская область	0,257±0,001	0,260±0,003
Рязанская область	0,213±0,001	0,214±0,003
Уссурийская область	0,194±0,001	0,197±0,002
Краснодарский край	0,279±0,001	0,279±0,001
Казанская область	0,233±0,001	0,233±0,003

Представленные в таблице 2 результаты свидетельствуют, что содержание флавоноидных соединений в мёдах разного географического происхождения достаточно отличается. Наименьшим содержанием флавоноидов отличался мёд, собранный в Уссурийской области, тогда как мёд Краснодарского края имел самое высокое значение показателя. Наряду с указанными изменениями, нагревание способствовало повышению содержания флавоноидных веществ во всех экспериментальных пробах. Так, в мёдах из Архангельской области увеличение содержания флавоноидных соединений после нагревания произошло на 1,2 %. В мёдах, собранных в

Рязанской области, увеличение содержания произошло всего лишь на 0,5 %, тогда как в пробах мёда из Уссурийской области увеличение составило 1,5 %. В мёдах, собранных в Краснодарском крае и Казанской области, изменений в содержании флавоноидных соединений не произошло.

Следует отметить, что повышение суммарного содержания флавоноидных соединений во всех образцах мёда было незначительным, на основании этого экспериментальные пробы поместили для дальнейшего хранения. Результаты исследования экспериментальных проб мёда до нагревания и после хранения в течение месяца представлены на рисунке 1.

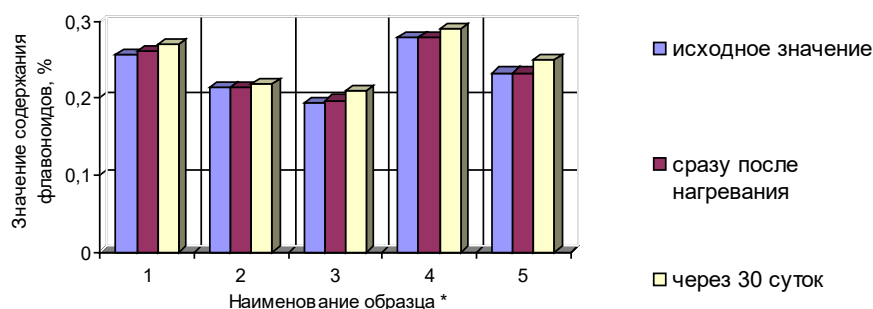


Рис. 1- Суммарное содержание флавоноидных соединений в пробах мёда после нагревания до 70 °С и хранения в течение 30 суток, %

Наименование образца* 1 – Архангельская область, 2 – Рязанская область, 3 – Уссурийская область, 4 – Краснодарский край, 5 – Казанская область.

(The total content of flavonoid compounds in honey samples after heating to 70 °C and storage for 30 days, %

Sample name* 1 - Arkhangelsk region, 2 - Ryazan region, 3 - Ussuri region, 4 - Krasnodar Territory, 5 - Kazan region)

Данные на рисунке 1 свидетельствуют о том, что хранение образцов мёда, подвергавшихся нагреванию, способствует увеличению содержания флавоноидных соединений в составе всех проб мёда. Так, сразу после нагревания и хранения значение содержания флавоноидных соединений в образце №1 (Архангельская область) увеличилось на 4,7 %. В образце № 2 (Рязанская область)

увеличение составило 2,8 %, а в образце № 3 (Уссурийская область) на 7,7 %, что составило наибольший процент увеличения. В образце № 4 (Краснодарский край) содержание флавоноидных соединений в мёдах после нагревания и хранения возросло на 4,3 %, а в № 5 (Казанская область) – на 6,9 %.

Таким образом, суммарное содержание фла-



воноидных соединений в медах после нагревания и хранения возрастает, в основном, за счет увеличения содержания красящих веществ, накапливающихся при окислении аминокислот и распада простых сахаров.

Результаты исследования экспериментальных проб меда до и после нагревания при температуре 70° С в течение 8 минут с последующим охлаждением до 20° С представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание флавоноидных соединений в составе меда до и после механического взбивания, М±m

Наименование места получения образца	Содержание флавоноидных соединений, %	
	исходные значения	после взбивания
Архангельская область	0,257±0,001	0,258±0,001
Рязанская область	0,213±0,001	0,213±0,001
Уссурийская область	0,194±0,001	0,199±0,002
Краснодарский край	0,279±0,001	0,280±0,001
Казанская область	0,233±0,001	0,234±0,002

В соответствии с данными таблицы 3 можно заметить, что содержание флавоноидных соединений после механического взбивания повысилось в экспериментальных пробах. Так, в медах из Архангельской области увеличение содержания флавоноидных соединений после взбивания произошло на 0,4 %. В медах, собранных в Рязанской области, содержание флавоноидных веществ не изменилось. Содержание указанных веществ в медах Уссурийской области повысилось на 2,5 % от исходного значения. В медах Краснодарского края и Казанской области содержание флавоно-

идных веществ после механической обработки повысилось на 0,4 % по отношению к исходным показателям.

Следует отметить, что повышение суммарного содержания флавоноидных соединений во всех образцах меда было незначительным; на основании этого экспериментальные пробы поместили для дальнейшего хранения. Результаты исследования экспериментальных проб меда до механического взбивания и после хранения в течение месяца представлены на рисунке 2.

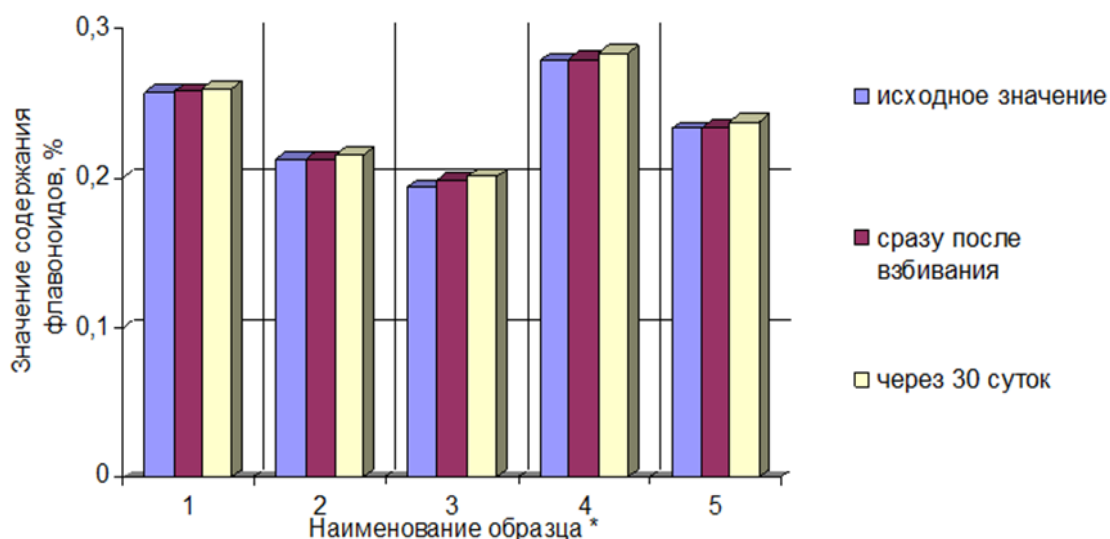


Рис. 2- Суммарное содержание флавоноидных соединений в пробах меда после механического воздействия и хранения в течение 30 суток, %

Наименование образца* 1 – Архангельская область, 2 – Рязанская область, 3 – Уссурийская область, 4 – Краснодарский край, 5 – Казанская область.

(The total content of flavonoid compounds in honey samples after mechanical exposure and storage for 30 days, % Sample name* 1 - Arkhangelsk region, 2 - Ryazan region, 3 - Ussuri region, 4 - Krasnodar Territory, 5 - Kazan region)



Данные гистограммы на рисунке 2 свидетельствуют о том, что хранение образцов меда, подвергавшихся взбиванию, способствует небольшому увеличению содержания флавоноидных соединений в составе всех проб меда. Так, сразу после взбивания и хранения значение содержания флавоноидных соединений в образце №1 (Архангельская область) увеличилось на 1,2 %. В образце № 2 (Рязанская область) увеличение составило 0,9 %, а в образце № 3 (Уссурийская область) на 3,6 %, что составило наибольший процент увеличения. В образце № 4 (Краснодарский край) содержание флавоноидных соединений в медах после взбивания и хранения возросло на 1,8 %, а в № 5 (Казанская область) – на 2,4 %.

Выводы

Таким образом, суммарное содержание флавоноидных соединений в медах после взбивания и хранения незначительно возрастает, в основном, за счет увеличения слабого окисления аминокислот, образования кислородных пузырьков в медовой массе, с последующим окислением органических веществ.

На основе проведенных исследований можно заключить, что при хранении медов разного ботанического происхождения происходит увеличение суммарного содержания флавоноидных соединений. Это говорит о том, что в меде происходят закономерные биохимические процессы с высвобождением веществ фенольного ряда. Наибольшее содержание флавоноидных соединений было отмечено в гречишном меде и составило в среднем $0,312 \pm 0,002$ %.

Суммарное содержание флавоноидных соединений в медах после нагревания и хранения возрастает. Увеличение значений показателя колеблется от 2,8 до 7,7 %. Это происходит за счет увеличения содержания красящих веществ, накапливающихся при окислении аминокислот и распада простых сахаров. Также следует отметить, что суммарное содержание флавоноидных соединений в медах после взбивания и хранения возрастает в меньшей степени. Увеличение не превышало 3,6 %, что в основном происходило за счет образования кислородных пузырьков в медовой массе, с последующим окислением органических веществ.

В ходе исследования было установлено, что суммарное содержание флавоноидных соединений в медах разного ботанического происхождения не одинаково и зависит от источника медосбора. Наибольшее содержание флавоноидов было выявлено в гречишном меде. Также под воздействием температурного нагревания до 70° С в течение 8 минут содержание флавоноидных соединений возрастает. Механическое взбивание меда способствует незначительному увеличению содержания флавоноидов; хранения нагретого и взбитого меда в течение 30 суток также способствует возрастанию содержания флавоноидных соединений в составе меда.

Список источников

1. Федосеева, Г. М. Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды

[Текст] / Г.М. Федосеева, В.М. Миревич. – Иркутск: «Издательство», 2019. – 95 с.

2. Šarić, P. The Changes of Flavonoids in Honey During Storage / P. Šarić, Goran & Vahčić, Nada & Bursać Kovačević, Danijela & Putnik, Predrag // *Processes*. – 8 (943). – 2020. [Электронный источник]. Режим доступа: URL https://www.researchgate.net/publication/343481167_The_Changes_of_Flavonoids_in_Honey_During_Storage. DOI:10.3390/pr8080943 (Дата обращения: 15.07.2021).

3. Мурашова, Е. А. Содержание флавоноидных соединений в меде после его технологической обработки и хранения / Е. А. Мурашова, И. Ю. Быстрова, А. Д. Мурашов, О. В. Серебрякова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. Материалы международной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я. В. – Издательство: рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева (Рязань). – 2020. – С. 181-186.

4. Есенкина, С. Н. Мед и пыльцевая обножка – природные антиоксиданты / С. Н. Есенкина, Л. А. Репьева // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2020. – Т. 9. – № 1. – С. 290-294. DOI:10.34617/rf3d-zx09.

5. Ranneh, Y. Honey and its nutritional and anti-inflammatory value / Y. Ranneh, A. M. Akim, H. A. Hamid, H. Khazaai, A. Fadel, Z. A. Zakaria, M. F. A. Bakar // *BMC Complementary Medicine and Therapies*. – 2021. – 21(1). DOI:10.1186/s12906-020-03170-5.

6. Khan, S. U. Honey: Single food stuff comprises many drugs / S. U. Khan, S. I. Anjum, K. Rahman, M. J. Ansari, W. U. Khan, S. Kamal // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 25(2). – (2018). – P. 320-325. DOI:10.1016/j.sjbs.2017.08.004.

7. Aly, A. A. Evaluation of physical, biochemical properties and cell viability of gamma irradiated honey / A. A. Aly, R. W. Maraie, M. M. Abd-Allah & G. Safwat // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 15 (5) – 2021. – P. 4794-4804. DOI:10.1007/s11694-021-01046-x.

8. Тутельян, В. А. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флавононы: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков [Текст] / В. А. Тутельян, Н. В. Лашнева // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80. (№ 5). – С. 4-5.

9. Голуб, О. В. Исследование влияния пыльцевых зерен на цвет меда из цветков *melilotus officinalis* (L.) / О. В. Голуб, Г. П. Чекрыга, О. К. Мотовилов // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50. (№ 4). – С. 660-669.

10. Pasupuleti, V. R. Polyphenols and flavonoids from honey: Special attention is paid to diabetes. In: Kumar D., Shahid M. (eds.) *Natural materials and insect products. Chemistry and Application* / V. R. Pasupuleti, S. S. Ofigela. – Springer, 2020. – 161 p.

11. Pyrzynska, K. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey / K. Pyrzynska, M. Biesaga // *Trends in Analytical Chemistry - TrAC*. – 2009. – Vol. 28. – P. 893-902.

12. Yang, Y. Quantitative and Qualitative



Analysis of Flavonoids and Phenolic Acids in Snow Chrysanthemum (*Coreopsis tinctoria* Nutt.) by HPLC-DAD and UPLC-ESI-QTOF-MS / Y. Yang, X. Sun, J. Liu, L. Kang, S. Chen, B. Ma, B. Guo // *Molecules*. – 2016. – Vol. 21. – P. 1307-1326. DOI:10.3390/molecules21101307.

13. Lu, H. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey / H. Lu, P. Hao, A. Xu, J. Zhang, J. Tanless // *Food chemistry*. – Vol.

252. – 2018. – P. 243-249.

14. Tu, J. Fast Separation and Determination of Flavonoids in Honey Samples by Capillary Zone Electrophoresis / J. Tu, Z. Zhang, C. Cui, M. Yang, Y. Li, Y. Zhang. // *Kemija u industriji*. – Vol. 66. – P. 129-134. DOI:10.15255/KUI.2016.053.

15. Mabry, T. Title The Systematic Identification of Flavonoids / T. Mabry, K. R. Markham, M. B. Thomas. – Berlin: «Springer», 1972. – 354 p.

References

1. Fedoseeva, G. M. *Fitohimicheskiy analiz rastitel'nogo syr'ya, sodержashchego flavonoidy* [Tekst] / G. M. Fedoseeva, V. M. Mirovich. – Irkutsk: «IzdatMetod», 2019. – 95 s.

2. Šarić, R. The Changes of Flavonoids in Honey During Storage / P. Šarić, Goran & Vahčić, Nada & Bursać Kovačević, Danijela & Putnik, Predrag // *Processes*. – 8 (943). – 2020. [Elektronnyy istochnik]. Rezhim dostupa: URL https://www.researchgate.net/publication/343481167_The_Changes_of_Flavonoids_in_Honey_During_Storage. DOI:10.3390/pr8080943 (Data obrashcheniya: 15.07.2021).

3. Murashova, E. A. Soderzhanie flavonoidnykh soedinenij v mede posle ego tekhnologicheskoy obrabotki i hraneniya / E. A. Murashova, I. YU. Bystrova, A. D. Murashov, O. V. Serebryakova // *Kompleksnyy podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hozyajstva. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASKHN i NANKR akademika MAEP i RAVN Bochkareva YA. V. – Izdatel'stvo: ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P. A. Kostycheva (Ryazan')*. – 2020. – S. 181-186.

4. Esenkina S. N. Med i pyl'cevaya obnozhka – prirodnye antioksidanty / S. N. Esenkina, L. A. Rep'eva // *Sbornik nauchnykh trudov KNCZV*. – 2020. – T. 9. – № 1. – S. 290-294. DOI:10.34617/rf3d-zx09.

5. Ranneh, Y. Honey and its nutritional and anti-inflammatory value / Y. Ranneh, A. M. Akim, H. A. Hamid, H. Khazaai, A. Fadel, Z. A. Zakaria, M. F. A. Bakar // *BMC Complementary Medicine and Therapies*. – 2021. – 21(1). DOI:10.1186/s12906-020-03170-5.

6. Khan, S. U. Honey: Single food stuff comprises many drugs / S. U. Khan, S. I. Anjum, K. Rahman, M. J. Ansari, W. U. Khan, S. Kamal // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 25(2). – (2018). – P. 320-325. DOI:10.1016/j.sjbs.2017.08.004.

7. Aly, A. A. Evaluation of physical, biochemical properties and cell viability of gamma irradiated honey / A. Aly, R. W. Maraie, M. M. Abd-Allah & G. Safwat // *Journal of Food Measurement and Characterization*. – 15 (5) – 2021. – P. 4794-4804. DOI:10.1007/s11694-021-01046-x.

8. Tutel'yan, V. A. Biologicheski aktivnye veshchestva rastitel'nogo proiskhozhdeniya. Flavanony: pishchevye istochniki, biodostupnost', vliyanie na fermenty metabolizma ksenobiotikov [Tekst] / V. A. Tutel'yan, N. V. Lashneva // *Voprosy pitaniya*. – 2011. – T. 80. (№ 5). – S. 4-5.

9. Golub, O. V. Issledovanie vliyaniya pyl'cevykh zeren na cvet meda iz cvetkov *mellilotus officinalis* (L.) / O. V. Golub, G. P. ChEkryga, O. K. Motovilov // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. – 2020. – T. 50. (№ 4). – S. 660-669.

10. Pasupuleti, V. R. Polyphenols and flavonoids from honey: Special attention is paid to diabetes. In: Kumar D., Shahid M. (eds.) *Natural materials and insect products. Chemistry and Application* / V. R. Pasupuleti, S. S. Ofigela. – Springer, 2020. – 161 p.

11. Pyrzynska, K. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey / K. Pyrzynska, M. Biesaga // *Trends in Analytical Chemistry - TrAC*. – 2009. – Vol. 28. – P. 893-902.

12. Yang, Y. Quantitative and Qualitative Analysis of Flavonoids and Phenolic Acids in Snow Chrysanthemum (*Coreopsis tinctoria* Nutt.) by HPLC-DAD and UPLC-ESI-QTOF-MS / Y. Yang, X. Sun, J. Liu, L. Kang, S. Chen, B. Ma, B. Guo // *Molecules*. – 2016. – Vol. 21. – P. 1307-1326. DOI:10.3390/molecules21101307.

13. Lu, H. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey / H. Lu, P. Hao, A. Xu, J. Zhang, J. Tanless // *Food chemistry*. – Vol. 252. – 2018. – P. 243-249.

14. Tu, J. Fast Separation and Determination of Flavonoids in Honey Samples by Capillary Zone Electrophoresis / J. Tu, Z. Zhang, C. Cui, M. Yang, Y. Li, Y. Zhang. // *Kemija u industriji*. – Vol. 66. – P. 129-134. DOI:10.15255/KUI.2016.053.

15. Mabry, T. Title The Systematic Identification of Flavonoids / T. Mabry, K. R. Markham, M. B. Thomas. – Berlin: «Springer», 1972. – 354 p.

Статья поступила в редакцию 06.12.2021, одобрена после рецензирования 12.12.2021, принята к публикации 14.12.2021

The article was submitted 06.12.2021; approved after reviewing 12.12.2021; accepted for publication 14.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т. 13, №4, с. 33-41
Vestnik RGATU, 2021, Vol. 13, №4, pp 33-41

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 619:618.7-009.11
DOI: 10.36508/RSATU.2021.41.19.004

Применение кальциевых болюсов в животноводстве

Ирина Юрьевна Быстрова¹, Жанна Сотьева², Ксения Аркадьевна Герцева³✉, Елена Владимировна Киселева⁴, Михаил Иванович Лозовану⁵

^{1,2,3,4} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия

⁵ ООО «Авангард», Рязанская область, Россия

¹ibystrova66@mail.ru

²jeannemay@yandex.ru

³okavet@yandex.ru

⁴super.juliakiseleva2013@yandex.ru

⁵lozovanu95@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель исследований состояла в изучении в сравнительном аспекте влияния оральных кальциевых болюсов «Кальцитоп болюс», «Смартболюс Торпеда Кальций», «Бовино компли», применяемых в новотельный период, на частоту встречаемости послеродовых заболеваний и динамику кальций-фосфорного обмена у коров.

Методология. Объектом исследований являлись коровы 2-й и 3-й лактации голштинской породы. Для изучения профилактической эффективности кальциевых болюсов предварительно по принципу аналогов были сформированы контрольная и три опытных группы (n=15). Коровам первой опытной группы сразу после отела были назначены кальциевые болюсы «Кальцитоп болюс», коровам второй опытной группы – «Бовино компли», коровам третьей опытной группы – «Смартболюс Торпеда Кальций». Коровы контрольной группы болюсы не получали. Все исследуемые болюсы были введены орально с помощью специального аппликатора (болюсодавателя). На протяжении периода наблюдений в первые 14 дней после отела у животных ежедневно определяли общее клиническое состояние, включающее термометрию, определение показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, оценку двигательной активности, аппетита, упитанности, состояние глазных яблок, тургора кожи, состояние волосяного покрова, оценку ВСО (видимых слизистых оболочек), СНК (скорость наполнения капилляров). По окончании опыта устанавливали количество заболевших коров, форму тяжести заболевания, падеж животных. В первый день сразу после отела и спустя 6 часов, а также на 2-е и 14-е сутки у всех животных отбирали кровь для определения динамики уровня кальция при применении болюсов. Биохимические показатели крови, такие как общий белок, кальций, фосфор, магний, щелочная фосфатаза (ЩФ) исследовали на автоматическом биохимическом анализаторе для ветеринарии «ChemWell» в научном центре ФГБОУ ВО РГАТУ.

Результаты. Применение у коров сразу после отела болюсов под марками «Кальцитоп болюс», «Бовино компли», «Смартболюс Торпеда Кальций» предупреждает заболеваемость родильным парезом и задержание последа на 100 %, патологией дистального отдела конечностей – на 6,7 % по сравнению с контролем. Наиболее эффективной кормовой добавкой в условиях производства был болюс «Кальцитоп болюс», который также способствовал снижению заболеваемости маститом (в том числе и субклиническим) на 28,3 %, эндометритом – на 20,0 %. Применение болюсов «Кальцитоп болюс», «Смартболюс Торпеда Кальций» и «Бовино компли» достоверно повышают уровень кальция в крови на 71,6 %, 70,4 %, 51,0 % соответственно по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$). На 14-е сутки исследований достоверно максимальный уровень кальция при применении болюсов был достигнут в первой опытной группе («Кальцитоп болюс») и составил 2,65 ммоль/л, что на 32,2 % больше контроля ($p \leq 0,05$), а минимальный – в третьей опытной группе («Смартболюс Торпеда



Кальций») и составил 2,2 ммоль/л. Применение болюса «Кальцитоп болюс» способствовало достоверному повышению магния в крови в 1,52 раза на 2-е сутки после отела ($p \leq 0,05$), а применение болюса «Бовино компли» привело к достоверному повышению магния в крови на 14-е сутки после отела.

Заключение. Результаты исследований наглядно показали необходимость введения коровам оральных кальциевых болюсов сразу после отела. Исследуемые кальциевые болюсы оказались эффективными в условиях производства, однако болюс «Кальцитоп болюс» способствовал значительному снижению заболеваемости коров в новотельный период, а также более эффективной коррекции кальциево-фосфорного обмена коров на протяжении 14 дней после отела.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, послеродовая гипокальциемия, кальциевые болюсы, кормление, кормовая добавка.

Для цитирования: Быстрова И. Ю., Майорова Ж. С., Герцева К. А., Киселева Е. В., Лозовану М. И. Применение кальциевых болюсов в животноводстве. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С33-41 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.41.19.004>

Agricultural sciences

Original article

The use of calcium boluses in animal husbandry

Irina Yu. Bystrova¹, Zhanna S. Mayorova², Ksenia A. Hertseva³, Elena V. Kiseleva⁴, Mikhail I. Lozovanu⁵,

^{1,2,3,4} Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

⁵ Avangard LLC, Ryazan region, Russia

¹ibystrova66@mail.ru

²jeannemay@yandex.ru

³okavet@yandex.ru

⁴super.juliakiseleva2013@yandex.ru

⁵lozovanu95@mail.ru

Abstract.

The problem and the goal. The aim of the research was to study in a comparative aspect the effect of oral calcium boluses "Calcitope bolus", "Smartbolus Torpedo Calcium", "Bovinnocompli" used in the new body period on the incidence of postpartum diseases and the dynamics of calcium-phosphorus metabolism in cows.

Methodology. The object of research were cows of the 2nd and 3rd lactation of the Holstein-Frisian breed. To study the preventive effectiveness of calcium boluses, 4 groups of analogues were previously formed (by breed, physiological condition (clinically healthy, 1st day after calving), live weight (546.2 ± 0.24 kg): the first experimental, the second experimental, the third experimental and control ($n = 15$). The cows of the first experimental group were assigned calcium boluses "Calcitop" immediately after calving, cows of the second experimental group "Bovinnocompli", cows of the third experimental group "Smartbolus Torpedo Calcium". Cows of the control group did not receive boluses. All the studied boluses were administered orally using a special applicator (bolus giver). During the observation period, in the first 14 days after calving, the general clinical condition of the animals was determined daily, including thermometry, determination of indicators of the cardiovascular and respiratory system, assessment of motor activity, appetite, fatness, condition of the eyeballs, skin turgor, condition of the hair, assessment of visible mucous membranes, SNC (capillary filling rate). At the end of the experiment, the number of sick cows, the form of severity of the disease, and the case of animals were determined. Also, on the first day immediately after calving, on the first day after calving after 6 hours, after 2 days and on day 14, blood was taken from all animals to determine the dynamics of calcium levels when using boluses. Biochemical parameters of blood, such as total protein, calcium, phosphorus, magnesium, alkaline phosphatase (alkaline phosphatase) were studied on an automatic biochemical analyzer for veterinary medicine "ChemWell" at the scientific center of the FSUE in RGATU.

Results. The use of boluses under the brands "Calcitop", "Bovinnocompli", "Smartbolus Torpedo Calcium" immediately after calving in cows prevents the incidence of puerperal paresis and retention of the afterbirth by 100%, pathology of the distal extremities by 6.7% compared with the control. The most effective feed additive in production conditions was Calcitope bolus, which also contributed to a 28.3% reduction in the incidence of mastitis (including subclinical), and 20.0% reduction in endometritis compared to the control. The use of boluses "Calcitop", "Smartbolus Torpedo Calcium" and "Bovinnocompli" significantly increase the level of calcium in the blood by 71.6%, 70.4%, 51.0%, respectively, compared with the control ($p < 0.05$). On the 14th day of the studies, the reliably maximum calcium level when using boluses was achieved in the first experimental group ("Calcitope") and amounted to 2.65 mmol/l, which is 32.2% more than the control ($p \leq 0.05$), and the minimum in the third experimental group ("Smartbolus Torpedo Calcium") and amounted to 2.2 mmol/L. The use of the Calcitop bolus contributed to a significant increase in magnesium in the blood by



1.52 times on the 2nd day after calving ($p \leq 0.05$), and the use of the Bovini Compli bolus led to a significant increase in magnesium in the blood on the 14th day after calving.

Conclusion. The results of the studies clearly showed the need for oral calcium boluses to be administered to cows immediately after calving. The studied calcium boluses proved to be effective in production conditions, however, the Calcitope bolus contributed to a significant reduction in the incidence of cows during the new year period, as well as a more effective correction of the calcium-phosphorus metabolism of cows for 14 days after calving.

Key words: cattle, postpartum hypocalcemia, calcium boluses, feeding, feed additive

For citation: Bystrova I. Yu., Mayorova Zh. S., Hertseva K. A., Kliseleva E. V., Lozovanu M. I. The use of calcium boluses in animal husbandry. Herald of Ryazan State Agrotechnical University Named after P.A. Kostychev. 2021. 13(4); 33-41 (In Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.41.19.004>

Введение

Большинство ученых во всем мире считает, что в основе снижения продуктивности животных на первом месте стоит несбалансированное кормление, которое приводит к различным нарушениям обмена веществ высокопродуктивных животных: белкового, углеводного, липидного, витаминного и минерального [9, 11, 12]. Высокопродуктивные коровы заметно реагируют на недостаточное и некачественное кормление, особенно в периоды риска, такие как новотельный период [10, 15]. Поэтому рационы должны быть сбалансированы высокоэффективными специальными кормовыми добавками [13].

По мнению многих специалистов [1, 4, 13, 16, 18], кальций выступает как движущая сила метаболизма. Он нормализует обмен веществ, работу нервной системы, сердечную деятельность, работу опорно-двигательного аппарата, активизирует липазу поджелудочной железы, фосфатазу слюны и ряд ферментов в клеточных структурах, стабилизирует трипсин в кишечном химусе. Проблема создания кальцийсодержащих соединений, которые бы обладали высокой эффективностью, до сих пор остается актуальной и имеет глобальную социальную и экономическую значимость. Сегодня на рынке большой ассортимент кормовых добавок. Любая кормовая добавка имеет ряд преимуществ и недостатков в удовлетворении физиолого-биохимических процессов в организме животных. Целесообразность применения того или иного кормового средства должны определять специалисты на основании детальных научных исследований и производственных испытаний [1].

В настоящее время активно предлагаются анионные соли для кормления коров в период позднего сухостоя [14, 17]. Однако их применение чревато развитием метаболического ацидоза, снижением уровня глутамина в крови (необходимый для синтеза белка молока), снижением аппетита у коров и качества получаемого молока [2]. Поэтому многие специалисты рекомендуют сразу после отела назначать легкоусвояемые формы кальция в виде болюсов для стабилизации уровня кальция в крови и предотвращения послеродовой гипокальциемии. Ученые считают, что болюсы позволяют осуществлять индивидуальный подход к животным в зависимости от физиологии, продуктивности и условий содержания; болюсы быстро растворяются в рубце и обладают низкой токсичностью [3]. При оральном введении кальция в форме болюсов благодаря восковому покрытию и

медленному расщеплению в рубце не возникает проблем из-за плохих вкусовых качеств кислых солей. Кальций в форме болюсов позволяет избежать неполного потребления кальциевых соединений, например, из-за выплевывания жидких форм, и обеспечить эффективную профилактику гипокальциемии. Внутривенное введение кальция приводит к короткой, но, тем не менее, выраженной гиперкальциемии и нарушает еще работающие в организме механизмы регуляции при дефиците кальция. Через несколько часов содержание кальция в крови снова снижается [4]. Из-за нарушения механизмов регуляции происходит дальнейший спад содержания кальция в крови и в следующие 48 часов он становится даже ниже, чем у животных, не подверженных такому лечению.

Согласно последним данным в норме содержание кальция в крови коров должно быть не ниже 2,5-3,11 ммоль/л, а фосфора – не ниже 1,45–2,10 ммоль/л. Производство 10 литров молока вызывает одновременную потерю 23 г кальция и резкое падение его уровня в крови коров после отела. Механизмы поддержания гомеостаза кальция не могут так быстро компенсировать его потери с молозивом, что ведет к развитию пареза, вызывает расстройство нервной системы и кровообращения, нарушение функционирования скелетных и сердечных мышц [5]. Поэтому поиск наиболее эффективных кальциевых болюсов для новотельных коров в условиях производства является актуальной задачей для животноводства.

Целью исследований было изучить в сравнительном аспекте влияние оральных кальциевых болюсов «Кальцитоп болюс» (Бельгия), «ТорпедаСмарт болюс Кальций» (Ярвет, РФ), «Бовино компли» (ООО «Лафид», РФ), применяемых в новотельный период, на частоту встречаемости послеродовых заболеваний у коров и динамику кальций-фосфорного обмена.

Материалы и методы исследований

Научно-исследовательская работа была проведена на кафедре частной зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО Рязанского ГАТУ. Экспериментальная часть научной работы была выполнена на базе ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области (отделение № 5 Подвязье). Объектом исследований являлись коровы 2-й и 3-й лактации голштинской породы. Для изучения профилактической эффективности кальциевых болюсов предварительно были сформированы 4 группы аналогов: по породе, физиологическому состоянию (клинически здоровые, 1-й день после от-



ела), живой массе ($546,2 \pm 0,24$ кг): три опытные и контрольная ($n=15$). Коровам первой опытной группы сразу после отела были назначены кальциевые болюсы «Кальцитоп болюс», коровам второй опытной группы - «Бовино компли», коровам третьей опытной группы - «Смартболюс Торпеда Кальций» (табл.1). Коровы контрольной группы не получали болюсы. Согласно инструкции от производителя некоторые болюсы при необходимости рекомендуется применять двукратно с интерва-

лом 12 часов. Мы учитывали это в своей работе, но приняли решение применять болюсы однократно по двум причинам. Во-первых, согласно литературным данным [4, 18] более позднее применение орального кальция может нарушить функции парашитовидной железы; во-вторых, исходя из условий производства, это крайне неудобно, так как введение второго болюса приходится зачастую на ночное время суток.

Таблица 1 – Схемы опыта

Группа ($n=15$)	Мероприятия
Первая опытная группа	Кальцитоп болюс: перорально 2 болюса однократно
Вторая опытная группа	Бовино компли: перорально 2 болюса однократно
Третья опытная группа	Смартболюс Торпеда Кальций: перорально 2 болюса однократно
Контрольная	Отсутствие болюсов

Все рационы на животноводческом комплексе были составлены с учетом физиологического состояния коров с помощью программного обеспечения «DTM Core» версия IC (контроль поедания) (компания «DINAMICA GENERALE»)(табл. 2).

Таблица 2 – Рацион коров в новотельный период

Компонент кормосмеси	Количество
Сено разнотравное, кг	0,5
Сенаж из многолетних трав, кг	15
Силос кукурузный, кг	20,5
Солома ячменная, кг	1,3
Комбикорм для новотельных коров, кг	7,4
Барда спиртовая, кг	1,5
Жмых рапсовый, кг	1,8
Патока кормовая, кг	500
Защищенный жир «Активат», г	250
Соль кормовая, кг	0,03

В качестве действующих веществ все исследуемые кормовые добавки содержали различные соединения кальция [6]. Кормовые добавки «Кальцитоп болюс» и «Бовино компли» в своем составе содержат одинаковые формы органического кальция – формиат кальция (кальциевая соль муравьиной кислоты). Кормовая добавка «Бовино компли» содержит в своем составе еще одну

органическую форму кальция – кальция цитрат. По мнению специалистов [6], это соединение, по сравнению с другими формами кальция, обладает наименьшей токсичностью и высокой скоростью усвояемости, особенно при сочетанном применении с витамином D₃, как это и сделано в кормовой добавке «Бовино компли» (табл. 3).

Таблица 3 – Состав применяемых кальциевых болюсов

Компонент	Гарантированный состав согласно инструкции по применению		
	Кальцитоп, вес 85 г	Бовино компли, вес, 64 г	Смартболюс Торпеда Кальций вес 100 г
Дикальция фосфат, г	25,5	-	-
Формиат кальция, г	48,4	-	-
Кальция цитрат и формиат, г	-	12,8 г	-

Кальций хлористый и кальций сернокислый, г	-	-	27,0
Витамин Д ₃ , МЕ.	17000	10 000	
Витамин В ₅ (никотиновая кислота), мг	-	3 000	-
Оксид магния, г	1,27	-	-
Кобальт, мг	-	6,7	-
Экстракт виноградных косточек, мг	-	200	-
Сорбитол, г	9,8	-	-
Коричный альдегид, мг	-	6,4	-
Лауриновая кислота, мг	-	4,6	-
Крахмал пшеничный, г	-	6,8	-

Кормовая добавка «Кальцитоп болюс» содержит в своем составе также и неорганическую форму кальция – дикальция фосфат (преципитат) содержащий 24 % кальция и 20 % фосфора, что отличает ее от других добавок, так как здесь сохраняется правильное соотношение кальция и фосфора. Кроме этого, стоит отметить, что в состав этой добавки входит и оксид магния, который также участвует в регуляции кальций-фосфорного обмена.

Преимущества кормовых добавок «Бовино компли» и «Кальцитоп болюс» заключаются в том, что они содержат в своем составе органические соединения кальция, которые, по мнению специалистов [7], не имеют раздражающего действия и являются нейтральными по вкусу. Но есть у этих добавок и минус – они содержат меньше элементарного кальция и хуже растворяются по сравнению с неорганическими соединениями, поэтому скармливать их нужно в большем количестве. Рекомендуются разовая доза в количестве от 75 до 125 г кальция из органических соединений. Кормовая добавка «Смартболюс Торпеда кальций» значительно отличается от двух предыдущих по нескольким причинам: во-первых, в инструкции не представлен полный состав добавки; во-вторых, в ее составе кальций представлен только в виде неорганических солей (кальция хлорид и сернокислый кальций) в количестве 25 г в одном болюсе. Согласно литературным данным [7], кальция хлорид обладает горьким вкусом и оказывает раздражающее действие на слизистую оболочку. Но применение солей кальция в форме болюса полностью нивелирует эти побочные эффекты. Преимущества неорганических солей кальция в том, что они содержат больше элементарного кальция и лучше растворяются по сравнению с органическими соединениями, поэтому скармливать их нужно в меньшем количестве. Кальция сульфат, входящий в состав «Смартболюс Торпеда кальций», является также неорганическим соединением, при этом хорошо растворим в кислой среде рубца, что делает его легкоусвояемым. Все исследуемые болюсы были введены орально с помощью специального аппликатора (болюсодате-

вателя) сразу после отела (рис. 1).



Рис.1 – Введение болюсов
(Introduction of boluses)

На протяжении периода наблюдений в первые 14 дней после отела у животных ежедневно определяли общее клиническое состояние, включающее термометрию, определение показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, оценку двигательной активности, аппетита, упитанности, состояние глазных яблок, тургора кожи, состояние волосяного покрова, оценку ВСО (видимых слизистых оболочек), СНК (скорость наполнения капилляров). По окончании опыта устанавливали количество заболевших коров, форму тяжести заболевания, падеж животных. Также в первый день сразу после отела, спустя 2-е суток и на 14-й день у всех животных отбирали кровь для определения динамики уровня кальция при применении болюсов. Биохимические показатели крови исследовали на автоматическом биохимическом анализаторе для ветеринарии «ChemWell» на следующие показатели: общий белок, кальций, фосфор, магний, щелочная фосфатаза (ЩФ). Отбор крови проводили рано утром до кормления по общепринятой в ветеринарии методике из хвостовой вены с помощью вакуумной системы для взятия венозной крови. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием критерия Манна-Уитни. Все результаты обрабатывались с исполь-



зованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel».

Результаты исследований

В процессе научной работы было установлено, что применение кальциевых болюсов оказалось крайне эффективным для предотвращения таких патологий как родильный парез и задержание последа, тогда как в контрольной группе заболеваемость этими патологиями составила по 13,3 % соответственно (табл. 4). Такая патология, как смещение сычуга и кетоз, не были зафиксированы ни в одной группе, что говорит о сбалансиро-

ванности рациона и правильной подготовке рубцового пищеварения к периоду отела. Наименьшая заболеваемость послеродовым эндометритом была зафиксирована в первой опытной группе при применении болюсов «Кальцитоп болюс» и составила всего 5,0 %, против 33,3 % в контрольной группе. Заболеваемость маститом (в том числе и субклиническим) была ниже в первой («Кальцитоп болюс») и второй («Бовино компли») опытных группах и составила всего 13,3 %, в то время как в группе контроля этот показатель достиг 33,3 %.

Таблица 4 – Заболеваемость коров послеродовыми патологиями

Патология	Группы (n=15)			
	Опыт № 1 Кальцитоп болюс	Опыт № 2 Бовино компли	Опыт № 3 Смартболюс Торпеды Кальций	Контроль
Родильный парез, гол	-	-	-	2 (13,3 %)
Задержание последа, гол	-	-	-	2 (13,3 %)
Послеродовой эндометрит	1 (5,0 %)	3 (20,0 %)	3 (20,0 %)	5 (33,3%)
Мастит (в.т.ч.субклинический)	2 (13,3 %)	2 (13,3 %)	4 (26,6 %)	5 (33,3 %)
Патология дистального отдела конечностей	4 (26,6 %)	4 (26,6%)	4 (26,6 %)	5 (33,3 %)
Кетоз	-	-	-	-
(в.т.ч.субклинический)	-	-	-	-
Смещение сычуга				

Применение всех болюсов способствовало сокращению патологии дистального отдела конечностей на 6,7 % по сравнению с контролем. Анализируя результаты исследований, можно сказать, что применение болюса «Торпеда Смарт болюс» уступает двум другим болюсам только по показателю заболеваемости маститом на 13,3 %. Мы предполагаем, что «Кальцитоп болюс» и «Бовино компли» за счет дополнительного обогащенного состава повышают иммунитет животных, что способствует снижению частоты встречаемости ма-

стита. Изучая показатели крови исследуемых животных, мы проследили динамику концентрации кальция в крови на протяжении 14 дней с момента отела (рис. 2). В процессе исследований отмечалось повышение содержания кальция в крови в первые сутки после отела спустя 6 часов после дачи болюса. Так, в первой, второй и третьей опытных группах содержание кальция стало достоверно выше на 71,6; 51; 70,4 % соответственно по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

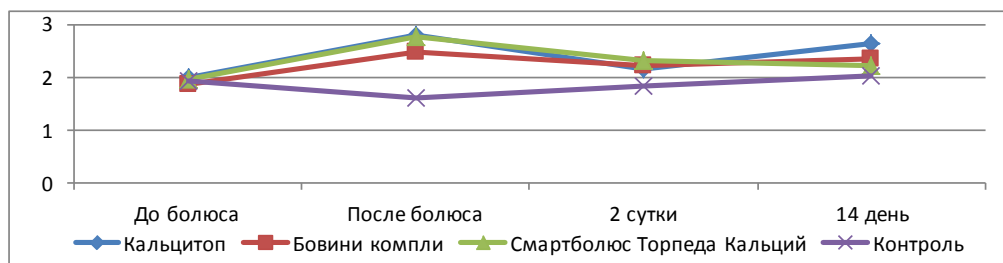


Рис. 2– Динамика содержания кальция при применении болюсов, ммоль/л
(Dynamics of calcium content when using boluses, mmol/l)

На вторые сутки исследований в первой («Кальцитоп болюс») и третьей («Смартболюс Торпеда Кальций») опытных группах отмечается достоверное снижение уровня кальция на 22,7 % и 15,9 % соответственно. На 14-е сутки исследований достоверно максимальный уровень кальция

при применении болюсов был достигнут в первой опытной группе («Кальцитоп болюс») и составил 2,65 ммоль/л, что на 32,2 % больше контроля ($p \leq 0,05$), а минимальный – в третьей опытной группе («Смартболюс Торпеда Кальций») и составил 2,2 ммоль/л. В контрольной группе в пер-



вый день после отела спустя 6 часов содержание кальция было критически низким 1,62 ммоль/л (на 29,5 % ниже нормативных значений); на 14-й день в этой группе наблюдалось достоверное повышение уровня кальция относительно 1-го дня после отела на 12,2 % ($p \leq 0,05$), но он так и не достиг референсных значений и составил 2,02 ммоль/л (на 12,2 % ниже нормы). Этот факт говорит о том, что, несмотря на полноценный рацион животных, в первый день после отела высокопродуктивные коровы остро нуждаются в дополнительном поступлении кальция. Таким образом, самый высокий показатель по кальцию на 14-й день был достигнут в группе, где применяли болюс «Кальцитоп болюс». При применении «Торпеда смарт болюс» кальций достиг максимального значения на 2-е

сутки после отела, однако на 14-й день показатель кальция стал одним из самых низких по результатам опытных групп. Мы предполагаем, что болюсы «Кальцитоп болюс» и «Бовино компли» не только повысили кальций в крови в первые сутки после отела, но и способствовали повышению функциональной активности паращитовидной железы, регулирующей фосфорно-кальциевый обмен. Согласно данным таблицы 5 выявлено, что на протяжении 14 дней достоверных различий между исследуемыми группами по таким показателям как общий белок, щелочная фосфатаза отмечено не было. Выявлено, что во всех группах в течение первых двух суток уровень белка был ниже референсных значений в среднем на 4,9 %.

Таблица 5 – Биохимические показатели крови коров

Показатель	Группа (n=15)				
	опыт	опыт 2	опыт 3	контроль	Референтные значения
1-й день после отела до дачи болюса					
Кальций, ммоль/л'	1,98±0,13	1,86±0,15	1,96±0,16	1,92±0,13	2,3-3,13
1-й день после отела спустя 6 часов после дачи болюса					
Общий белок, г/л	68,18±2,86	67,36±3,25	69,55±4,27	69,84±3,26	72-86
Кальций, ммоль/л"	2,78±0,28*	2,46±0,21*	2,76±0,28*	1,62±0,32	2,3-3,13
Фосфор, ммоль/л	2,03±0,25	2,18±0,18	1,91±0,12*	2,29±0,14	1,45-2,10
Магний, ммоль/л	1,20±0,15*	1,16±0,16	1,18±0,26	0,79±0,12	0,82-1,23
ЩФ, Ед/л	86,40±22,61	85,35±20,25	87,55±26,65	81,8±21,85	<255
2-й день после отела					
Общий белок, г/л	70,23±3,14	72,36±3,28	71,55±2,27	71,84±4,16	72-86
Кальций, ммоль/л	2,15±0,12*	2,23±0,16*	2,32±0,20*	1,84±0,08	2,3-3,13
Фосфор, ммоль/л	2,08±0,15	1,98±0,15	1,82±0,14*	2,24±0,15	1,45-2,10
Магний, ммоль/л	1,10±0,12	1,08±0,12	0,96±0,22	0,80±0,12	0,82-1,23
ЩФ, Ед/л	92,45±23,25	90,70±21,85	96,50±26,57	89,70±21,85	<255
14-й день после отела					
Общий белок, г/л	80,18±3,26	79,36±4,28	78,55±3,45	79,84±2,82	72-86
Кальций, ммоль/л	2,65±0,25*	2,34±0,32*	2,20±0,24	2,02±0,11	2,3-3,13
Фосфор, ммоль/л	1,98±0,24	1,74±0,22	1,78±0,26	1,98±0,16	1,45-2,10
Магний, ммоль/л	0,98±0,22	1,04±0,10*	0,86±0,26	0,76±0,08	0,82-1,23
ЩФ, Ед/л	90,56±26,15	94,70±23,64	92,50±23,26	95,70±22,35	<255

* – $p \leq 0,05$

Мы предполагаем, что это связано с изменением рубцового пищеварения в первые дни новорожденного периода. Однако выявленная гипопроотеинемия может отягощать патологические изменения в минеральном обмене у коров и снижать эффективность применяемых кальциевых болюсов. В 1-й день после отела спустя 6 часов после дачи болюса, а также на 2-й день после отела был зафиксирован минимальный уровень фосфора в третьей опытной группе при применении болюса «Смартболюс Торпеда Кальций» достоверно на 16,5 % и 18,8 % соответственно ниже

по сравнению с показателями контроля ($p \leq 0,05$). Мы предполагаем, что это связано с эффективной работой паратгормона и мобилизацией кальция. Согласно результатам исследований установлено, что содержание фосфора в сыворотке крови в первый день после отела в контрольной группе превысило показания референсных значений на 9,0 %. Выявлено, что в 1-й день после отела (спустя 6 часов после дачи болюса) было достоверное увеличение магния в первой опытной группе «Кальцитоп болюс» в 1,52 раза по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$). Содержание магния и фос-



фора в этот период исследований в контрольной группе было ниже референсных значений на 3,65 %. На 14-й день опыта отмечено достоверное повышение уровня кальция относительно контроля в первой и второй опытных группах («Бовино компли») на 31,2 % и 15,8 % соответственно, а также магния во второй опытной группе на 36,8 % по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Заклучение

Результаты исследований наглядно показали необходимость введения коровам оральных кальциевых болюсов сразу после отела. Применение болюсов под марками «Кальцитоп болюс», «Бовино компли», «Смартболюс Торпеда Кальций» сразу после отела у коров предупреждает заболеваемость родильным парезом и задержанием последа на 100 %, патологией дистального отдела конечностей – на 6,7 % по сравнению с контролем. Наиболее эффективной кормовой добавкой в условиях производства был болюс «Кальцитоп», который также способствовал снижению заболеваемости маститом (в том числе и субклиническим) на 28,3 %, эндометритом – на 20,0 %. Применение болюсов «Кальцитоп болюс», «Бовино компли» и «Смартболюс Торпеда Кальций» достоверно повышают уровень кальция в крови на 71,6 %, 51,0 %, 70,4 % соответственно по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$). На 14-е сутки исследований при применении болюсов был достигнут в первой опытной группе («Кальцитоп болюс») и составил 2,65 ммоль/л, что на 32,2 % больше контроля ($p \leq 0,05$), а минимальный – в третьей опытной группе («Смартболюс Торпеда Кальций») и составил 2,2 ммоль/л. Применение болюса «Кальцитоп болюс» способствовало достоверному повышению магния в крови в 1,52 раза на 2-е сутки после отела ($p \leq 0,05$), а применение болюса «Бовино компли» привело к достоверному повышению магния в крови на 14-е сутки после отела. Таким образом, все болюсы оказались эффективными в условиях производства, однако болюс «Кальцитоп болюс» способствовал значительному снижению заболеваемости коров в новотельный период, а также более эффективной коррекции кальций-фосфорного обмена коров на протяжении 14 дней после отела.

Список источников

1. Софронова, И. А. Влияние глюконата кальция разной физической формы на молочную продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы: автореф....дис.канд.с.х.наук./ И. А. Софронова; ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2015. – 131 с. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_46123227_78298928.pdf
2. Овчаренко, А. Улучшают ли анионные соли метаболизм кальция у коров? – URL: <https://milknews.ru/interviu-i-blogi/alexandr-ovcharenko-anionniye-soli.html>
3. Кальциевые болюсы. – URL: <https://m-ty.ru/category/zhivotnovodstvo/bolyusy/>
4. Родильный парез: новейшие исследования для эффективной профилактики. – URL <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2017/07/rodiilny-parez-bolus.pdf>

5. Профилактика нарушения кальциево-фосфорного обмена у высокопродуктивных коров. – URL <https://www.dairynews.ru/news/profilaktika-narusheniya-kaltsievo-fosfornogo-obme.html>

6. Кормовая смесь "Смартболюс Торпеда Кальций". – URL <https://agroservers.ru/b/kormovaya-smes-smartbolyus-torpeda-kaltsiy-1227706.htm>

7. Предотвратить родильный парез: что эффективно? – URL: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2017/08/rodiilny-parez-cto-effektivno.pdf>

8. Дубов, Д.В. Образование ЛЖК в рубце коров в зависимости от подготовки зерновой части рациона / Д.В. Дубов, В.В. Кулаков // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – С.15-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39173389>

9. Сайтханов, Э.О. Изучение частоты регистрации и характера патологии копыт в животноводческом хозяйстве с беспривязным содержанием / Э.О. Сайтханов, Д.С. Беседин, А.В. Рудная // Вестник РГАТУ, № 3, 2018. – С.62-67. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35721858>

10. Торжков, Н.И. Переваримость питательных веществ и баланс азота, кальция и фосфора при использовании в рационе зерновых кормов, подогранных различными способами / Н.И. Торжков, Л.Г. Каширина, Н.Н. Гапеева, Д.В. Дубов // Сб.науч.тр. «Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе» ФГБОУ ВО РГАТУ.- Рязань: Издательство РГАТУ, 2002. – С.90-94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42538852>

11. Анализ метаболизма кальция и фосфора в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота / Г. В. Уливанова, О. А. Федосова, В. В. Кулаков, И.Ю. Быстрова, О. А. Карелина // Вестник РГАТУ. – № 1 (49), 2021. – с.80-89. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46123227>

12. Киселева, Е. В. Эффективность использования современных средств для лечения мастита у коров в ООО "АПК "РУСЬ" Рыбновского района Рязанской области / Е. В. Киселева // Вестник РГАТУ. – № 1 (33), 2017. – с.12-16. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409320>

13. Ward G. M., Blosser T. H., Adams M. F. The relation of prepartal and postpartal mineral balances to the occurrence of parturient paresis in dairy cows // Journal of Dairy Science. – 1952. – Т. 35. – №. 7. – С. 587-594. – URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(52\)93741-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(52)93741-7/pdf)

14. A review on acid base status in dairy cows: implications of dietary cationanion balance / D. Afzaal et al. // Pakistan Veterinary Journal. – 2004. – Vol.4. – P.199-202. – URL: http://www.pvj.com.pk/pdf-files/24_4/199-202.pdf

15. Amaral-Phillips, Donna M. Role of Nutrition on Reproductive Performance / Donna M. Amaral-Phillips, George Heersche, Jr. – 2005. – URL <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/pubs/asc138.pdf>

16. Stevenson, MA The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk,



milk fat and protein production, and fertility / MA Stevenson, NB Williamson, DW Hanlon // New Zealand Veterinary Journal. Vol. 47. - 1999. - №. 2. - P. 53-60. - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16032071/>

17. Variations in the dietary cation-anion difference and acid-base balance of dairy cows on a pasture-based diet in south-eastern Australia / J.R. Roche et al. // Journal of Dairy Science. - Vol. 86. - 2003. - P. 2658-2666. - URL: https://www.researchgate.net/publication/227654038_Variations_in_the_dietary_cation-anion_difference_and_the_acid-base_balance_of_dairy_cows_on_a_pasture-based_diet_in_south-eastern_Australia

18. Copp, C.P. Parathyroids, calcitonin and control of plasma calcium / Copp, C.P. // Resent Prog. Horm. Res. 1964. - P. 20 - 59. - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14285046/>

18. Copp, C.P. Parathyroids, calcitonin and control of plasma calcium / Copp, C.P. // Resent Prog. Horm. Res. 1964. - P. 20 - 59. - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14285046/>

References

1. Sofronova, I. A. Vliyaniye glyukonata kal'ciya raznoj fizicheskoy formy na molochnuyu produktivnost' korov-pervotelok cherno-pestroy porody: avtref....dis.kand.s.h.nauk. / I. A. Sofronova; FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. - Izhevsk, 2015. - 131 s. - URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_46123227_78298928.pdf

2. Ovcharenko A. Uluchshayut li anionnye soli metabolism kal'ciya u korov? - URL: <https://milknews.ru/interviu-i-blogi/alexandr-ovcharenko-anionnye-soli.html>

3. Kal'cievye bolyusy. - URL: <https://m-ty.ru/category/zhivotnovodstvo/bolyusy/>

4. Rodil'nyj parez: novejshie issledovaniya dlya effektivnoj profilaktiki. - URL <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2017/07/rodilny-parez-bolus.pdf>

5. Profilaktika narusheniya kal'cievo-fosfornogo obmena u vysokoproduktivnyh korov. - URL <https://www.dairynews.ru/news/profilaktika-narusheniya-kaltsievo-fosfornogo-obme.html>

6. Kormovaya smes' "Smartbolyus Torpeda Kal'cij". - URL <https://agroserver.ru/b/kormovaya-smes-smartbolyus-torpeda-kaltsiy-1227706.htm>

7. Predotvratit' rodil'nyj parez: chto effektivno? - URL: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2017/08/rodilny-parez-chto-effektivno.pdf>

8. Dubov, D.V. Obrazovanie LZHK v rubce korov v zavisimosti ot podgotovki zernovoy chasti raciona / D.V. Dubov, V.V. Kulakov // Aktual'nye problemy i prioritetye napravleniya zhivotnovodstva: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu fakul'teta veterinarnoj mediciny i biotekhnologii, FGBOU VO RGATU, 2019. - S.15-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39173389>

9. Sajthanov, E.O. Izuchenie chastoty registracii i haraktera patologii kopytec v zhivotnovodcheskom hozyajstve s besprivyaznym soderzhaniiem / E.O. Sajthanov, D.S. Besedin, A.V. Rudnaya // Vestnik RGATU, № 3, 2018. - S.62-67. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35721858>

10. Torzhkov, N.I. Perevarimost' pitatel'nyh veshchestv i balans azota, kal'ciya i fosfora pri ispol'zovanii v racione zernovyh kormov, podgotovlennyh razlichnymi sposobami / N.I. Torzhkov, L.G. Kashirina, N.N. Gapeeva, D.V. Dubov // Sb.nauch.tr. «Aktual'nye problemy ekologii i sel'skohozyajstvennogo proizvodstva na sovremennom etape» FGBOU VO RGATU.- Ryazan': Izdatel'stvo RGATU, 2002. - S.90-94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42538852>

11. Analiz metabolisma kal'ciya i fosfora v zheludochno-kishechnom trakte krupnogo rogatogo skota / G. V. Ulivanova, O. A. Fedosova, V. V. Kulakov, I. YU. Bystrova, O. A. Karelina // Vestnik RGATU. - № 1 (49), 2021. - s.80-89. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46123227>

12. Kiseleva, E. V. Effektivnost' ispol'zovaniya sovremennyh sredstv dlya lecheniya mastita u korov v OOO "APK "RUS" Rybnovskogo rajona Ryazanskoj oblasti / E. V. Kiseleva // Vestnik RGATU. - № 1 (33), 2017. - s.12-16. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409320>

13. Ward G. M., Blosser T. H., Adams M. F. The relation of prepartal and postpartal mineral balances to the occurrence of parturient paresis in dairy cows // Journal of Dairy Science. - 1952. - T. 35. - №. 7. - S. 587-594. - URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(52\)93741-7/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(52)93741-7/pdf)

14. A review on acid base status in dairy cows: implications of dietary cationanion balase / D. Afzaal et al. // Pakistan Veterinary Journal. - 2004. - Vol. 4. - R. 199-202. - URL: http://www.pvj.com.pk/pdf-files/24_4/199-202.pdf

15. Amaral-Phillips, Donna M. Role of Nutrition on Reproductive Performance / Donna M. Amaral-Phillips, George Heersche, Jr. - 2005. - URL <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/pubs/asc138.pdf>

16. Stevenson, MA The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk, milk fat and protein production, and fertility / MA Stevenson, NB Williamson, DW Hanlon // New Zealand Veterinary Journal. Vol. 47. - 1999. - №. 2. - R. 53-60. - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16032071/>

17. Variations in the dietary cation-anion difference and acid-base balance of dairy cows on a pasture-based diet in south-eastern Australia / J.R. Roche et al. // Journal of Dairy Science. - Vol. 86. - 2003. - P. 2658-2666. - URL: https://www.researchgate.net/publication/227654038_Variations_in_the_dietary_cation-anion_difference_and_the_acid-base_balance_of_dairy_cows_on_a_pasture-based_diet_in_south-eastern_Australia

18. Copp, S.R. Parathyroids, calcitonin and control of plasma calcium / Copp, S.R. // Resent Prog. Horm. Res. 1964. - R. 20 - 59. - URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14285046/>

Статья поступила в редакцию 27.11.2021; одобрена после рецензирования 03.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 27.11.2021; approved after reviewing 03.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 42-51
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp 42-51

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.082.1:636.018:004.91
DOI: 10.36508/RSATU.2021.23.30.005

Сравнительный анализ морфологических изменений тканей основы кожи копытцев при язвенном процессе Мортелларо

Евгений Максимович Гагарин[✉], Лариса Александровна Глазунова², Марина Вячеславовна Доронина³,

^{1,2,3} Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г.Тюмень, Россия

¹ gagarinem.22@ati.gausz.ru

² glazunoval@gausz.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований явилось проведение анализа данных гистологии препаратов тканей и их сравнительной характеристики с контрольными гистопрепаратами, а также установление происходящих морфологических изменений в поверхностных и глубоких слоях дермы в области межкопытцевой щели при развитии воспалительной реакции и формировании язвенного процесса Мортелларо.

Методология. Для достижения поставленной цели произведен отбор мягких тканей в области копытца и венчика у высокопродуктивных животных (крупный рогатый скот голштинской породы) в возрасте 1-й и 2-й лактации для проведения гистологических исследований: 20 глубоких проб в области основы кожи копытцев с эпидермисом (треугольные кусочки размером 0,5*0,5*0,5 см и 0,5-0,7 см вглубь до кровеносных сосудов) у клинически здоровых животных разовым скальпелем после предварительной обработки антисептиком и местного обезболивания раствором лидокаина 2 %-м с последующим наложением антисептической повязки (контроль). Для проведения сравнительной характеристики, гистологического исследования и обнаружения патоморфологических изменений в области язвенных процессов Мортелларо и Рустергольца соответственно отобрано по 5 образцов мягких тканей, взятых у животных с поражениями копытцев различной степени тяжести по 5-балльной шкале Карла Бурги и Нигеля Б. Кука по каждой степени тяжести соответственно (50 проб). Гистологические препараты окрашивали по двум методикам: стандартное окрашивание гематоксилином и эозином и окрашивание толуидиновым синим для обнаружения признаков фибриноидного набухания (препараты нормы – для визуального контроля).

Результаты. В зависимости от степени тяжести клинических проявлений от 1-й до 5-й происходит ряд морфологических изменений в тканях верхних слоев дермы в области межкопытцевой щели при язве Мортелларо: толщина рогового слоя у животных опытной группы изменялась от 3 мм до полного расплавления; длина акантоэпителиальных тяжей от 3 мм до 1,5 мм; при поражении 5-й степени тяжести отмечены их дистрофические изменения. При прогрессировании степени тяжести патологического процесса увеличивается количество паретически расширенных венул, артерии спазмируются. Со стороны дермы нарастает воспалительная инфильтрация сегментоядерными лейкоцитами с примесью плазмócитов и лимфоцитов.

Заключение. Обнаруженные в образцах тканей, отобранных с области язвенного поражения Мортелларо, особенности изменений в сосочковом слое дермы – паретическое расширение более чем половины венул с признаками полнокровия при одновременном спазмировании практически всех мелких артерий, могут приводить к повышению давления на сосуды (венулы, артериолы). При этом сдавливание сосудов приводит к местной гипоксии тканей, накоплению свободных радикалов, которые «бомбардируют» клетки глубинных слоев дермы, возникают процессы дегенерации тканей.

Ключевые слова: крупный рогатый скот; болезни копытцев; язва Мортелларо; акантоэпителиальные тяжи; анастомозы.



Для цитирования: Гагарин Е.М., Глазунова Л.А., Доронина М.В. Сравнительный анализ морфологических изменений тканей основы кожи копытца при язвенном процессе мортелларо//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С 42-51 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.23.30.005>

Благодарности: благодарим за содействие в исследовательской работе компанию ООО «Эвика-Агро» и лично начальника отдела животноводства главного ветеринарного врача Александра Владимировича Оленькова (Тюменская обл., Исетский район, с. Рассвет), а также выражаем благодарность за поддержку и оказанные консультации ООО «Лаборатория гистологии и цитологии» (г. Тюмень) и лично врачу-патологоанатому Марине Владимировне Кузьминой

Agricultural sciences

Original article

Comparative analysis of morphological changes in the tissues of the base of the hoof skin in the ulcerative process of Mortellaro

Evgeny M. Gagarin¹, **Larisa A. Glazunova²**, **Marina V. Doronina³**,
^{1,2,3} State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia
¹ gagarinem.22@ati.gausz.ru
² glazunoval@gauszu.ru

Abstract.

Problem and purpose. The aim of the research was to analyze the histology data of tissue preparations and their comparative characteristics with control histological preparations, as well as to establish the ongoing morphological changes in the superficial and deep layers of the dermis in the interdigital fissure during the development of an inflammatory reaction and the formation of the Mortellaro ulcerative process.

Methodology. To achieve this goal, soft tissues were selected in the area of the hoof and corolla from highly productive animals (cattle of the Holstein breed) at the age of 1 and 2 lactations for histological studies: 20 deep samples in the area of the skin base of the hooves with epidermis (triangular pieces of size 0, 5 * 0.5 * 0.5 cm and 0.5-0.7 cm deep to the blood vessels) in clinically healthy animals with a single scalpel after pretreatment with an antiseptic and local anesthesia with a 2% lidocaine solution followed by the application of an antiseptic bandage (control). For comparative characteristics, histological examination and detection of pathomorphological changes in the ulcerative processes of Mortellaro and Rustergolz, respectively, 5 soft tissue samples were taken from animals with hoof lesions of varying severity according to the 5-point scale of Karl Burgi and Nigel B. Cook for each degree severity, respectively (50 samples). Histological preparations were stained according to two methods: standard staining with hematoxylin and eosin and staining with toluidine blue to detect signs of fibrinoid swelling (standard preparations - for visual control) ..

Results. Depending on the severity of clinical manifestations from 1 to 5, a number of morphological changes occur in the tissues of the upper layers of the dermis in the area of the interdigital fissure in Mortellaro's ulcer: the thickness of the stratum corneum in animals of the experimental group varied from 3 mm to complete melting, the length of the acanthotic cords from 3 mm to 1.5 mm, with a lesion of the 5th degree of severity, their dystrophic changes were noted. With the progression of the severity of the pathological process, the number of parietic dilated venules increases, the arteries spasm. From the side of the dermis, inflammatory infiltration of segmented leukocytes with an admixture of plasma cells and lymphocytes is growing.

Conclusion. The features of changes in the papillary layer of the dermis found in tissue samples taken from the area of ulcerative lesion of Mortellaro - parietic expansion of more than half of the venules with signs of plethora with simultaneous spasm of almost all small arteries, can lead to an increase in pressure on the vessels (venules, arterioles). At the same time, the compression of the vessels leads to local tissue hypoxia, the accumulation of free radicals, which "bombard" the cells of the deep layers of the dermis, and tissue degeneration processes occur.

Key words: cattle; hoof disease; Mortellaro's ulcer; acanthotic strands; anastomoses

For citation: Gagarin E. M., Glazunova L.A., Doronina M.V. Comparative analysis of morphological changes in the tissues of the base of the hoof skin in the ulcerative process of mortellaro. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4):42-51 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.23.30.005>

Acknowledgements: thank you for your assistance in the research work of the company Evika-Agro LLC and personally the head of the animal husbandry department, Chief veterinarian Alexander Vladimirovich Olenkov (Tyumen region, Issetsky district, village of Dawn), and we also express our gratitude for the support and advice provided by the Laboratory of Histology and Cytology LLC (Tyumen) and personally the pathologist Marina Vladimirovna Kuzmina



Введение

В условиях интенсивных технологий выращивания молочного скота, а также его хозяйственного использования создается множество стресс-факторов, негативно сказывающихся на общем состоянии животного организма, его иммунорезистентности к ряду незаразных болезней, а также патологий, вызванных инфекционными факторами. Негативно воздействуют на организм коров шумовые факторы, колебания температур, а также факторы кормления и содержания. Последние складываются как из технологических характеристик помещений, в котором содержатся продуктивные животные, так и связаны с нарушениями или не вполне верной регламентацией технологических ритмов в общей структуре менеджмента процессов на предприятии. Это может приводить к нарушениям в процессе доения и к сбиванию графика, нерегулярным профилактическим мероприятиям и пр. При этом факторы кормления наряду с факторами содержания оказывают ведущее влияние на состояние в особенности дойного поголовья, которое наиболее чувствительно к агрессивным факторам внешней среды [1-4].

При этом одним из важнейших индикаторов нарушений в животном организме при каких-либо даже незначительных изменениях в структуре гомеостаза внутренней среды организма является, безусловно, кожа и ее производные. Нарушения обмена веществ, наличие болезней и пр. наиболее сказываются на состоянии шерсти (приводя к потере ее эластичности, блеска, к выпадению, аллопециям и пр.), а также копытец (повреждения копытцевого рога, язвы, намины, ламиниты) [5-9].

В этой связи следует отметить, что наиболее подвержены воздействию негативных факторов, как то высокий уровень рН, влажности, БАК-обсемененности, дистальные области конечностей, в частности, копыта. Кроме того, на копыта также постоянно воздействует такой фактор как сильное давление, оказываемое весом животного, в особенности в области копытцев тазовых конечностей, где тазобедренное сочленение, представленное суставом, провоцирует значительно большую ударную нагрузку на конечности в сравнении с более подвижным плече-лопаточным сочленением, формируемым за счет связочно-мышечного аппарата [10, 11].

Именно поэтому наибольший процент болезней копытцев приходится именно на задние конечности.

В молочном животноводстве широкое распространение болезней копытцев возникает ввиду проблемы длительной селекции, направленной преимущественно на реализацию генетических признаков, но не на сохранение качеств здоровья и иммунорезистентности организма, его конституциональных особенностей, обеспечивающих нормальное для вида распределение нагрузки, а также не на сохранение иммунологических свойств и свойств обмена веществ, адекватно обеспечивающих генетически обусловленную предрасположенность животного организма к высоким удоям,

максимальной кормокверсии и балансу между поступлением органических и минеральных элементов в организм и их выведением. Кормление с преобладанием концентратов часто приводит к различным нарушениям обмена веществ, таких, как кетоз, ацидоз и пр., что является внутренним фактором, приводящим к изменениям в микроциркуляции основы кожи копыта, и, вкупе с агрессивными факторами внешней среды, к возникновению грубой патологии [12-14].

Известно, что язвенные процессы на сегодняшний день являются одними из наиболее часто встречаемых болезней копытцев наряду с наиболее распространенной нозологической формой – ламинитом, и, помимо этого, являются формой патологии, возникающей с образованием язвенной (раневой) поверхности, которая трудно поддается лечению и часто рецидивирует, в особенности в том случае, когда речь идет о таком патологическом процессе как язва Мортелларо, возникающем в области межкопытцевой щели, отличительной особенностью которого можно считать более частое стадное распространение в сравнении с другим язвенным процессом – Рустергольца, возникающим в области подошвенной части копыта, несмотря на то, что зона воспалительного очага при данном типе язвенного процесса значительно выше подошвы и “берет” на себя значительно меньшую нагрузку при передвижении животного [15-20].

Результаты морфологического исследования

Язвенный процесс Мортелларо топографически чаще всего обнаруживается в области межкопытцевой щели, его еще называют «клубничной болезнью» – из-за характерной припухлости и покраснения в области образующейся язвы. Он вызывает значительный интерес многих исследователей, поскольку до сих пор не было установлено некоего однозначного мнения насчет того, какие именно факторы приводят к возникновению болезни. Кроме того, возникают вопросы: почему данная патология может носить стадный характер, а может обнаруживаться, например, у животных лишь в одной секции, но в других секциях или корпусах животноводческого предприятия встречаться значительно реже. Болезнь Мортелларо на сегодняшний день является большой проблемой еще и ввиду ее частого рецидивирования, частой хронизации патологического процесса, и, кроме того, болезнь не всегда легко поддается лечению.

Нами была исследована гистологическая структура в общей сложности 25 образцов тканей, отобранных у животных с клиническими признаками язвы Мортелларо в области межкопытцевой щели на одной из конечностей по каждой из 5 степеней тяжести по шкале Карла Бурги и Нигеля Б. Кука и в сравнении с установленной нормой гистологического строения мягких тканей в области межкопытцевой щели обнаружен ряд изменений, возникающих при наличии патологического процесса.

При исследовании гистопрепарата верхних слоев дермы при язве Мортелларо 1-й степени



тяжести определялся четко выраженный роговой слой до 3,0 мм. Акантотические тяжи длинные и толстые (до 3,0 мм) с выраженными признаками анастомозирования между собой. Эпителий базального слоя – с умеренными дистрофическими изменениями в виде перинуклеарной вакуолизации. Количество сосудов не снижено, однако от-

мечено спазмирование большей части мелких артерий при одновременном паретическом расширении венул и мелких вен с умеренными признаками венозного полнокровия. Вокруг сосудов отмечается выраженная лимфоплазмоцитарная инфильтрация (рисунки 1-4).

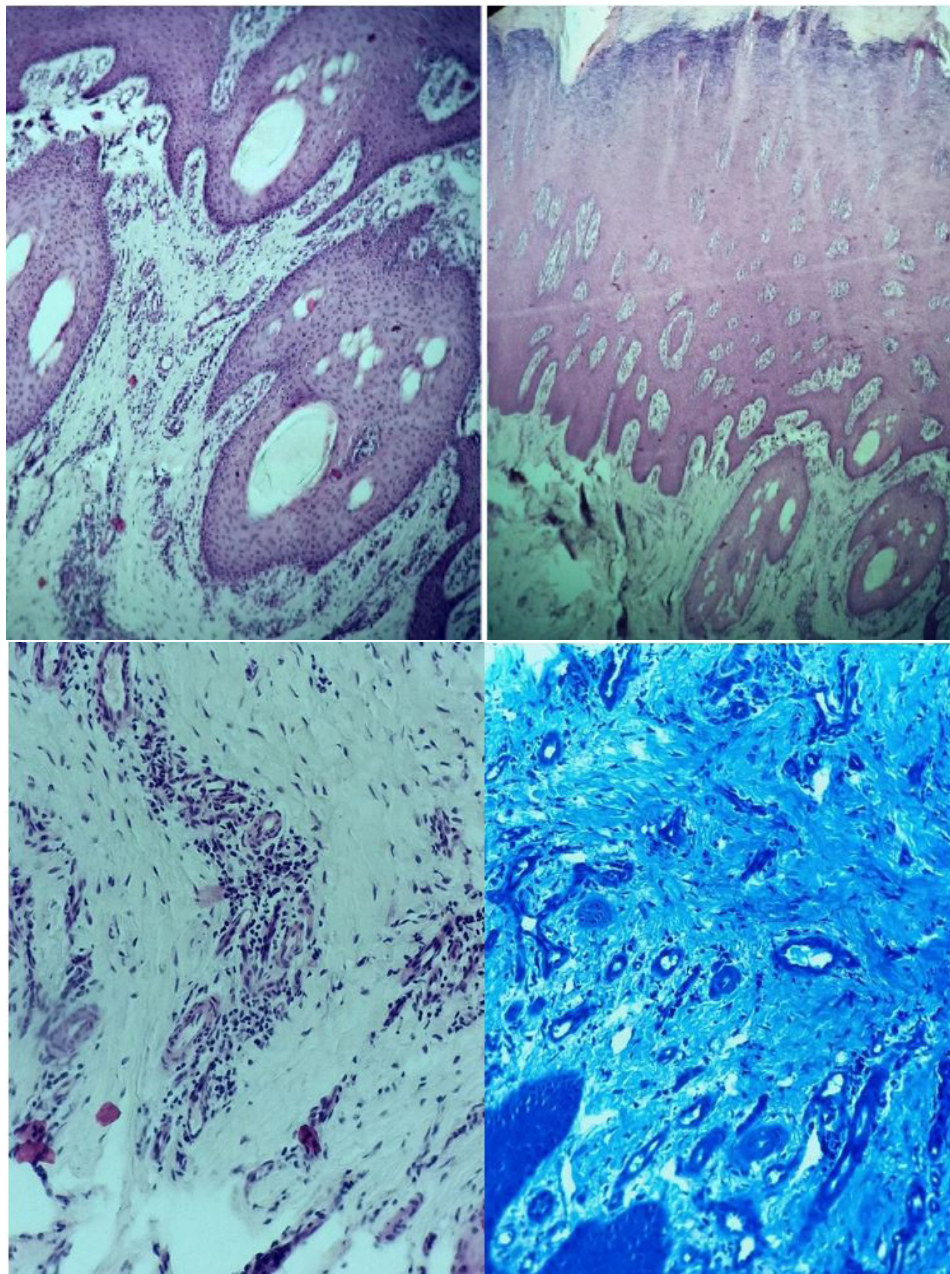


Рис. 1-4 – Гистологические изменения при незначительном язвенном поражении Мортелларо 1-й степени (увеличение $\times 40$; 100)

(Histological changes in minor ulcerative lesions of Mortellaro 1st degree (magnification $\times 40$; 100))

На рисунках определяется четко выраженный роговой слой до 3,0 мм. Акантотические тяжи длинные и толстые с выраженными анастомозами, имеются умеренные дистрофические изменения, отмечено спазмирование мелких артерий при одновременной венозной гиперемии, выраженная лимфоплазмоцитарная инфильтрация.

Гистопрепараты тканей, отобранных с язвен-

ных поверхностей 2-й и выше степеней тяжести, характеризовались более четкими изменениями в структуре рогового слоя, изменялись количество и толщина акантотических тяжей, а также степень преобладания альтернативных изменений в областях воспаленных тканей (рисунки 5-8).

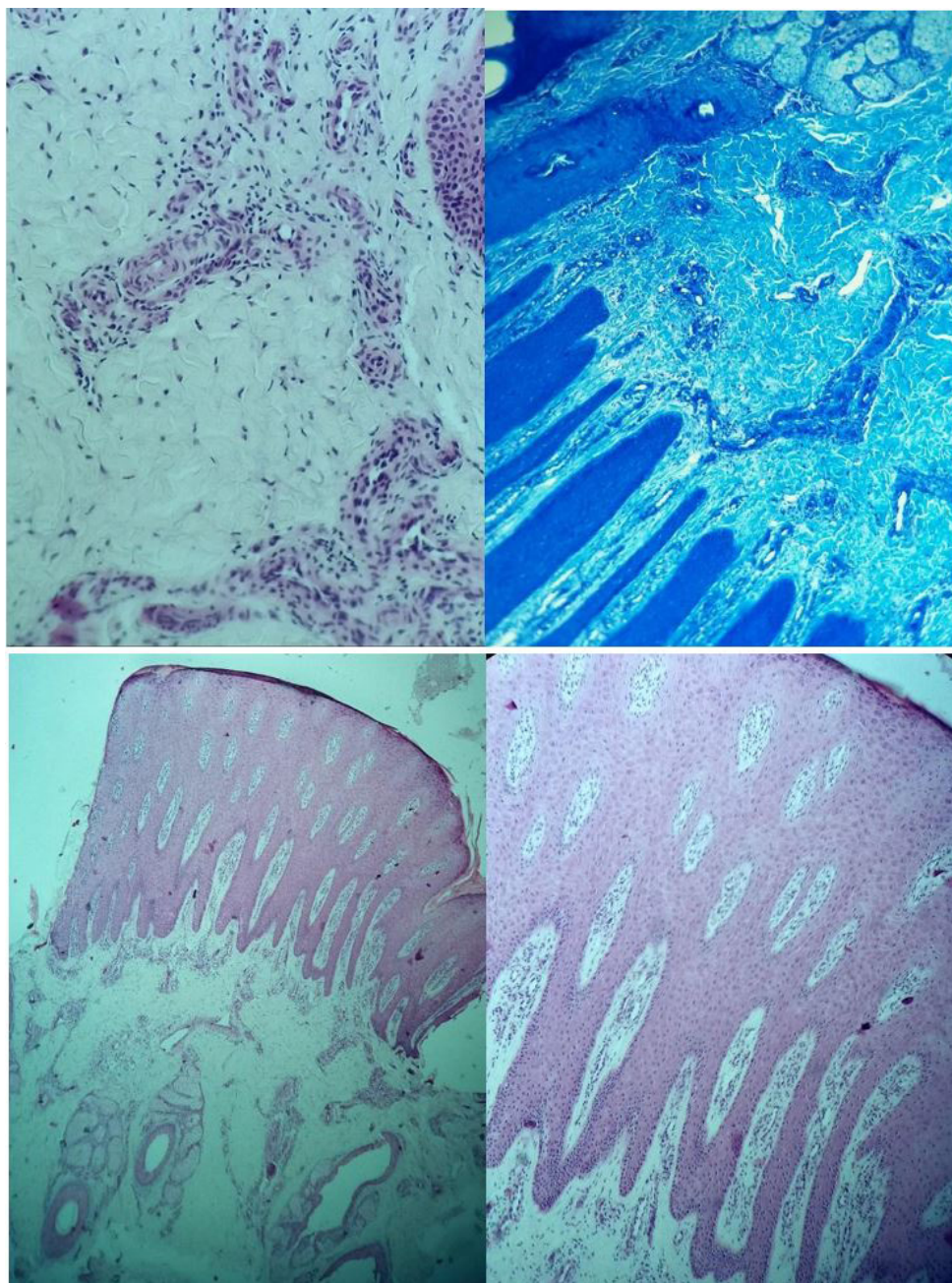


Рис. 5-8 – Гистологические изменения в основе кожи копытка при клинических признаках язвенного процесса Мортелларо 2-й степени тяжести (увеличение $\times 40$; 100)
(Histological changes in the base of the hoof skin with clinical signs of the ulcerative process of Mortellaro of the 2nd degree of severity (magnification $\times 40$; 100))

Так, при 2-й степени тяжести акантотические тяжи становились уже значительно короче – до 1,5 мм. Эпителий базального слоя также с умеренными дистрофическими изменениями в виде перинуклеарной вакуолизации. Со стороны дермы в области сосочкового слоя количество сосудов не снижено, отмечен четко выраженный спазм со стороны всех мелких артерий и артериол. Вокруг сосудов – умеренная лимфоидная инфильтрация с примесью незначительного количества плазмацитов.

При 3-й степени тяжести вместо рогового слоя уже определялась прослойка бесструктурной некротической ткани до 4,0 мм толщиной, акантотические тяжи короткие, слабо анастомозируют между собой. Эпителий базального слоя с умеренными дистрофическими изменениями в виде перинуклеарной вакуолизации и наличием единичных митозов. Количество сосудов не снижено. Вены паретически расширены, стенка мелких артерий утолщена (рисунки 9-10).

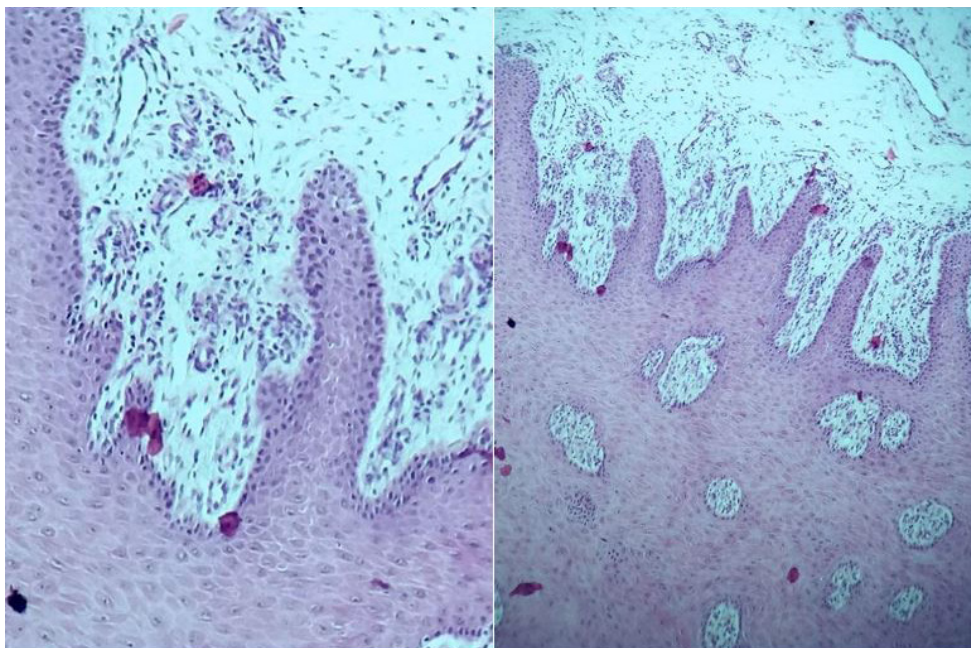


Рис. 9-10 – Гистологические изменения в основе кожи копыта при клинических признаках язвенного процесса Мортелларо 3-й степени тяжести (увеличение $\times 40$; 100)
(Histological changes in the base of the hoof skin with clinical signs of the Mortellaro ulcerative process of the 3rd degree of severity (magnification $\times 40$; 100))

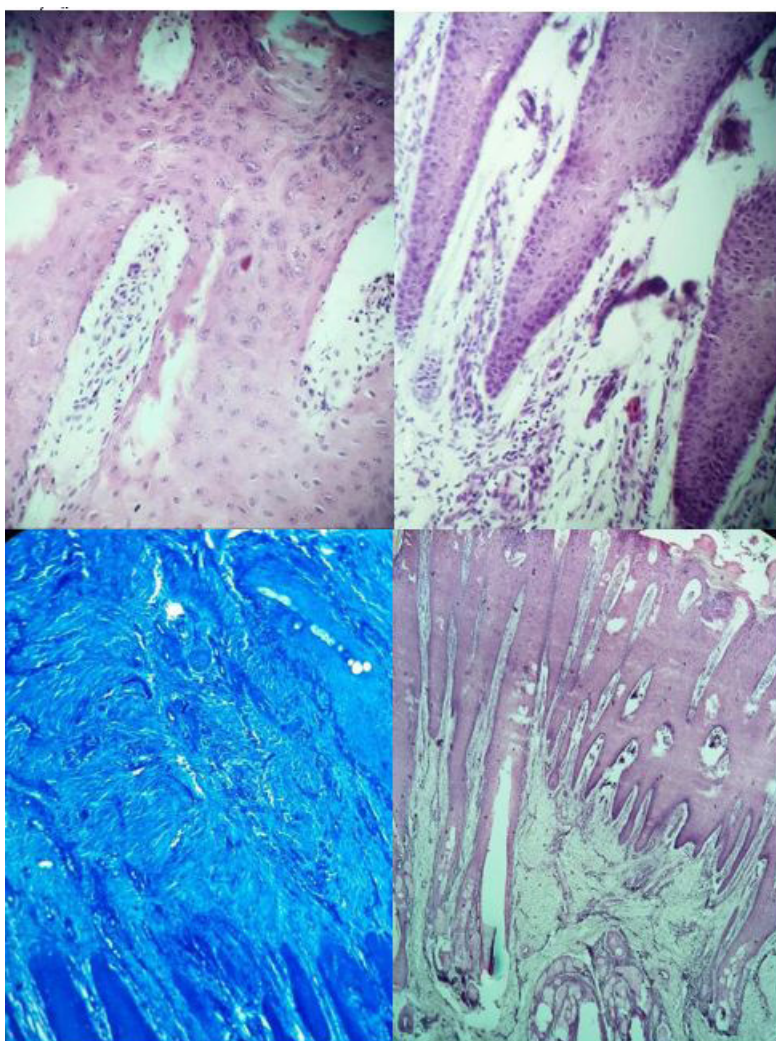


Рис. 11-14 – Гистологические изменения в основе кожи копыта при клинических признаках язвенного процесса Мортелларо 4-й степени тяжести (увеличение $\times 40$; 100)
(Histological changes in the base of the hoof skin with clinical signs of the ulcerative process of Mortellaro of the 4th degree of severity (magnification $\times 40$; 100))

Отличительной особенностью является присутствие умеренно выраженной диффузной лимфоплазмочитарной инфильтрации с примесью незначительного количества лейкоцитов.

Гистологические изменения, обнаруженные при исследовании тканей области патологического процесса 4-й степени тяжести, характеризовались отсутствием рогового слоя и наличием тонкой прослойки некротической ткани или зернистого слоя до 0,5 мм, наличие которого в трех случаях из пяти указывало на преобладание пролиферативной фазы в структуре воспалительного процесса (рисунки 11-14).

Акантотические тяжи длинные, тонкие до 3 мм без признаков анастомозирования между собой. Клетки базального слоя с умеренным количеством митозов с крупными темными ядрами и четко вы-

раженными ядрышками. В эпителиальном слое определяются многочисленные мигрировавшие сегментоядерные лейкоциты. Субэпидермально определяются небольшие пузыри, заполненные фибрином и небольшим количеством сегментоядерных лейкоцитов. Количество сосудов снижено. Мелкие артерии и артериолы спазмированы. Со стороны сосочкового слоя дермы отмечается рассеянный умеренно выраженный воспалительный инфильтрат, состоящий из лимфоцитов, плазмочитов и сегментоядерных лейкоцитов.

При пятой степени поражения характерным признаком для всех образцов выявлено наличие глубокого некротического дефекта, который распространяется вплоть до сосочкового слоя дермы с практически полным расплавлением акантотических тяжей.

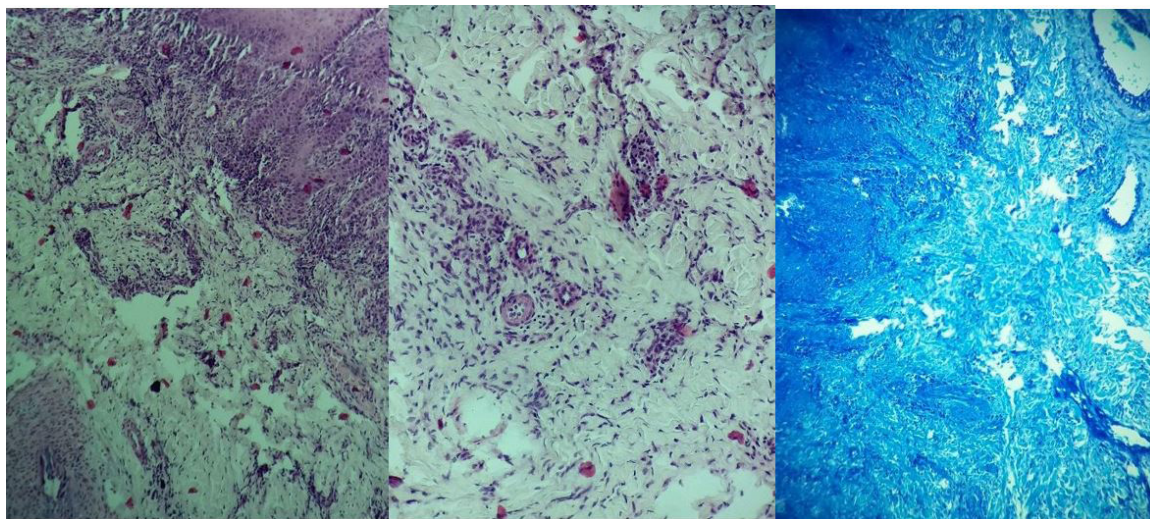


Рис. 15-17 – Гистологические изменения в основе кожи копытка при клинических признаках язвенного процесса Мортелларо 5-й степени тяжести (увеличение $\times 40$)

(Histological changes in the base of the hoof skin with clinical signs of the ulcerative process of Mortellaro of the 5th degree of severity (magnification $\times 40$)

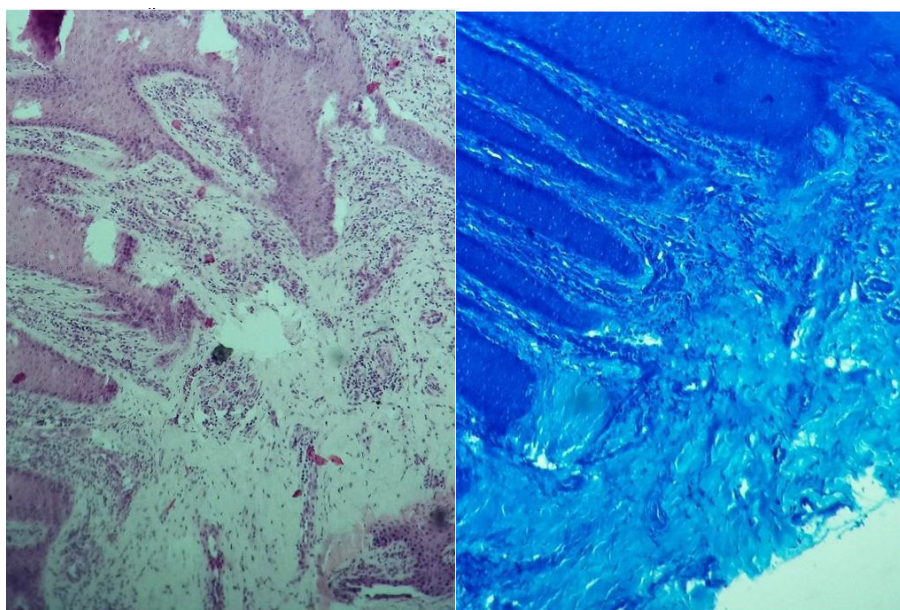


Рис. 18-19 – Гистологические изменения в основе кожи копытка при клинических признаках язвенного процесса Мортелларо 5-й степени тяжести

(увеличение $\times 40; 100$)

(Histological changes in the base of the hoof skin with clinical signs of the ulcerative process of Mortellaro of the 5th degree of severity (magnification $\times 40; 100$)



Дно язвенного дефекта представлено бесструктурной некротической тканью. Эпителий окончаний акантотических тяжей, которые сохранились – с выраженными дистрофическими изменениями. Количество обнаруживаемых сосудов при этом значительно снижено, венулы паретически расширены с признаками венозного полнокровия, артерии – спазмированы. Со стороны дермы отмечается выраженный воспалительный инфильтрат, состоящий преимущественно из сегментоядерных лейкоцитов с примесью небольшого количества плазмócитов и лимфоцитов. Эпителий базального слоя – с выраженными дистрофическими изменениями в виде перинуклеарной вакуолизации, с крупными темными ядрами и четко выраженными ядрышками, наличием в части из полей зрения митозов.

Выводы

По итогам проведенных исследований особое внимание следует акцентировать на обнаружении в образцах тканей, отобранных с области язвенного поражения Мортелларо, особенности изменений в сосочковом слое дермы – паретического расширения более чем половины венул с признаками полнокровия при одновременном спазмировании практически всех мелких артерий, что, на наш взгляд, может быть связано с утратой упругих свойств глубоких слоев дермы в связи с изменением соотношения коллагеновых и эластиновых волокон, обеспечивающих упругость и сохранение наружных слоев дермы от давления между опорой и костными структурами. Утрачиваемые свойства упругости могут приводить к повышению давления на сосуды (венулы, артериолы). При этом сдавливание сосудов приводит к местной гипоксии тканей, накоплению свободных радикалов, которые «бомбардируют» клетки глубоких слоев дермы, возникают процессы дегенерации тканей.

Данная работа выполнена в рамках темы 121091400115-5 «Разработка информационной среды и базы данных первичного учета крупного рогатого скота для использования в геномной оценке сельскохозяйственных животных», реализуемой по заказу Минсельхоза Российской Федерации за счет средств федерального бюджета в 2021 году и реализации гранта по договору №15637ГУ/2020 (вн. номер 0059391) от 08.07.2020 г. «Разработка комплексного универсального лекарственного препарата для местного лечения болезней копыт у крупного рогатого скота на основе комбинации действующих компонентов», полученного в рамках конкурса «УМНИК-19».

Список источников

1. Гагарин, Е. М. Гистоморфологические изменения основы кожи копыт у крупного рогатого скота при развитии язвы Рустергольца / Гагарин Е. М. и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (168). – С. 80-87. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gistomorfologicheskie-izmeneniya-osnovy-kozhi-kopytets-u-krupnogo-rogatogo-skota-pri-razviti-yazvy-rustergoltsa>
2. Гагарин, Е. М. Сравнительный анализ про-

граммного обеспечения менеджмента молочного животноводства, применяемого в Тюменской области и перспективы создания централизованной платформы консолидации данных по региону / Гагарин Е. М. и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 3. – С. 11-19. – DOI 10.36508/RSATU.2021.64.19.002.

3. Цыганок, В. О. Оптимизация процессов доения в доильном зале с установкой "карусель" марки Xcalibur 360 ex / В. О. Цыганок, М. А. Свяженкина, Е. М. Гагарин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2(59). – С. 108-114. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.015.

4. Гагарин, Е. М. Ортопедические патологии у крупного рогатого скота и их влияние на основные производственные показатели / Е. М. Гагарин, Л. А. Глазунова, В. О. Цыганок // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2(59). – С. 61-68. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.008.

5. Воробьев Е.А., Плахотник А.В., Глазунова Л.А. Этиология болезни Мортелларо и её распространение в ООО "ЗапсибХлеб-Исеть" В сборнике: Современные научно-практические решения в АПК Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 344-347. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32754187>

6. Профилактика и лечение специфической язвы подошвы у крупного рогатого скота препаратами Т-НЕХХ. Стекольников А. А., Ладанова М. А. В сборнике: Современные проблемы ветеринарной хирургии. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры общей, частной и оперативной хирургии УО ВГАВМ. 2016. С. 116-119. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27282637>

7. Михеева, Е. А. и др. Влияние нарушений обмена веществ на заболеваемость дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. НЭ Баумана. – 2013. – Т. 214. – № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/15351065>

8. Чеснокова, Н. П., Понукалина Е. В., Бизенкова М. Н. Молекулярно-клеточные механизмы индукции свободнорадикального окисления в условиях патологии // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 6. – С. 21-26. URL: <http://science-education.ru/pdf/2006/6/4.pdf>

9. Барашкин, М. И. Этиологические факторы заболеваний крупного рогатого скота при промышленных технологиях / М. И. Барашкин, О. Г. Петрова // Ветеринария Кубани. – 2014. – № 3. – С. 13-14. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21633365>

10. Гагарин, Е. М. Распространение заболеваний опорно-двигательного аппарата крупного рогатого скота в условиях современного животноводческого комплекса / Е. М. Гагарин, Л. А. Глазунова // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 3(33). – С. 45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36349964>

11. Мищенко, В.А. Болезни конечностей



у высокопродуктивных коров / В.А. Мищенко, А.В. Мищенко // Ветеринарная патология. – 2007. – №2. – С. 138-143. URL: http://vetpat.ru/wp-content/uploads/2014/03/Vet_patologija_02_07.pdf#page=139

12. Никулина, Е.Н. Морфогистологические изменения тканей при лечении гнойных ран гидрофильными мазями в сравнительном аспекте / Е.Н.Никулина, П.М.Ляшенко, В.А.Ермолаев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. -2011. -Т.3. № 31-1. -С. 113-114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/14057380>

13. Самоловов, А. А. Хромота - отражение системных метаболических болезней молочного рогатого скота / А. А. Самоловов, С. В. Лопатин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 2(2). – С. 76-80. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21834680>

14. Amory J. R. et al. Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003–November 2004 //Preventive veterinary medicine. – 2008. – Т. 83. – №. 3-4. – С. 381-391. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587707002085>

15. Sadiq M. B. et al. Prevalence and risk factors for hoof lesions in dairy cows in Peninsular Malaysia //Livestock Science. – 2021. – Т. 245. – С. 104404. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>

pii/S1871141321000123

16. Egger-Danner C. et al. ICAR Claw Health Atlas //ICAR Technical Series. – 2014. – №. 18. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163005697>

17. Charfeddine N., Pérez-Cabal M. A. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows //Journal of dairy science. – 2017. – Т. 100. – №. 1. – С. 653-665. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216307962>

18. Bergsten, C. (2001). Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. The veterinary clinics of North America. Food animal practice, 17(1), 1-23. URL: <https://europepmc.org/article/med/11320689>

19. Huxley J. N. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production //Livestock Science. – 2013. – Т. 156. – №. 1-3. – С. 64-70. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141313002722>

20. Сайтханов, Э. О. Ортопедическая диспансеризация коров и анализ эффективности ветеринарно-санитарных мероприятий по профилактике болезней копыт / Э. О. Сайтханов, Д. С. Беседин // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 2(42). – С. 156-161. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38230408>

References

1. Gagarin E. M. i dr. Gistomorfologicheskie izmeneniya osnovy kozhi kopytec u krupnogo rogatogo skota pri razvitii yazvy Rustergol'ca //Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – №. 3 (168). – S. 80-87. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gistomorfologicheskie-izmeneniya-osnovy-kozhi-kopytets-u-krupnogo-rogatogo-skota-pri-razvitii-yazvy-rustergoltsa>

2. Gagarin E. M. i dr. Sravnitel'nyj analiz programmnogo obespecheniya menedzhmenta molochnogo zhivotnovodstva, primenyaemogo v Tyumenskoj oblasti i perspektivy sozdaniya centralizovannoj platformy konsolidacii dannyh po regionu // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – Т. 13. – № 3. – S. 11-19. – DOI 10.36508/RSATU.2021.64.19.002.

3. Cyganok, V. O. Optimizaciya processov doeniya v doil'nom zale s ustanovkoj "karusel'" marki Xcalibur 360 ex / V. O. Cyganok, M. A. Svyazhenina, E. M. Gagarin // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2020. – № 2(59). – S. 108-114. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.015.

4. Gagarin, E. M. Ortopedicheskie patologii u krupnogo rogatogo skota i ih vliyanie na osnovnye proizvodstvennye pokazateli / E. M. Gagarin, L. A. Glazunova, V. O. Cyganok // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2020. – № 2(59). – S. 61-68. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.008.

5. Vorob'ev E.A., Plahotnik A.V., Glazunova L.A. Etiologiya bolezni Mortellaro i eyo rasprostranenie v OOO "ZapsibHleb-Iset" V sbornike: Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya v APK Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2017. S. 344-347. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32754187>

6. Profilaktika i lechenie specificheskoy yazvy podoshvy u krupnogo rogatogo skota preparatami T-NEKHKH. Stekol'nikov A. A., Ladanova M. A. V sbornike: Sovremennye problemy veterinarnoj hirurgii. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu kafedry obshchej, chastnoj i operativnoj hirurgii UO VGAVM. 2016. S. 116-119. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27282637>

7. Miheeva E. A. i dr. Vliyanie narushenij obmena veshchestv na zabolevaemost' distal'nyh otdelov konechnostej krupnogo rogatogo skota //Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. NE Bauman. – 2013. – Т. 214. – №. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/15351065>

8. Chesnokova N. P., Ponukalina E. V., Bizenkova M. N. Molekulyarno-kletochnye mekhanizmy indukcii svobodnoradikal'nogo okisleniya v usloviyah patologii //Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2006. – №. 6. – S. 21-26. URL: <http://science-education.ru/pdf/2006/6/4.pdf>

9. Barashkin, M. I. Etiologicheskie faktory zabolevanij krupnogo rogatogo skota pri promyshlennyyh tekhnologiyah / M. I. Barashkin, O. G. Petrova // Veterinariya Kubani. – 2014. – № 3. – S. 13-14. <https://>



elibrary.ru/item.asp?id=21633365

10. Gagarin, E. M. *Rasprostranenie zabolevanij oporno-dvigatel'nogo apparata krupnogo rogatogo skota v usloviyah sovremennogo zhivotnovodcheskogo kompleksa* / E. M. Gagarin, L. A. Glazunova // *AgroEkoInfo*. – 2018. – № 3(33). – S. 45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36349964>
11. Mishchenko, V.A. *Bolezni konechnostej u vysokoproduktivnyh korov* / V.A. Mishchenko, A.V. Mishchenko // *Veterinarnaya patologiya*. – 2007. – №2. – S. 138-143. URL: http://vetpat.ru/wp-content/uploads/2014/03/Vet_patologija_02_07.pdf#page=139
12. Nikulina, E.N. *Morfologicheskije izmeneniya tkanej pri lechenii gnojnyh ran gidrofil'nymi maz'yami v sravnitel'nom aspekte* / E.N. Nikulina, P.M. Lyashenko, V.A. Ermolaev // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2011. – T.3. № 31-1. – S. 113-114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/14057380>
13. Samolovov, A. A. *Hromota - otrazhenie sistemnyh metabolicheskikh boleznej molochnogo rogatogo skota* / A. A. Samolovov, S. V. Lopatin // *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*. – 2013. – № 2(2). – S. 76-80. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21834680>
14. Amory J. R. et al. *Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003–November 2004* // *Preventive veterinary medicine*. – 2008. – T. 83. – №. 3-4. – S. 381-391. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587707002085>
15. Sadiq M. B. et al. *Prevalence and risk factors for hoof lesions in dairy cows in Peninsular Malaysia* // *Livestock Science*. – 2021. – T. 245. – S. 104404. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141321000123>
16. Egger-Danner C. et al. *ICAR Claw Health Atlas* // *ICAR Technical Series*. – 2014. – №. 18. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163005697>
17. Charfeddine N., Pérez-Cabal M. A. *Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows* // *Journal of dairy science*. – 2017. – T. 100. – №. 1. – S. 653-665. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216307962>
18. Bergsten, C. (2001). *Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. The veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 17(1), 1-23. URL: <https://europepmc.org/article/med/11320689>
19. Huxley J. N. *Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production* // *Livestock Science*. – 2013. – T. 156. – №. 1-3. – S. 64-70. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141313002722>
20. Sajthanov, E. O. *Ortopedicheskaya dispanserizaciya korov i analiz effektivnosti veterinarno-sanitarnykh meropriyatij po profilaktike boleznej kopytec* / E. O. Sajthanov, D. S. Besedin // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*. – 2019. – № 2(42). – S. 156-161. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38230408>

Статья поступила в редакцию 29.11.2021; одобрена после рецензирования 03.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 29.11.2021; approved after reviewing 03.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.2
DOI: 10.36508/RSATU.2021.36.64.006

**Изменение показателей роста бычков разного происхождения
при выращивании и откорме по технологии мясного скотоводства**

**Екатерина Ряшитовна Гостева¹, Нина Владимировна Коник², Мурат Борисович
Улимбашев^{3,4}**

¹ Федеральн[ый] аграрный научный центр Юго-Востока, г.Саратов, Россия

² Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

³ Министерство сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики, г. Нальчик, Россия

⁴ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, Россия

^{3,4} murat-ul@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель исследований – изучить динамику живой массы и оплату корма приростом живой массы бычков бурой швицкой и казахской белоголовой пород, их помесей, полученных в результате использования производителей мясной породы на маточном поголовье скота комбинированного направления продуктивности.

Методология. Период выращивания и откорма подопытного поголовья бычков составил 18 месяцев (2020-2021гг). Подсосный период выращивания составил 214 дней, после чего провели отбивку от матерей. В последние два месяца содержания (17-18 мес.) провели заключительный откорм. За весь период выращивания и откорма подопытным группам бычков задано 3400 энергетических кормовых единиц и 359 кг переваримого протеина.

Результаты. Установлено, что как в отдельные возрастные периоды, так за весь период исследований наибольшей массой тела отличались бычки казахской белоголовой породы и ее помеси с бурой швицкой породой, которые после заключительного откорма (в 18 месяцев) превзошли бурых швицких сверстников в среднем на 62,6 и 31,4 кг ($P>0,999$) соответственно. За весь период выращивания и откорма среднесуточные приросты живой массы у бычков бурой швицкой породы составили 718 г, что ниже значений помесных сверстников на 60 г ($P>0,999$) и казахских белоголовых – на 119 г ($P>0,999$). Наименьшими затратами корма на 1 кг прироста живой массы отличались бычки казахской белоголовой породы, у которых они составили 7,27 энергетических кормовых единиц и 0,767 кг переваримого протеина. Их преимущество над сверстниками материнской породы составило 1,01 энергетических кормовых единиц и 0,107 кг переваримого протеина.

Заключение. Разведение чистопородного казахского белоголового скота и его использование на бурой швицкой породе позволяет получать помесей с высоким эффектом гетерозиса по показателям роста, а также снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы.

Ключевые слова: казахская белоголовая, бурая швицкая, помеси, динамика роста, оплата корма продукцией.

Для цитирования: Гостева Е. Р., Коник Н. В., Улимбашев М. Б. Изменение показателей роста бычков разного происхождения при выращивании и откорме по технологии мясного скотоводства// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С 52-59 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.36.64.006>

Agricultural sciences

Original article

Changes in the growth indicators of bulls of different origin during cultivation and fattening using the technology of beef cattle breeding

Ekaterina R. Gosteva¹, Nina V. Konik², Murat B. Ulimbashev^{3,4}

¹ Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov, Russia

² Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

³ Ministry of Agriculture of the Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Russia

⁴ North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Stavropol region, Russia

^{3,4} murat-ul@yandex.ru

© Гостева Е. Р., Коник Н. В., Улимбашев М. Б., 2021 г.

**Abstract.**

Problem and purpose. The purpose of the research is to study the dynamics of live weight and feed payment by the increase in live weight of brown Swiss and Kazakh white-headed bulls, their crossbreeds obtained as a result of the use of meat breed producers on the breeding stock of cattle of the combined direction of productivity.

Methods. The period of rearing and fattening of the experimental herd of bulls was 18 months (2020-2021). The suckling period of cultivation was 214 days, after which the mothers were beaten off. In the last two months of detention (17-18 months), the final fattening was carried out. During the entire period of rearing and fattening, the experimental groups of bulls were given 3,400 energy feed units and 359 kg of digestible protein.

Results. It was found that both in certain age periods and for the entire period of research, the Kazakh white-headed bulls and their crossbreeds with the brown Swiss breed differed the most in body weight, which after the final fattening (at 18 months) surpassed brown Swiss peers by an average of 62,6 and 31,4 kg ($P>0,999$), respectively. Over the entire period of cultivation and fattening, the average daily live weight gain in brown Swiss bulls amounted to 718 g, which is lower than the values of crossbred peers by 60 g ($P>0,999$) and Kazakh white-headed by 119 g ($P>0,999$). Kazakh white-headed bulls were distinguished by the lowest feed costs per 1 kg of live weight gain, in which they amounted to 7,27 energy feed units and 0,767 kg of digestible protein. Their advantage over the peers of the parent breed was 1,01 energy feed units and 0,107 kg of digestible protein.

Conclusion. Breeding of purebred Kazakh white-headed cattle and its use on the brown Swiss breed, allows you to get crossbreeds with a high effect of heterosis in terms of growth, as well as reducing feed costs per 1 kg of live weight gain.

Key words: Kazakh white-headed, brown Swiss, crossbreeds, growth dynamics, payment for feed products

For citation: Gosteva E. R., Konik N. V., Ulimbashev M. B. Changes in the growth indicators of bulls of different origin during cultivation and fattening using the technology of beef cattle breeding. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev 2021; 13(4) 52-59.(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.36.64.006>

Введение

Казахская белоголовая порода является первой отечественной специализированной мясной породой крупного рогатого скота и в течение своего развития прошла неоднозначный путь. Если в середине 80-х годов прошлого века она занимала по численности доминирующую позицию среди всех мясных пород нашей страны, то к началу нынешнего тысячелетия негативное влияние на численность животных этой породы оказали как импорт мясных пород, так и экспорт племенного поголовья в страны СНГ [1].

Уникальные конституционно-биологические особенности и продуктивные качества скота казахской белоголовой породы позволяют ему приспосабливаться в разнообразных природно-климатических и кормовых условиях, что позволяет разводить этих животных практически во всех регионах Российской Федерации. Высокий генетический потенциал мясной продуктивности животных этой породы реализуется как при стационарном содержании в стойлах, так и в условиях содержания на искусственных и естественных пастбищах [2, 3].

Анализ современного состояния скота казахской белоголовой породы свидетельствует, что с начала 2000-х годов поголовье животных этой породы увеличилось более чем в 4 раза и достигло 52038 голов. Наряду с этим увеличился ареал распространения породы, продуктивные качества и классность поголовья [4]. В целом по Российской Федерации выход телят на 100 коров казахской белоголовой породы увеличился на 4,2-5,8 абсолютных процента. Самый высокий уровень сохранности и выхода поголовья на 100 коров в Северо-Кавказском Федеральном округе, за ним следует Сибирский. В целом данный показатель в

большинстве регионов хороший [5].

Об эффективности разведения казахского белоголового скота и скрещивания его с рядом молочных и мясных пород, способствующего увеличению у помесей показателей роста, развития и откормочных качеств, свидетельствуют исследования, проведенные в различных регионах нашей страны [6-9]. Помесный молодняк при удачном подборе пород для скрещивания вследствие проявления эффекта гетерозиса отличается высоким уровнем мясной продуктивности [10-12]. Достичь высоких мясных качеств возможно при соответствии условий внешней среды генетическому потенциалу продуктивности [13] и, в частности, при достаточной обеспеченности кормами [14-16].

Изучение весового роста чистопородных телок и бычков казахской белоголовой породы и ее помесей от скрещивания с коровами местной популяции показало, что у чистопородного молодняка живая масса в возрасте 8 месяцев была выше, чем у помесей на 16,6-18,1 кг, что объясняется низким генетическим потенциалом исходного беспородного маточного поголовья, использованного в поглотительном скрещивании с племенными быками-производителями [17].

Поглотительное скрещивание казахского белоголового скота с герефордами до второго поколения по герефордам обеспечило увеличение величины живой массы и уровня среднесуточного прироста живой массы во все возрастные периоды [18]. Так, к 18-месячному возрасту это превосходство над чистопородными сверстниками казахской белоголовой породы составило 40,8 кг, полукровными помесями – 13,3 кг, а по среднесуточному приросту живой массы – на 75 и 25 г соответственно.

Помесные бычки, полученные от маток казах-



ской белоголовой породы и отцов герефордской породы, в возрасте 18 месяцев весили больше своих сверстников герефордской и казахской белоголовой на 1,3 % (5,8 кг) и 2,3 % (10,5 кг), соответственно, а по среднесуточным приростам живой массы в заключительный период откорма (15-18 месяцев) их превосходство составило 18,1 % (145 г) и 6,0 % (48 г) соответственно [19].

Установлена целесообразность межпородного скрещивания маточного поголовья калмыцкого скота с быками казахской белоголовой породы заволжского типа, в результате чего помесные бычки во все возрастные периоды вследствие проявления гетерозиса превосходили по росту и развитию сверстников казахской белоголовой и калмыцкой пород [20]. В результате в 18-месячном возрасте их живая масса была больше, чем у чистопородных сверстников на 15,23 и 65,23 кг соответственно. По массе парных туш помеси превзошли чистопородных сверстников на 23,94 и 61,71 кг, выходу туш – на 2,91 и 5,25 %, убойному выходу – на 2,92 и 4,26 %. Выход мякоти в тушах помесных бычков был выше, чем сверстников калмыцкой породы, на 0,80 % и ниже, в сравнении со сверстниками казахской белоголовой породы на 0,40 %.

Исследований по использованию казахского белоголового скота в стадах бурого швицкого скота в доступной литературе нами не встречалось, в связи с чем поставленная нами проблема по улучшению мясных качеств комбинированного скота путем использования на нем специализированной отечественной мясной породы – казахской белоголовой породы – актуальна, имеет большое научно-практическое значение и характеризуется научной новизной.

Цель исследований – изучить динамику живой массы и оплату корма приростом живой массы бычков бурой швицкой и казахской белоголовой пород, их помесей, полученных в результате использования производителей мясной породы на маточном поголовье скота комбинированного направления продуктивности.

Материал и методы исследований

Объект исследований: бычки бурой швицкой породы (I группа), казахской белоголовой породы (II группа), помеси первого поколения (F_1) бурая швицкая × казахская белоголовая (III группа). Каждая группа бычков была представлена 15 головами.

Исследования на бычках разного происхождения проводились в условиях ООО «Шэру», расположенное в переходной из предгорной в горную зону Кабардино-Балкарской Республики.

Период выращивания и откорма подопытного поголовья бычков составил 18 месяцев (2020-2021 гг.). Подопытное поголовье содержалось на огороженном участке с наличием навесов для укрытия в непогоду и защиты от солнечных лучей. Кормление осуществлялось три раза в сутки при

свободном доступе к воде. Формирование групп новорожденных телят провели в феврале-марте 2020 г. Подопытное поголовье сформировано от коров III отела. Подсосный период выращивания составил 214 дней, после чего провели отбивку от матерей. В последние два месяца содержания (17-18 мес.) провели заключительный откорм. За весь период выращивания и откорма подопытным группам бычков задано 3400 энергетических кормовых единиц и 359 кг переваримого протеина. Структура рациона по питательности после подсосного периода выращивания составляла в среднем на голову: грубые корма – 10 %, силос кукурузный – 30 %, сенаж – 30 %, концентраты – 30 %.

Рост подопытных бычков контролировали путем ежемесячного взвешивания. На основании полученных значений живой массы в отдельные возрастные периоды рассчитывали среднесуточный и относительный прирост живой массы, а также простые коэффициенты роста.

Количество съеденного корма устанавливали по разнице между заданным количеством корма и несъеденными остатками. Контрольные групповые кормления подопытных групп бычков проводились один раз в месяц.

Полученный цифровой материал обработан в соответствии с руководством по биометрии [21].

Результаты исследований и их обсуждение

Изменение живой массы в течение периода выращивания и откорма подопытных групп бычков показано в таблице 1.

Установлено, что новорожденные группы телят сильно различались по живой массе. Наибольшей живой массой характеризовались телята бурой швицкой породы, масса которых была выше, чем у особей казахской белоголовой породы на 2,8 кг ($P>0,999$), двухпородных помесей – на 1,3 кг ($P>0,999$). К концу отъема, несмотря на меньшие значения массы тела новорожденных телят казахской белоголовой породы, бычки мясной породы превзошли как чистопородных швицев на 19,7 кг ($P>0,999$), так и помесей – на 8,4 кг ($P>0,99$). В дальнейшем различия в сравнении с бычками бурой швицкой породы в пользу казахского белоголового и помесного скота увеличиваются и достигают к 10-месячному возрасту 31,8 ($P>0,999$) и 19,8 кг ($P>0,99$) соответственно, к годовалому возрасту – 43,8 ($P>0,999$) и 25,6 кг ($P>0,999$), к 15 месяцам – 52,2 ($P>0,999$) и 28,4 кг. После заключительного откорма (в 18 месяцев) помеси и казахские белоголовые достигли массы 453,0 и 484,2 кг, что на 31,4 ($P>0,999$) и 62,6 кг ($P>0,999$) соответственно больше, чем значения бычков бурой швицкой породы. Следует отметить высокий генетический потенциал по скорости роста молодняка казахской белоголовой породы и ее помесей с бурой швицкой, у которого возрастное увеличение живой массы было более значительным, чем у сверстников комбинированного направления продуктивности.

Таблица 1 – Динамика живой массы подопытных групп бычков, $X \pm m_x$

Возраст бычков, мес.	Группа		
	I	II	III
При рождении	28,0 $\pm$ 0,16	25,2 $\pm$ 0,13***	26,7 $\pm$ 0,14***
7	186,3 $\pm$ 2,32	206,0 $\pm$ 2,05***	197,6 $\pm$ 3,14**
10	252,5 $\pm$ 3,43	284,3 $\pm$ 3,17***	272,3 $\pm$ 4,61**
12	294,7 $\pm$ 4,29	338,5 $\pm$ 3,95***	320,3 $\pm$ 5,37***
15	356,2 $\pm$ 4,60	408,4 $\pm$ 4,34***	384,6 $\pm$ 5,63***
18	421,6 $\pm$ 4,17	484,2 $\pm$ 3,89***	453,0 $\pm$ 5,19***

Примечание (здесь и в следующих таблицах): I группа в сравнении со II и III.

* – $P > 0,95$; ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$.

Абсолютные и относительные показатели роста подопытного поголовья бычков, рассчитанные на основе значений живой массы, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели абсолютного, среднесуточного и относительного роста подопытных групп бычков, $X \pm m_x$

Возраст бычков, мес.	Группа		
	I	II	III
Абсолютный прирост живой массы, кг			
При рождении-7	158,3 $\pm$ 2,5	180,8 $\pm$ 2,1***	170,9 $\pm$ 3,0**
7-10	66,2 $\pm$ 1,2	78,3 $\pm$ 1,0***	74,7 $\pm$ 1,5***
10-12	42,2 $\pm$ 0,8	54,2 $\pm$ 0,7***	48,0 $\pm$ 1,0***
12-15	61,5 $\pm$ 1,0	69,9 $\pm$ 0,8***	64,3 $\pm$ 1,1
15-18	65,4 $\pm$ 0,7	75,8 $\pm$ 0,6***	68,4 $\pm$ 0,8**
При рождении-18	393,6 $\pm$ 4,7	459,0 $\pm$ 4,3***	426,3 $\pm$ 5,4***
Среднесуточный прирост живой массы, г			
При рождении-7	740 $\pm$ 12,3	845 $\pm$ 10,8***	798 $\pm$ 14,0**
7-10	727 $\pm$ 13,0	860 $\pm$ 12,6***	821 $\pm$ 15,2***
10-12	692 $\pm$ 11,9	888 $\pm$ 11,2***	787 $\pm$ 14,4***
12-15	668 $\pm$ 10,3	760 $\pm$ 9,4***	699 $\pm$ 11,7
15-18	727 $\pm$ 8,6	842 $\pm$ 7,2***	760 $\pm$ 9,8*
При рождении-18	718 $\pm$ 9,6	837 $\pm$ 8,4***	778 $\pm$ 10,3***
Относительная скорость роста, %			
При рождении-7	147,7 $\pm$ 2,3	156,4 $\pm$ 1,8**	152,4 $\pm$ 2,6
7-10	30,2 $\pm$ 0,6	31,9 $\pm$ 0,4*	31,8 $\pm$ 0,7
10-12	15,4 $\pm$ 0,2	17,4 $\pm$ 0,2***	16,2 $\pm$ 0,3*
12-15	18,9 $\pm$ 0,2	18,7 $\pm$ 0,2	18,2 $\pm$ 0,3
15-18	16,8 $\pm$ 0,1***	17,0 $\pm$ 0,1	16,3 $\pm$ 0,1

Анализ абсолютного прироста живой массы как в отдельные технологические периоды, так и за весь период выращивания и откорма подопытного поголовья свидетельствует о превосходстве бычков казахской белоголовой породы и ее помесей с бурой швицкой породой над сверстниками материнской породы и за весь период исследований оно составило в среднем 32,7-65,4 кг ($P > 0,999$).

Среднесуточные приросты живой массы бычков казахской белоголовой породы и ее помесей с бурой швицкой подтвердили их более интенсивный рост, который был выше во все возрастные периоды, чем у животных бурой швицкой породы. Так, в подсосный период выращивания различия между сравниваемыми группами бычков составили 58-105 г ($P > 0,99-0,999$), за период 7-10 месяцев – 94-133 г ($P > 0,999$), 10-12 месяцев –

95-196 г ($P > 0,999$), 12-15 месяцев – 31-92 г ($P > 0,999$ – у казахских белоголовых), 15-18 месяцев – 33-115 г ($P > 0,95-0,999$).

За весь период выращивания и откорма среднесуточные приросты живой массы у бычков бурой швицкой породы составили 718 г, что ниже значений помесных сверстников на 60 г ($P > 0,999$) и казахских белоголовых – на 119 г ($P > 0,999$).

Энергия роста казахского белоголового и помесного молодняка до 12-месячного возраста протекала на более высоком уровне, тогда как в последующий период – с годовалого возраста – с незначительным преимуществом бычков бурой швицкой породы. Рассчитанные значения относительной скорости роста свидетельствуют о том, что энергия роста казахского белоголового и помесного молодняка в более ранние периоды он-



тогенеза проходит более интенсивно, тогда как у сверстников бурой швицкой породы – в более поздние сроки, что свидетельствует об их позднеспелости по показателям роста и развития.

Простые коэффициенты роста или кратность увеличения живой массы являются одним из ме-

тодов контроля роста (живой массы) животных, характеризующих увеличение живой массы в определенный возрастной период по сравнению со значениями при рождении.

Кратность увеличения живой массы подопытных групп бычков представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Кратность увеличения живой массы подопытных групп бычков

Возрастной период, мес.	Группа		
	I	II	III
7	6,65	8,17	7,40
10	9,02	11,28	10,20
12	10,52	13,43	12,00
15	12,72	16,21	14,40
18	15,06	19,21	16,97

При сравнении живой массы в отдельные возрастные периоды по сравнению с массой при рождении зарегистрировано наиболее высокое увеличение в группе бычков казахской белоголовой породы, менее – у сверстников бурой швицкой породы, а помеси по скорости увеличения этого показателя занимали промежуточное положение между крайними значениями. За весь период исследований коэффициент роста казахского белоголового скота составил 19,21 раза, помесей – 16,97 раза и бурого швицкого – 15,06 раза.

Для суждения об экономической целесообразности проведенного скрещивания немаловажным является установление затрат корма и оплаты питательных веществ приростом живой массы животных.

Данные по оплате корма приростом единицы продукции бычками бурой швицкой и казахской белоголовой пород, а также помесями, полученными от межпородного скрещивания, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Потребление, затраты и оплата корма приростом живой массы подопытных групп бычков (в среднем на 1 голову)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Прирост живой массы за период исследований, кг	393,6	459,0	426,3
Задано корма: ЭКЕ ПП, кг	3400 359	3400 359	3400 359
Потреблено корма: ЭКЕ ПП, кг	3259 344	3336 352	3294 348
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы: ЭКЕ ПП, кг	8,28 0,874	7,27 0,767	7,73 0,816

Примечание: ЭКЕ – энергетические кормовые единицы, ПП – переваримый протеин.

За весь период выращивания и откорма подопытному поголовью бычков было задано 3400 энергетических кормовых единиц и 359 кг переваримого протеина. Из числа заданного количества кормов наибольшим потреблением отличались животные казахской белоголовой породы (98,1 %), наименьшим – бурой швицкой породы (95,8 %).

Наименьшими затратами корма на 1 кг прироста живой массы отличались бычки казахской белоголовой породы, у которых они составили 7,27 энергетических кормовых единиц и 0,767 кг

переваримого протеина. Их преимущество над сверстниками материнской породы составило 1,01 энергетических кормовых единиц и 0,107 кг переваримого протеина. Помеси, полученные от двухпородного скрещивания, по величине затрат корма на единицу прироста живой массы занимали промежуточное положение между крайними значениями признака.

Заключение

С целью изучения динамики живой массы и оплаты корма приростом живой массы бычков бу-



рой швицкой и казахской белоголовой пород, их помесей были проведены исследования, включающие выращивание и откорм по технологии, принятой в мясном скотоводстве.

В результате проведенных исследований установлена целесообразность межпородного скрещивания маточного поголовья бурого швицкого скота с быками-производителями казахской белоголовой породы. Помеси и казахские белоголовые бычки к концу исследований достигли массы 453,0 и 484,2 кг, что на 31,4 ($P>0,999$) и 62,6 кг ($P>0,999$) соответственно больше, чем значения бычков бурой швицкой породы, что свидетельствует о высоком генетическом потенциале по живой массе бычков мясного направления продуктивности, у которых возрастное увеличение живой массы было более значительным, чем у сверстников комбинированного направления продуктивности.

Наряду с достижением более высокой живой массы к концу выращивания и откорма чистопородные казахские белоголовые и помесные бычки отличались от сверстников бурой швицкой породы более высокими среднесуточными приростами и энергией роста, практически, во все возрастные периоды.

При прочих равных условиях бычки с кровью казахской белоголовой породы вследствие интенсивного роста и лучшей поедаемости питательных веществ рационов затрачивали на единицу прироста живой массы меньше кормов, чем сверстники бурой швицкой породы в среднем на 0,55-1,01 энергетических кормовых единиц и 0,058-0,107 кг переваримого протеина.

Таким образом, разведение чистопородного казахского белоголового скота и его использование на бурой швицкой породе позволяет получать помесей с высоким эффектом гетерозиса по показателям роста, а также снижение затрат кормов на 1 кг прироста живой массы.

Список источников

1. Казахская белоголовая – первая отечественная специализированная порода мясного скота / В.Ю. Хайнацкий, В.А. Гонтюрев, К.М. Джуламанов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. - № 2. – С. 7-10. DOI 10.33943/MMS.2020.98.89.002 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42712351>
2. Казахская белоголовая порода мясного скота на Ставрополье / Г.П. Ковалева, Г.Т. Бобрышова // Сельскохозяйственный журнал. – 2020. - № 4 (13). – С. 36-41. DOI 10.25930/2687-1254/005.4.13.2020 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44405800>
3. Основные принципы создания модели эффективной отрасли мясного скотоводства на северных территориях РФ / В.А. Солошенко, С.Н. Магер, Б.О. Инербаев // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т. 103. № 3. – С. 46-57. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-46 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44269233>
4. Современное состояние казахской белоголовой породы / А.А. Герасимов, С.Е. Тяпугин, Л.П. Боголюбова [и др.] // Зоотехния. – 2021. - № 2. – С. 30-33. DOI: 10.25708/ZT.2021.91.27.009 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45584816>

5. Состояние и направления селекционно-племенной работы с казахской белоголовой породой крупного рогатого скота / В.В. Кулинцев, М.Б. Улимбашев, Е.Р. Гостева [и др.] // Зоотехния. – 2019. - № 11. – С. 2-5. DOI: 10.25708/ZT.2019.38.13.001 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41764239>

6. Эффективность скрещивания казахского белоголового и мандолонского скота / А.К. Есенгалиев, Л.З. Мазуровский, В.И. Косилов // Молочное и мясное скотоводство. – 1993. - № 2-3. – С. 15-17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25804626>

7. Продуктивная характеристика скота казахской белоголовой породы в Ставропольском крае / С.Ф. Силкина, Н.В. Сулыга, О.И. Абрамова // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. - № 11-4. – С. 233-235. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27328827>

8. Садыков М.М. Использование казахской белоголовой породы для увеличения производства говядины в Дагестане / М.М. Садыков, М.П. Алиханов, А.Г. Симонов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. - № 6. – С. 32-34. DOI: 10.33943/MMS.2020.85.73.006 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44348955>

9. Некоторые аспекты селекционного совершенствования племенных стад мясного скота казахской белоголовой и аулиекольской пород в Казахстане / М.В. Тамаровский, Т.Н. Карымсаков, О.В. Даниленко [и др.] // Зоотехния. – 2020. - № 6. – С. 5-9. DOI: 10.25708/ZT.2020.11.83.003 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43977843>

10. Tegza I., Tegza A., Kolbasina A., Fatkullin R., Iahnik L. Breeding and productive qualities of the kazakh whitehead heifers of the different genotypes «Zhanabek» LLC // Traditional and experimental methods of studying and overcoming the medical and biological problems in ensuring the optimal vital functions of human beings and the wildlife. Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXLII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Medicine and Pharmaceuticals, Biology, Veterinary Medicine and Agricultural science. Chief editor V.V. Pavlov. – 2017. – P. 12-15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29833287>

11. Sedykh T.A., Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Gizatullin R.S., Kosilov V.I. The effect of different suckling rearing modes on the growth and development of calves in postnatal ontogenesis // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference. – 2021. – P.06042. DOI: 10.1051/bioconf/20213606042 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47170393>

12. Nasambaev E., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Bertileu L.S., Doszhanova A.O. Assessment of the breeding qualities of kazakh white-headed calves using the method of testing own productivity // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2020. – Vol.12(7). – Special Issue. – P.476-481. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP7/20202130 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45298173>

13. Nasambayev E.G., Bozimov K.K.,



Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Zhumayeva A.K., Duimbayev D.A. Clinical, physiological and reproductive characteristics of cattle // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. – 2018. – Vol.9(11). – P.1992-1996. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38668761>

14. Nassambaev E., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Zhumayeva A.K. Pure breeding of the kazakh white-headed cattle by lines as the main method of improving the hereditary qualities // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2018. – Vol.10(12). – P.3254-3256. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38644271>

15. Zinullin A.Z., Sadykov R.S., Alimbekov S.A., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E. The economic traits and adaptive capacity of bull-calves of the kazakh white-headed breed to the conditions of the semidesert zone of the naryn sands // *Biosciences Biotechnology Research Asia*. – 2016. – Vol.13(1). – P.539-546. DOI: 10.13005/bbra/2066 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41872037>

16. Bozymov K.K., Nasambaev E.G., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E. Exterior features and productive qualities of young beef cattle of various genotypes // *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. – 2019. – Vol.9(2). – P.745-750. DOI: 10.35940/ijeat.A1784.129219 URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v9i2/A1784109119.pdf>

17. Весовой рост молодняка казахской белоголовой породы разных генотипов / Е.Г. Насамбаев,

Ф.Г. Каюмов, К.М. Джуламанов [и др.] // *Животноводство и кормопроизводство*. – 2019. – Т. 102, № 1. – С. 88-95. DOI: 10.33284/2658-3135-102-1-88 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37573150>

18. Весовой рост бычков-кастратов казахской белоголовой породы и её помесей с герефордами / Е.А. Никонина, А.В. Харламов, С.Д. Тюлебаев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 4 (78). – С. 202-205. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41218442>

19. Мясная продуктивность бычков герефордской, казахской белоголовой пород и их помесей в условиях Тверской области / Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, Е.А. Воронина [и др.] // *Вестник мясного скотоводства*, 2014. – № 2 (85). – С. 30-33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21623487>

20. Эффективность промышленного скрещивания скота калмыцкой и казахской белоголовой пород / И.Ф. Горлов, Б.К. Болаев, Н.И. Ковзалов [и др.] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2016. – № 4 (44). – С. 126-133. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27674762>

21. Руководство по биометрии для зоотехников // Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 256с.

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. *Kazahskaya belogolovaya – pervaya otechestvennaya specializirovannaya poroda myasnogo skota* / V.YU. Hajnackij, V.A. Gontyurev, K.M. Dzhuslamanov [i dr.] // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2020. – № 2. – S. 7-10. DOI 10.33943/MMS.2020.98.89.002 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42712351>

2. *Kazahskaya belogolovaya poroda myasnogo skota na Stavropol'e* / G.P. Kovaleva, G.T. Bobryshova // *Sel'skokozyajstvennyj zhurnal*. – 2020. – № 4 (13). – S. 36-41. DOI 10.25930/2687-1254/005.4.13.2020 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44405800>

3. *Osnovnye principy sozdaniya modeli effektivnoj otrasli myasnogo skotovodstva na severnyh territoriyah RF* / V.A. Soloshenko, S.N. Mager, B.O. Inerbaev // *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. – 2020. – Т. 103. № 3. – S. 46-57. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-46 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44269233>

4. *Sovremennoe sostoyanie kazahskoj belogolovoj porody* / A.A. Gerasimov, S.E. Tyapugin, L.P. Bogolyubova [i dr.] // *Zootekhnika*. – 2021. – № 2. – S. 30-33. DOI: 10.25708/ZT.2021.91.27.009 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45584816>

5. *Sostoyanie i napravleniya selekcionno-plemnoy raboty s kazahskoj belogolovoj porodoj krupnogo rogatogo skota* / V.V. Kulincev, M.B. Ulimbashev, E.R. Gosteva [i dr.] // *Zootekhnika*. – 2019. – № 11. – S. 2-5. DOI: 10.25708/ZT.2019.38.13.001 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41764239>

6. *Effektivnost' skreshchivaniya kazahskogo belogolovogo i mandolonskogo skota* / A.K. Esengaliev, L.Z. Mazurovskij, V.I. Kosilov // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 1993. – № 2-3. – S. 15-17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25804626>

7. *Produktivnaya harakteristika skota kazahskoj belogolovoj porody v Stavropol'skom krae* / S.F. Silkina, N.V. Sulyga, O.I. Abramova // *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*. – 2016. – № 11-4. – S. 233-235. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27328827>

8. *Sadykov M.M. Ispolzovanie kazahskoj belogolovoj porody dlya uvelicheniya proizvodstva govyadiny v Dagestane* / M.M. Sadykov, M.P. Alihanov, A.G. Simonov [i dr.] // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2020. – № 6. – S. 32-34. DOI: 10.33943/MMS.2020.85.73.006 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44348955>

9. *Nekotorye aspekty selekcionnogo sovershenstvovaniya plemennyh stad myasnogo skota kazahskoj belogolovoj i auliekol'skoj porod v Kazahstane* / M.V. Tamarovskij, T.N. Karymsakov, O.V. Danilenko [i dr.] // *Zootekhnika*. – 2020. – № 6. – S. 5-9. DOI: 10.25708/ZT.2020.11.83.003 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43977843>

10. *Tegza I., Tegza A., Kolbasina A., Fatkullin R., Iahnik L. Breeding and productive qualities of the kazakh whitehead heifers of the different genotypes «Zhanabek» LLC* // *Traditional and experimental methods of studying and overcoming the medical and biological problems in ensuring the optimal vital functions of human*



beings and the wildlife. Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXLII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Medicine and Pharmaceuticals, Biology, Veterinary Medicine and Agricultural science. Chief editor V.V. Pavlov. – 2017. – R. 12-15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29833287>

11. Sedykh T.A., Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Gizatullin R.S., Kosilov V.I. The effect of different suckling feeding modes on the growth and development of calves in postnatal ontogenesis // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference. – 2021. – R.06042. DOI: 10.1051/bioconf/20213606042 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47170393>

12. Nasambaev E., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Bertileu L.S., Doszhanova A.O. Assessment of the breeding qualities of kazakh white-headed calves using the method of testing own productivity // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2020. – Vol.12(7). – Special Issue. – P.476-481. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP7/20202130 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45298173>

13. Nasambayev E.G., Bozymov K.K., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Zhumayeva A.K., Duimbayev D.A. Clinical, physiological and reproductive characteristics of cattle // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2018. – Vol.9(11). – P.1992-1996. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38668761>

14. Nassambaev E., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E., Zhumaeva A.K. Pure breeding of the kazakh white-headed cattle by lines as the main method of improving the hereditary qualities // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Vol.10(12). – P.3254-3256. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38644271>

15. Zinullin A.Z., Sadykov R.S., Alimbekov S.A., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E. The economic traits and adaptive capacity of bull-calves of the kazakh white-headed breed to the conditions of the semidesert zone of the naryn sands // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2016. – Vol.13(1). – P.539-546. DOI: 10.13005/bbra/2066 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41872037>

16. Bozymov K.K., Nasambaev E.G., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.E. Exterior features and productive qualities of young beef cattle of various genotypes // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – Vol.9(2). – P.745-750. DOI: 10.35940/ijeat.A1784.129219 URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v9i2/A1784109119.pdf>

17. Vesovoj rost molodnyaka kazahskoj belogolovoj porody raznyh genotipov / E.G. Nasambaev, F.G. Kayumov, K.M. Dzhulamanov [i dr.] // ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. – 2019. – T. 102, № 1. – S. 88-95. DOI: 10.33284/2658-3135-102-1-88 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37573150>

18. Vesovoj rost bychkov-kastratov kazahskoj belogolovoj porody i eyo pomesej s gerefordami / E.A. Nikonova, A.V. Harlamov, S.D. Tyulebaev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 4 (78). – S. 202-205. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41218442>

19. Myasnaya produktivnost' bychkov gerefordskoj, kazahskoj belogolovoj porod i ih pomesej v usloviyah Tverskoj oblasti / N.P. Sudarev, D. Abylkasymov, E.A. Voronina [i dr.] // Vestnik myasnogo skotovodstva, 2014. – № 2 (85). – S. 30-33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21623487>

20. Effektivnost' promyshlennogo skreshchivaniya skota kalmyckoj i kazahskoj belogolovoj porod / I.F. Gorlov, B.K. Bolaev, N.I. Kovzalov [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie, 2016. – № 4 (44). – S. 126-133. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27674762>

21. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov // N.A. Plohinskij. – M.: Kolos, 1969. – 256s.

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.11.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 30.11.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 633.11:632.954
DOI: 10.36508/RSATU.2021.93.76.007

Сравнительное изучение эффективности баковых смесей дикамбы, метсульфурон-метила, трибенурон-метила и гумата калия в системе защиты озимой пшеницы от сорняков

Валентина Андреевна Гулидова¹ ✉

¹Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец, Россия

¹guli49@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью настоящего исследования является изучение биологической и хозяйственной эффективности дикамбы и ее баковых смесей с метсульфурон-метилом, трибенурон-метилом и гуматом калия против сорной растительности и сравнительной оценки их действия при внесении в фазу кущения озимой пшеницы.

Методология. Для достижения цели и ответа на поставленные вопросы было проведено экспериментальное исследование. В качестве объектов исследований были сорняки, гербициды, растения озимой пшеницы сорта Безенчукская 380. Предмет исследований – изменение вредоносности сорняков и меры борьбы с ними при возделывании озимой пшеницы в лесостепи Центрального Черноземья. Эффективность оценивали по снижению количества сорняков и повышению продуктивности озимой пшеницы. Видовой и весовой учет сорной растительности проводили через 30, через 45 дней и перед уборкой урожая.

Результаты. Результаты проведенных исследований показали, что применение дикамбы в препарате Рефери (351 г/л) в дозе 0,2 л/га хорошо работает против сорного ценоза в посевах озимой пшеницы. Баковые смеси дикамбы с метсульфурон-метилом (препарат Метафор) и трибенурон-метилом (препарат Гранстар) еще более эффективны, так как присутствие двух действующих веществ позволяет значительно увеличить спектр уничтожаемых сорняков. Метсульфурон-метил в этой комбинации действовал эффективнее, чем трибенурон-метил, особенно против сорняков: щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus*), пикульника обыкновенного (*Galeopsis tetrahit*), фиалки полевой (*Viola arvensis*), мышиного горошка (*Vicia cracca*), вьюнка полевого (*Poligonum convolvulus*).

Заключение. В результате исследований было установлено повышение урожайности озимой пшеницы на 19,3 % от внесения баковой смеси дикамбы с метсульфурон-метилом и на 18,0 % в комбинации дикамбы с трибенурон-метилом. Но максимальная биологическая и хозяйственная эффективность от применения смесей была получена в комплексе с гуматом калия (препарат Лигногумата БМ) в дозе 0,15 л/га. Полученные опытные данные позволяют эту схему рекомендовать для защиты озимой пшеницы от сорной растительности.

Ключевые слова: дикамба, метсульфурон-метил, трибенурон-метил, гумат калия, сорняки, озимая пшеница, биологическая эффективность

Для цитирования: Гулидова В. А. Сравнительное изучение эффективности баковых смесей дикамбы, метсульфурон-метила, трибенурон-метила и гумата калия в системе защиты озимой пшеницы от сорняков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С 60-66 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.93.76.007>

Agricultural sciences

Original article

Comparative study of the effectiveness of tank mixtures of dicamba, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl and potassium humate in the system of protection of winter wheat from weeds

Valentina A. Gulidova ✉

¹ Yelets State University Named after I.A. Bunin, Elets, Russia

¹Guli49@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research was to study the biological and economic effectiveness



of dicamba and its tank mixtures with metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl and potassium humate against weeds and to compare their effect when applied to the tillering phase of winter wheat.

Methods. To achieve the purpose and answer the questions posed, an experimental study was carried out. The objects of the research were weeds, herbicides, winter wheat plants of the Bezenchukskaya 380 variety. The subject of the research was the change in the harm of weeds and measures to combat them during the cultivation of winter wheat in the forest-steppe of the Central Chernozem region. The efficiency was evaluated by reducing the number of weeds and increasing the productivity of winter wheat. Species and weight recording of weed vegetation was carried out after 30 days, after 45 days and before harvesting.

Results. The results of the studies showed that the use of dicamba in the Referee preparation (351 g/l) at a dose of 0.2 l/ha works well against weed cenosis in winter wheat crops. Tank mixtures of dicamba with metsulfuron-methyl (Metafor preparation) and tribenuron-methyl (Granstar preparation) are even more efficient, since the presence of two active substances allows significant increase in the range of weeds to be destroyed. Metsulfuron-methyl in this combination was more efficient than in a mixture with tribenuron-methyl, especially against *Amaranthus retroflexus*, *Galeopsis tetrahit*, *Viola arvensis*, *Vicia cracca*, *Poligonum convolvulus*.

Conclusion. It was discovered that the yield of winter wheat increased by 19.3 % against 18.0 % in combination with tribenuron-methyl. But the maximum biological and economic efficiency from the use of mixtures was obtained in combination with potassium humate (preparation of Lignohumate BM) at a dose of 0.15 l/ha. The experimental data obtained allow to recommend this scheme for the protection of winter wheat from weeds.

Key words: dicamba, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl, potassium humate, weeds, winter wheat, biological efficiency

For citation: Gulidova V. A. Comparative study of the effectiveness of tank mixtures of dicamba, metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl and potassium humate in the system of protection of winter wheat from weeds. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2021; 13(4); 60-66 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.93.76.007>

Введение

В Центрально-Черноземной зоне распространено около 250 видов сорных растений, которые произрастают в культурных агроценозах. За счет подавления конкуренции со стороны сорняков в посевах можно увеличить валовые сборы зерна на 10-11% [1]. Даже при 1 % проективного покрытия урожай озимой пшеницы снижается на 0,34 %, от 1 шт./м² – на 0,22 % [2]. Основная потеря урожая связана с произрастанием в посевах зимующих видов сорняков: подмаренник цепкий, ромашка продырявленная, крестовник весенний, ярутка полевая, гулявник лезеля, дескурация Софьи, желтушник лакфиолевый, клоповник пронзеннолистный, фиалка полевая и пастушья сумка обыкновенная, которые являются основными объектами гербицидных обработок в типичной лесостепи ЦЧР. Но в последние годы отмечается изменение сорного компонента. Увеличилась численность злаковых сорняков (овсюг, метлица обыкновенная, мятлик однолетний, кострец безостый, виды щетинника), корнеотпрысковых (вьюнок полевой, латук татарский, виды молочая и полыни), мало-летних широколистных (кохия веничная, просвирник пренебреженный). И в первую очередь это связано с тем, что перестали проводить обработку почвы с оборотом пласта, практически вся площадь озимой пшеницы возделывается по поверхностной обработке.

Существуют разные методы очищения посевов зерновых культур от сорной растительности. Долгое время основной метод очищения посевов от сорняков был агротехнический - севооборот и отвальная обработка почвы. В современных условиях ведения сельского хозяйства значение этих элементов системы земледелия также не потеряло своей актуальности [3-7]. Но в последнее время преимущество имеет химический метод, по-

зволяющий уничтожить более 80-90% сорной растительности [8,9,10]. Химическая защита растений от вредных организмов основана на применении пестицидов, которые токсичны не только для фитопатогенов, вредителей и сорной растительности, но и для культурных растений. Особенно активно товаропроизводители применяют на полях гербициды, которые занимают основное место в химизации сельского хозяйства. Их объемы применения в несколько раз превышают количество используемых в последнее время других (инсектицидов, фунгицидов) средств защиты растений [11,12]. На их долю в интегрированной системе защиты посевов приходится до 30% сохраненного урожая [13,14,15]. Применение гербицидов основывается на их избирательности - способности подавлять сорные растения, не повреждая культурные. Основная борьба с сорняками в посевах озимой пшеницы в условиях северо-западной части Центрального Черноземья проводится весной в фазу кущения-начала выхода в трубку.

Вопросы совершенствования защиты посевов озимой пшеницы от сорной растительности и химических мер борьбы с сорняками в условиях Центрального Черноземья освещены в работах Трофимовой Т.А., Коржова С.И. [3,16], В.А. Гулидовой [17,18], В.А. Федотова [19]. Однако в этих исследованиях не изучались вредоносность сорняков и химические меры борьбы с ними при совместном применении современных биологически активных веществ. Липецкая область относится к региону, где активно используются в технологии выращивания зерновых культур различные ростостимуляторы, иммунокорректоры и другие биологически активные вещества, призванные смягчить последствия от применения пестицидов. В последние годы наибольшим спросом пользуются препараты на основе гуминовых кислот, ассорти-



мент которых довольно широк: гумат калия и натрия, гумисол – М, гумилайф, дарина, плодородие и другие. Гуматы впервые были получены из обычной почвы в виде раствора натриевой соли гуминовых кислот. Большинство из гуминовых препаратов представляют собой водные растворы с низкой концентрацией гуминовых кислот (5–30%). Но у товаропроизводителей большой интерес вызывают биологически активные вещества с высокой концентрацией действующего вещества и низким содержанием балластных компонентов. Таким требованиям на отечественном рынке отвечает водорастворимый гумат калия (под торговой маркой Лигногумат БМ), содержащий не менее 90 % активных солей гуминовых кислот и большой набор важнейших макро- и микроэлементов.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Действующее вещество	Препарат, доза внесения
1	Без внесения гербицидов (контроль)	
2	Дикамба (351 г/л)	Рефери 0,2 л/га
3	Дикамба (351 г/л)+метсульфурон-метил (600 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Метафор 0,005 кг/га
4	Дикамба (351 г/л)+ трибенурон-метил (750 г/кг)	Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га
5	Дикамба (351 г/л)+ трибенурон-метил (750 г/кг)+ гумат калия (900 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га + Лигногумат БМ 0,15 л/га
6	Дикамба (480 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Банвел 0,15 л/га + Гранстар 0,01 кг/га (эталон)

Испытания данных препаратов проводились на протяжении 3 лет на опытном участке Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Почва опытного участка характеризовалась содержанием гумуса 5,0 %, pH_{сол} – 5,0; содержание P₂O₅ – 73 мг/кг, K₂O – 60 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 275 мг-экв/100г почвы, степень насыщенности основаниями 85 мг-экв/100г почвы. Гербициды применяли в фазу кущения (ВВСН 28-29) озимой пшеницы. Видовой и весовой учет сорной растительности проводили через 30 дней, через 45 дней и перед уборкой урожая. Норма расхода рабочей жидкости – 200л/га. Полевые опыты проводились в соответствии с общепринятой методикой [20]. Краткая характеристика изучаемых препаратов представлена ниже.

Дикамба. Препарат Рефери, ВГР в своем составе содержит 351 г/л дикамбы кислоты. Производитель ООО «Кирово-Чепецкая химическая компания. Гербицид уничтожает однолетние двудольные и некоторые многолетние двудольные сорняки, в том числе виды осота в посевах злаковых культур. Препаративная форма – водно-гликолевый раствор. В гербициде присутствует этоксилат, благодаря которому увеличивается скорость доставки дикамбы из жидкой фазы гербицида в культурные растения, что приводит к увеличению гербицидного эффекта.

Трибенурон-метил. В России применяется много препаратов на основе трибенурон-метила, в наших исследованиях был задействован препа-

рат Гранстар, СТС. Он предназначен для контроля в посевах зерновых культур однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2,4-Д. Производитель – компания ДюПон Химпром. Препаративная форма – сухая текучая суспензия. В препарате содержание трибенурон-метила составляет 750 г/кг. Норма расхода в зависимости от культуры и способа внесения составляет от 0,01 до 0,025 кг/га. Гранстар можно смешивать с другими препаратами для обработки культурных растений. Гербицид отличается высокой селективностью к обрабатываемой культуре, имеет широкий диапазон сроков применения и не имеет ограничений по севообороту.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований были сорняки, гербициды, растения озимой пшеницы сорта Безенчукская 380, который занимает в Липецкой области более 50 % площадей посева. Предмет исследований – изменение вредоносности сорняков и меры борьбы с ними при возделывании озимой пшеницы в лесостепи Центрального Черноземья. Схема опыта включала варианты, которые показаны в таблице 1

рат Гранстар, СТС. Он предназначен для контроля в посевах зерновых культур однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2,4-Д. Производитель – компания ДюПон Химпром. Препаративная форма – сухая текучая суспензия. В препарате содержание трибенурон-метила составляет 750 г/кг. Норма расхода в зависимости от культуры и способа внесения составляет от 0,01 до 0,025 кг/га. Гранстар можно смешивать с другими препаратами для обработки культурных растений. Гербицид отличается высокой селективностью к обрабатываемой культуре, имеет широкий диапазон сроков применения и не имеет ограничений по севообороту.

Метсульфурон-метил. На основе этого действующего вещества существует значительное количество препаратов, в том числе и Метафор, СП.

Метсульфурон-метил эффективен против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков. Метафор эффективен против фиалки, горцев и вероники, но подмаренник цепкий и дымянка лекарственная к нему устойчивы. Применяя его на полях, агрономы должны учитывать, что метсульфурон-метил имеет ограничения по севообороту. Очень чувствительные к нему культуры – это подсолнечник, сахарная свекла, рапс, гречиха, просо, сорго.

Гумат калия. На основе гумата калия в России используется препарат под торговой маркой Лигногумат БМ, содержащий не менее 90 % активных солей гуминовых кислот и большой набор важней-



ших макро- и микроэлементов. В состав Лигногумата БМ входят: K, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Co, Ca, Cr, Mg в легкоусвояемой для растений форме, соотношение которых в зависимости от желаний потребителя может меняться. Особый интерес представляет отсутствие в препарате нерастворимого осадка. Все это дает возможность широко применять Лигногумат БМ в качестве биостимулятора природного происхождения и на большом наборе сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований и их анализ

Агроценоз озимой пшеницы представляет собой сложную агробиологическую систему, обладающую высокой конкурентной способностью к сорной нежелательной растительности, что связано как с биологическими особенностями культуры, так и количественным составом сорного компонента. Пшеница не имеет специализированных сорняков. Сорный компонент пшеничного ценоза в условиях Липецкой области на протяжении вегетационного периода имеет свойство постоянно изменяться. Смена элементов сорного фитоценоза зависит от присутствия в посевах различных биологических групп сорняков. Это могут быть эфимеры, ранние и поздние яровые, зимующие и озимые виды. В современной технологии озимой пшеницы основная роль в изменении сорного ком-

понента и формировании сорной флоры принадлежит гербицидам [17]. В наших исследованиях в посевах озимой пшеницы перед опрыскиванием преобладали малолетние сорные растения (70,3 шт./м²), из них 90 % составляли пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa pastoris*). Многолетние виды сорняков в культуре составляли 34,6 %. Они в основном были представлены осотом полевым (*Sonchus arvensis*), ясколкой (*Cerastium arvense*) и полынью (*Artemisia vulgaris*). В течение месяца после обработки гербицидами появлялись новые всходы горца вьюнкового (*Poligonum convolvulus*), лебеды раскидистой (*Artiplex patula*), ромашки непахучей (*Matricaria perforata*), осота полевого (*Sonchus arvensis*).

Применение дикамбы (препарат Рефери) в норме расхода 0,2 л/га в фазу кущения озимой пшеницы спустя 30 дней после обработки способствовало снижению численности малолетних сорняков по отношению к контролю на 80,1 %; учет, проведенный через 45 дней, не изменил этот показатель. Но перед уборкой урожая снижение численности малолетних сорняков на этом варианте возросло 83,0 % (табл.2)

Таблица 2 – Эффективность баковых смесей дикамбы, метсульфурон-метила, трибенурон-метила и гумата калия в защите озимой пшеницы от сорняков при внесении в фазу кущения

Вариант опыта		Малолетние		Многолетние		Всего сорняков	
действующее вещество	препарат, доза внесения	шт/м ²	снижение сорняков к контролю, %	шт/м ²	снижение сорняков к контролю, %	шт/м ²	снижение сорняков к контролю, %
Учет сорняков через 30 дней после внесения препаратов							
Без внесения препаратов (контроль)		70,3	-	37,3	-	107,7	-
Дикамба (351 г/л)	Рефери 0,2 л/га	14,0	80,1	8,6	77,0	22,6	79,0
Дикамба (351 г/л) + метсульфурон-метил (600 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Метафор 0,005 кг/га	7,3	89,6	4,3	88,5	11,6	89,2
Дикамба (351 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га	8,0	88,6	5,0	86,6	13,0	87,9
Дикамба (351 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг) + гумат калия (900 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га + Лигногумат БМ 0,15 л/га	5,3	92,5	3,0	92,0	8,3	92,3
Дикамба (480 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Банвел 0,15 л/га + Гранстар 0,01 кг/га (эталон)	13,0	81,5	9,7	74,0	22,7	78,9
НСР ₀₅							0,92
Учет сорняков через 45 дней после внесения препаратов							
Без внесения препаратов (контроль)		50,3	-	31,3	-	81,7	-
Дикамба (351 г/л)	Рефери 0,2 л/га	10,0	80,1	6,7	78,6	16,7	79,6
Дикамба (351 г/л) + метсульфурон-метил (600 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Метафор 0,005 кг/га	4,0	92,0	2,3	92,7	6,3	92,3
Дикамба (351 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га	4,7	90,7	2,3	92,7	7,0	91,4



Продолжение таблицы 2

Дикамба (351 г/л)+ трибенурон-метил (750 г/кг)+ гумат калия (900 г/л)	Рефери 0,14 л/га +Гранстар 0,0075 кг/га + Лигногумат БМ 0,15 л/га	2,4	95,2	1,7	94,6	4,1	95,0
Дикамба (480 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Банвел 0,15 л/га + Гранстар 0,01 кг/га (эталон)	8,7	82,7	6,3	79,9	15,0	81,6
НСР ₀₅							0,95
Учет сорняков перед уборкой урожая							
Без внесения препаратов (контроль)		37,0	-	24,7	-	61,7	-
Дикамба (351 г/л)	Рефери 0,2 л/га	6,3	83,0	4,0	83,8	10,3	83,3
Дикамба (351 г/л)+метсульфурон- метил (600 г/л)	Рефери 0,14 л/га + Метафор 0,005 кг/га	3,0	91,9	1,0	96,0	4,0	93,5
Дикамба (351 г/л)+ трибенурон-метил (750 г/кг)	Рефери 0,14 л/га +Гранстар 0,0075 кг/га	3,3	91,1	1,3	94,7	4,4	92,9
Дикамба (351 г/л)+ трибенурон-метил (750 г/кг)+ гумат калия (900 г/л)	Рефери 0,14 л/га +Гранстар 0,0075 кг/ га + Лигногумат БМ 0,15 л/га	1,2	96,8	0,6	97,6	1,8	97,1
Дикамба (480 г/л) + трибенурон-метил (750 г/кг)	Банвел 0,15 л/га + Гранстар 0,01 кг/га (эталон)	5,6	84,9	5,0	79,8	10,7	82,7
НСР ₀₅							0,95

Численность многолетних сорняков уменьшилась на 77,0 %, 78,6 % и 83,8 % соответственно, что по эффективности было равнозначно показателем эталонного варианта – Банвел 0,15 л/га + Гранстар 0,01 кг/га. Высокую эффективность (81,5 %) эталонный вариант проявил и против малолетних сорняков спустя 30 после внесения препаратов. Особенно эффективна смесь этих гербицидов была против подмаренника цепкого и щирицы запрокинутой.

Использование дикамбы в баковых смесях с метсульфурон-метилом и трибенурон-метилом способствовало усилению её эффективности, даже при уменьшении дозы на 0,06 л/га. Общая гибель сорняков после внесения дикамбы с трибенурон-метилом (Рефери 0,14 л/га + Гранстар 0,0075 кг/га) спустя 30 дней достигла 87,9 %, спустя 45 дней – 91,4 %, к концу вегетации озимой пшеницы возросла до 92,9%. Смесь дикамбы с метсульфурон-метилом была еще более эффективной: через 30 дней после внесения общая гибель сорняков составила 89,2%, через 45 дней – 92,3 %, к концу вегетации озимой пшеницы возросла до 93,5 %. Усиление гербицидной активности связано с тем, что метсульфурон-метил сильнее подавлял ясколку полевую, резушку Талы и щирицу запрокинутую.

Включение гумата калия (Лигногумата БМ) в норму 0,15 л/га в баковую смесь дикамбы с трибенурон-метилом способствовало усилению биологической эффективности как гербицида Рефери, так и Гранстара. Добавление гумата калия послужило катализатором увеличения синергизма как дикамбы, так и трибенурон-метила. Снижение численности малолетних сорняков через 30 дней учета составило 92,5 %, многолетних –

92,0 %. В течение вегетации биологическая эффективность возрастала и перед уборкой была на 5,1 % больше. Положительный эффект от применения гумата калия заключался также и в том, что он одновременно является стимулятором роста и антидепрессантом для культурных растений за счет присутствия в его составе микроэлементов, повышая их устойчивость к различным неблагоприятным факторам среды обитания.

Применение гербицидов, снижая засоренность посевов, повысило урожай озимой пшеницы на 12,7-24,4%. Максимальная прибавка (0,96 т/га) была в варианте, где к гербицидам был добавлен гумат калия, который способствовал стимуляции роста и развития растений озимой пшеницы, повышения при этом их устойчивость к химическим пестицидным отравлениям. Урожайность на контрольном варианте составила 3,94 т/га.

Выводы

Применение дикамбы в препарате Рефери (351 г/л) в дозе 0,2 л/га обеспечивает хороший очищающий эффект против нежелательной сорной растительности в посевах озимой пшеницы. Баковая смесь дикамбы с метсульфурон-метилом (препарат Метафор) и трибенурон-метилом (препарат Гранстар) очень эффективна. Её применение позволяет значительно расширить спектр уничтожаемых сорняков и повысить продуктивность культуры на 18,0-19,3 %. Но максимальный эффект от применения баковых смесей был получен при включении гумата калия (Лигногумата БМ) в дозе 0,15 л/га. Такие сорняки как подмаренник цепкий (*Galium aparine*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa pastoris*), марь бе-



лая (*Chenopodium album*), смолевка белая (*Silene latifolia*) и мышиный горошек (*Vicia cracca*) погибли полностью. Полученные опытные данные позволяют эту схему рекомендовать для защиты озимой пшеницы от сорной растительности.

Список источников

1. Стекольников, Н.В. Приемы регулирования взаимодействия между популяциями в агроценозах Центрального Черноземья/Н.В. Стекольников// Глиньковские чтения: Матер. межд. науч.-практ. конфер., посвященной 100-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии, часть II, 22-24 апреля 2013 года. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ», 2013. – С.217-222. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23057641>
2. Шпанев, А.М. Вредоносность сорных растений в посевах пшеницы озимой на Северо-западе России/А.М. Шпанев//Вестник защиты растений. – 2018. - №2(96). - С. 42–46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35287407>
3. Трофимова, Т.А. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур/Т.А.Трофимова//Вестник Воронеж ГАУ. – 2010. - № 3 (26). - С. 10-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15560042>
4. Кузьмин, Н.А. Энергосберегающие, адаптивные приемы и технологии выращивания полевых культур в Рязанской области: монография/Н.А. Кузьмин, И.А. Кузьмина. – Рязань, 2016. – 224 с. URL: <https://www.elibrary.ru/books.asp>
5. Морозов, В.И. Флористический состав и динамика численности сорных растений агрофитоценозов в севооборотах лесостепной зоны Поволжья/В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - № 4 (44). – С. 102-109. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-102-109> URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/17657>
6. Рзаева, В.В. Биологические группы сорных растений в посевах яровой пшеницы/В.В. Рзаева// Аграрный вестник Урала. – 2018. - №8(175). – С.51-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36287056>
7. Немченко, В.В. Изменение фитосанитарной обстановки посевов пшеницы при минимизации обработки почвы в условиях Зауралья/В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, А.С. Филиппов, Н.Ю. Заргарян// Аграрный вестник Урала. – 2015. - № 6 (136). – С. 14-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24000576>
8. Рендов, Н.А. Эффективность сроков обработки посевов яровой мягкой пшеницы гербицидом Пума плюс/Н.А. Рендов, М.Н. Жигалов, Е.В. Некрасова и др. //Научная жизнь. – 2018. - № 10. – С. 88-92. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36951645>
9. Липский, С.И. Эффективность гербицидов АО «Байер» в борьбе с сорными растениями в посевах зерновых культур/С.И. Липский, И.В. Пантюхов, В.К. Ивченко//Вестник КрасГАУ. – 2018. - № 3. – С. 12-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35199891>
10. Говоров, Д.Н. Применение пестицидов. Год 2020/Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова//Защита и карантин растений. – 2021. - № 6. – С. 3-4. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45798775>
11. Aktar W., Sengupta, D., Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards // Interdisc. Toxicol. 2009. Vol. 2, N 1. P. 1–12. PMID: 21217838 PMCID: PMC2984095 DOI: 10.2478/v10102-009-0001-7
12. Cantrell C.L., Dayan F.E., Duke S.O. Natural products as sources for new pesticides // J. Nat. Prod. 2012. Vol. 75, N 6. P. 1231–1242. DOI: 10.1021/nr300024u Corpus ID:10645869
13. Зуза, В.С. Критерии целесообразности использования гербицидов в посевах озимых культур/В.С. Зуза//Защита и карантин растений. – 2013. - № 10. С. 11-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20306866>
14. Маханькова, Т.А. Современный ассортимент гербицидов для защиты зерновых культур/Т.А. Маханькова, В.И. Долженко//Защита и карантин растений. – 2013. - № 10. - С. 46-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20306880>
15. Маханькова, Т.А. Гербициды для зерновых колосовых культур/Т.А. Маханькова, А.С. Голубев//Защита и карантин растений. – 2021. - № 1. – С. 49-84. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45592886>
16. Трофимова Т.А. Засоренность посевов при различных приемах и системах зяблевой обработки почвы в ЦЧР/Т.А. Трофимова, С.И. Коржов, В.А. Маслов, А.П. Пичугин//Лесотехнический журнал. – 2015. - №2 (18). – С. 81-92. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23720609>
17. Гулидова, В.А. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы: монография/В.А. Гулидова. - Елец: ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2020. – 277 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43181598>
18. Гулидова, В.А. Экологически рациональные комбинации внесения гербицида ковбой-супер, обеспечивающие чистоту посевов и высокую продуктивность озимой пшеницы // Вестник Воронеж ГАУ. - Воронеж, 2020. - Т. 13. - Вып.2 (65). - С.77-84. DOI:10.17238/issn2071-2243.2020.2.88 URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43178083>
19. Федотов, В.А. Озимая мягкая пшеница в Центральном Черноземье России: монография/В.А. Федотов. – Воронеж: «ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ», 2016. – 415 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27478393>
20. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. М.: Альянс, 2011. - 351 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517484>.

References

1. Stekolnikova N. V. Techniques for regulating interaction between populations in agroecosystems of the Central Chernozem Region/N. V. Stekolnikova//Glinkovsky Readings: Mater. international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Faculty of Agronomy, Agrochemistry and



Ecology, Part II, April 22-24, 2013. - Voronezh: FGBOU VPO "Voronezh State Agrarian University", 2013. - Pp. 217-222. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23057641>

2. Shpanev A.M. Harmfulness of weed plants in winter wheat crops in the North-West of Russia/A.M. Shpanev//Bulletin of Plant Protection. - 2018. - №2 (96). - Pp. 42-46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35287407>

3. Trofimova T.A. Contamination of crops/T.A. Trofimova//Bulletin of Voronezh State University. - 2010. - № 3 (26). P. 10-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15560042>

4. Kuzmin N. A. Energy-saving, adaptive techniques and technologies for growing field crops in the Ryazan region: monograph/N. A. Kuzmin, I. A. Kuzmina. - Ryazan, 2016. - 224 p. <https://www.elibrary.ru/books.asp>

5. Morozov V. I. Floristic composition and dynamics of the number of weeds of agrophytocenoses in crop rotations of the forest-steppe zone of the Volga region / V. I. Morozov, A. L. Toigildin, M. I. Podsevalov//Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2018. - № 4 (44). - Pp. 102-109.

(DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-102-109>

URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/17657>

6. Rzayeva V. V. Biological groups of weed plants in spring wheat crops/V. V. Rzayeva//Agrarian Bulletin of the Urals. - 2018. - № 8 (175). - Pp. 51-56.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36287056>

7. Nemchenko V.V. Changing the phytosanitary situation of wheat crops while minimizing tillage in the conditions of the Trans-Urals/V.V. Nemchenko, A. Yu. Kekalo, A.S. Filippov, N. Yu. Zargaryan// Agrarian Bulletin of the Urals. - 2015. - № 6 (136). - Pp. 14-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24000576>

8. Rendov N.A. Efficiency of terms of processing of spring soft wheat crops with herbicide Puma plus/ N.A. Rendov, M.N. Zhigalov, E.V. Nekrasova et al. //Scientific life. - 2018. - No. 10. - PP. 88-92.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36951645>

9. Lipsky S.I. Effectiveness of herbicides of JSC "Bayer" in fighting with weeds plants in crops of grain crops/S.I. Lipsky, I.V. Pantyukhov, V.K. Ivchenko//Bulletin of KrasGAU. - 2018. - No. 3. - Pp.12-19.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35199891>

10. Govorov D.N. Application of pesticides. Year 2020/D.N. Govorov, A.V. Zhivykh, A.A. Shabelnikova// Protection and quarantine of plants. - 2021. - No. 6. - p. 3-4. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45798775>

11. Aktar W., Sengupta, D., Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards // Interdisc. Toxicol. 2009. Vol. 2, N 1. P. 1–12. PMID: 21217838 PMCID: PMC2984095 DOI: 10.2478/v10102-009-0001-7

12. Cantrell C.L., Dayan F.E., Duke S.O. Natural products as sources for new pesticides // J. Nat. Prod. 2012. Vol. 75, N 6. P. 1231–1242. DOI: 10.1021/np300024u Corpus ID:10645869

13. Zuza V.S. Criteria for the expediency of using herbicides in winter crops/V.S. Zuza//Protection and quarantine of plants. - 2013. - No. 10. pp. 11-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20306866>

14. Makhankova T.A. Modern assortment of herbicides for the protection of grain crops/T.A. Makhankova, V.I. Dolzhenko//Protection and quarantine of plants. - 2013. - No. 10. - Pp.46-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20306880>

15. Makhankova T.A. Herbicides for grain crops/T.A. Makhankova, A.S. Golubev//Plant protection and quarantine. - 2021. - No. 1. - Pp. 49-84. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45592886>

16. Trofimova T.A. Contamination of crops with various methods and systems of winter tillage in the Central Park/T.A. Trofimova, S.I. Korzhov, V.A. Maslov, A.P. Pichugin//Forestry Journal. - 2015. - №2 (18). - Pp. 81-92.

URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23720609>

17. Gulidova V. A. Optimization of the phytosanitary state of winter wheat crops: monograph/V. A. Gulidova. - Yelets: Yeletsy State University named after I. A. Bunin, 2020. - 277 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43181598>

18. Gulidova V.A. Ecologically rational combinations of the introduction of the herbicide cowboy-super, ensuring the purity of crops and high productivity of winter wheat // Vestnik Voronezhgau. - Voronezh, 2020. - Vol. 13. - Issue 2 (65).-pp.77-84. DOI:10.17238/issn2071-2243.2020.2.88 URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43178083>

19. Fedotov V. A. Winter soft wheat in the Central Chernozem Region of Russia: monograph/V. A. Fedotov. - Voronezh: "FGBOU VO Voronezhsky GAU", 2016 – - 415 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27478393>

20. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions. Stereotype. ed., reprint. from the 5th ed., additional and reprint. 1985, Moscow: Alliance, 2011. 351 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517484>

Статья поступила в редакцию 10.11.2021; одобрена после рецензирования 02.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 10.11.2021; approved after reviewing 02.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.

Статья поступила в редакцию 10.11.2021; одобрена после рецензирования 02.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 10.11.2021; approved after reviewing 02.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 67-72
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.67-72

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.082
DOI: 10.36508/RSATU.2021.89.35.008

**Изучение влияния сухого порошка из плодов шиповника
на продуктивность цыплят-бройлеров**

Антонина Ивановна Дедкова^{1✉}, Наталья Николаевна Сергеева²

^{1,2} Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

¹ feny58@mail.ru

² snn8272@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований являлось изучение роста и сохранности цыплят-бройлеров в АО «Березки» Орловского района, Орловской области.

Методология. Опыт по изучению роста и сохранности цыплят-бройлеров кросса «Росс 308» при введении в рацион муки из плодов шиповника проводили на базе АО «Березки» Орловского района, Орловской области. Для проведения исследования по принципу аналогов были сформированы три группы птиц: контрольная и две опытные. В каждую группу были отобраны суточные цыплята-бройлеры в количестве 50 голов.

Результаты. Более интенсивный рост цыплят-бройлеров наблюдался в опытных группах, получавших дополнительно к основному рациону сухой порошок из плодов шиповника. При убое живая масса цыплят была выше в 1-й опытной группе на 5,9 %, во 2-й опытной группе на 6,6 % по сравнению с живой массой цыплят контрольной группы. За весь период выращивания у цыплят опытных групп среднесуточные приросты были выше на 6,0 % и 6,7 % соответственно по сравнению с бройлерами контрольной группы. В 1-й опытной группе среднесуточный прирост составил 49,3 г, во 2-й – 49,6 г. Сохранность поголовья цыплят 1-й и 2-й опытных групп была также выше и составила 96 %.

Заключение. В результате проведенных исследований нами установлено, что цыплята опытных групп, получавшие дополнительно к рациону сухой порошок из плодов шиповника в течение 3-х недель, лучше росли, сохранность их была выше, а также цыплята-бройлеры отличались лучшими мясными качествами.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, плоды шиповника, рост и сохранность

Для цитирования: Дедкова А. И., Сергеева Н. Н. Изучение влияния сухого порошка из плодов шиповника на продуктивность цыплят-бройлеров // Вестник Рязанского государственного агрономического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т.13, №4. С. 67-72 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.89.35.008>

Agricultural sciences

Original article

Study of the influence of dry rose powder on the productivity of broiler chickens

Antonina I. Dedkova^{1✉}, Natalia N. Sergeyeva

^{1,2} Orel State Agrarian University Named After N. V. Parahin, Oryol, Russia

¹ feny58@mail.ru

² snn8272@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. The aim of the research was to study the growth and safety of broiler chickens in JSC "Berezki", Oryol region, Oryol region.

Methodology. An experiment to study the growth and safety of chickens - broilers of the Ross 308 cross with the introduction of rosehip flour into the diet was carried out on the basis of Beryozki JSC, Oryol region, Oryol region. For the experiment, three groups of day-old chickens were formed - broilers, 50 heads each. The groups were formed on the basis of analogs.

Results. More intensive growth of broiler chickens was observed in the 1st and 2nd experimental groups, who received dry powder from rose hips in addition to the main diet. At slaughter, the live weight of chickens was higher in the 1st experimental group by 5, 9%, in the 2nd experimental group by 6.6% compared to the live



weight of the chickens in the control group. Over the entire period of growing in chickens from the experimental groups, the average daily gains were higher by 6.0% and 6.7%, respectively, compared with broilers in the control group. In the 1st experimental group, the average daily gain was 49.3 g, in the 2nd experimental group - 49.6 g. The safety of the chickens in the 1st and 2nd experimental groups was also higher and amounted to 96%.

Conclusion. As a result of the studies, it was revealed that broiler chickens that received, in addition to the diet, dry powder from rose hips for 3 weeks, grew better, their safety was higher, and broiler chickens had better meat qualities.

Keywords: broiler chickens, rose hips, growth and safety.

For citation: Dedkova A. I., Sergeyeva N. N. Study of the influence of dry rose powder on the productivity of broiler chickens. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4) 67-72 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.89.35.008>

Методика исследований

Научно-хозяйственный опыт был поставлен на базе АО «Березки» Орловского района, Орловской области. Исследования по изучению влияния кормовой добавки из плодов шиповника на интенсивность роста и сохранность птицы проводились на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308».

Для проведения исследования по принципу аналогов были сформированы три группы птицы: контрольная и две опытные (табл. 1). В каждую группу были отобраны суточные цыплята-бройлеры в количестве 50 голов.

Птица контрольной группы не получала к основному рациону кормовой добавки. В первой опытной группе цыплятам к основному рациону добавляли 2 г на одну голову в сутки сухого по-

рошка из плодов шиповника, а во второй опытной группе цыплятам добавляли 3 г сухого порошка также из плодов шиповника. Сухой порошок из плодов шиповника добавляли цыплятам-бройлерам к основному рациону с недельного до пятинедельного возраста (21 день).

При проведении исследования контролировали рационы кормления молодняка птицы и рецепты комбикормов, параметры микроклимата, а также режимы и мощность освещения.

При проведении опыта у цыплят опытных групп контролировали рост и развитие. Учитывали сохранность молодняка подопытных групп в разные возрастные периоды. На заключительном этапе исследования определяли массу тушек, убойный выход, затраты корма на 1 кг прироста и цену реализации.

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Кол-во голов	Количество сухого порошка из плодов шиповника на 1 голову в сутки, г	Изучаемые показатели
Контрольная	50	-	1. Масса цыплят в возрасте: 3-х, 5-ти и 6-ти недель 2. Сохранность цыплят 3. Среднесуточный прирост 4. Затраты корма на 1 кг прироста 5. Масса тушек 6. Убойный выход 7. Экономическая эффективность
1-я опытная	50	2	
2-я опытная	50	3	

По результатам ежедневных контрольных взвешиваний определяли прирост живой массы подопытных цыплят. Нами проводилось обязательное взвешивание молодняка птицы в разные возрастные периоды: суточном, затем в трехнедельном, пятинедельном и в шестинедельном (при убое) возрасте. Убой молодняка производился в возрасте 42 дней.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований было

выявлено, что введение в рацион молодняка птицы кормовой добавки сухого порошка из плодов шиповника положительно повлияло как на рост и развитие бройлеров, так и на сохранность цыплят. Живая масса молодняка птицы в разные возрастные периоды представлена в таблице 2 и на рис. 1. В суточном возрасте живая масса молодняка птицы в среднем составила 40,9 г, то есть не имела существенных различий во всех подопытных группах.

Таблица 2 – Живая масса цыплят-бройлеров в различные возрастные периоды.

Группы	Живая масса (г) в возрасте, недель			
	Суточные	3	5	6 (при убое)
Контрольная	40,9±1,7	623±10,2	1391±41,2	1993±49,3
1-я опытная	40,8±1,5	662±10,1*	1427±42,1*	2112±49,1*
2-я опытная	40,9±1,8	664±10,2*	1451±40,3**	2125±50,2**

Примечание: * – $p > 0,95$; ** – $p > 0,99$; *** – $p > 0,999$.



В трехнедельном возрасте цыплята 1-й и 2-й опытных групп, получавших добавку сухого порошка из плодов шиповника, имели живую массу выше, чем в контрольной, на 39г (6,2 %) и 41г (6,5 %) соответственно. Разница достоверна.

В пятинедельном и шестинедельном возрасте наблюдалась такая же тенденция. Цыплята второй опытной группы в пятинедельном возрасте имели живую массу 1451г. Живая масса птицы второй опытной группы была достоверно ниже на 1,6 %, а в контрольной группе – на 4,3%.

При убое, то есть в возрасте 6-ти недель, бройлеры второй опытной группы, получавшие добавку сухого порошка из плодов шиповника 3 г на голову в сутки также отличались наибольшей живой массой. Разница по данному показателю составила 132 г (6,6 %) по сравнению с бройлерами контрольной группы. Разница достоверна. Бройлеры первой опытной группы, получавшие добавку сухого порошка из плодов шиповника 2 г на голову в сутки, были крупнее цыплят контрольной группы на 119г (5,9%). Разница достоверна.

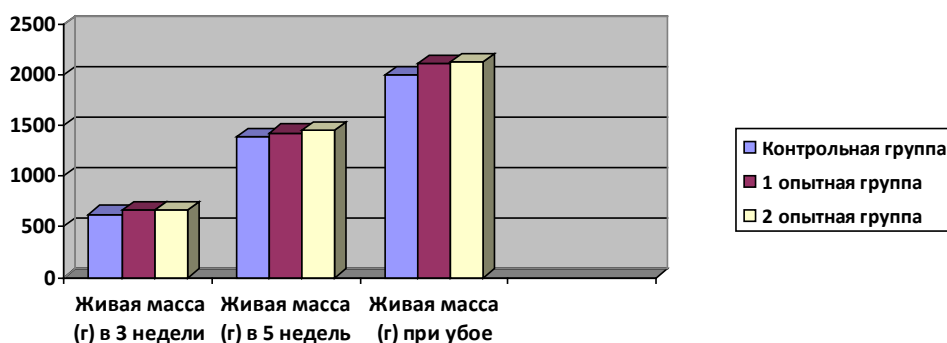


Рис. 1 – Динамика живой массы цыплят в разные возрастные периоды
(Dynamics of live weight of chickens in different age periods)

Среднесуточные приросты бройлеров 1-й и 2-й опытных групп, получавших добавку сухого порошка из плодов шиповника, также были выше, чем в контрольной группе (табл. 3, рис.2). Среднесуточные приросты до трехнедельного возраста существенных различий не имели, но все-таки они были выше в опытных группах. В контрольной группе приросты составили в среднем 27,7г, в опытных – 29,6г и 29,7 г.

Таблица 3 – Среднесуточные приросты молодняка кросса «Рос 308» в различные возрастные периоды.

Группы	Среднесуточный прирост (г) в возрасте, недель		
	До 3-х	С 3 до 5-ти	За весь период выращивания
Контрольная	27,7±0,5	54,9±2,8	46,5±2,1
1-я опытная	29,6±0,4	54,6±2,8	49,3±2,2*
2-я опытная	29,7±0,3	56,2±3,0*	49,6±2,1*

Примечание: * – $p > 0,95$; ** – $p > 0,99$; *** – $p > 0,999$

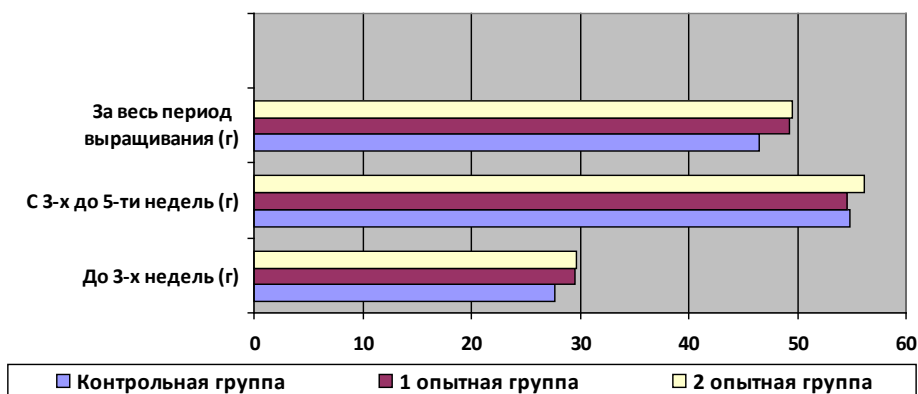


Рис. 2 – Динамика среднесуточных приростов молодняка в разные возрастные периоды
(Dynamics of average daily growth of young animals in different age periods)



От трех и до пятинедельного возраста наблюдалась та же тенденция, то есть самые высокие среднесуточные приросты были у цыплят второй опытной группы и составили 56,2 г, что достоверно выше, чем в контрольной на 1,3 г. В первой опытной группе приросты не отличались от контрольной группы и составили 54,6 г.

За весь период выращивания птицы наиболее низкие среднесуточные приросты регистрирова-

лись у бройлеров контрольной группы и составили 46,5 г, что на 2,8 г (6,0 %) и на 3,1 г (6,7 %) достоверно ниже, чем у цыплят первой и второй опытных групп соответственно.

Общий расход кормов за весь период выращивания в расчете на одну голову во всех группах существенных различий не имел, но все же он был немного выше в опытных группах по сравнению с контрольной группой (табл. 4, рис.3).

Таблица 4 – Расход кормов на 1 кг прироста

Группы	Общий расход кормов за весь период выращивания на 1 голову, кг	Общий прирост 1 головы за весь период выращивания, кг	Расход кормов на 1 кг прироста, к.ед.
Контрольная	5,85±0,4	1,95±0,08	3,00±0,03
1-я опытная	5,87±0,3	2,07±0,06*	2,84±0,03*
2-я опытная	5,90±0,3	2,08±0,06*	2,84±0,02*

Примечание: * – $p > 0,95$; ** – $p > 0,99$; *** – $p > 0,999$

В связи с тем, что в опытных группах общий прирост одной головы за весь период выращивания (42 дня) был достоверно выше по сравнению с контрольной (в 1-й группе – на 120 г, во 2-й – на

130 г), расход кормов на 1 кг прироста в опытных группах был ниже, чем в контрольной, на 0,16 кг или на 5,6 %. Разница достоверна.

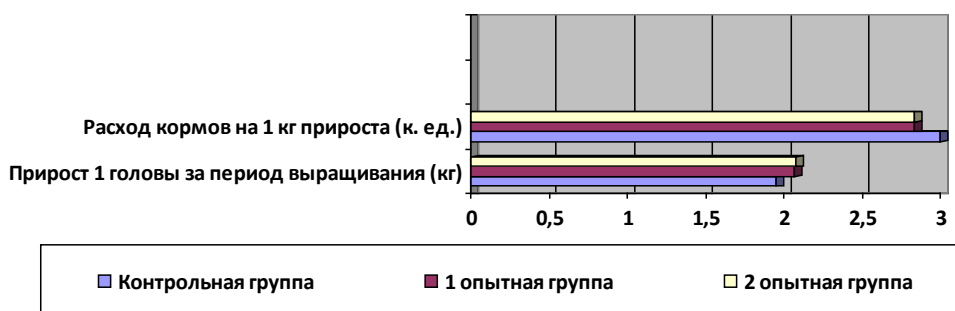


Рис. 3 – Расход кормов на 1 кг прироста (Feed consumption per 1 kg of gain)

Сохранность поголовья в опытных группах была выше, по сравнению с контрольной группой (табл. 5, рис.4).

Таблица 5 - Сохранность цыплят-бройлеров

Группы	Количество голов в возрасте, недель				
	В начале выращивания	3	5	6	
				голов	%
Контрольная	50	47	47	47	94,0
1 опытная	50	48	48	48	96,0
2 опытная	50	50	48	48	96,0

В контрольной группе за период проведения эксперимента пало три цыпленка (6 %). В опытных группах сохранность поголовья была выше и составила: в первой и во второй группах по 96 %.

Убойные качества цыплят-бройлеров были оценены по следующим показателям: живая масса одной головы при убое, г; масса тушки, г; убойный выход, %; количество тушек 1-й категории, % (табл.6).

Живая масса цыплят-бройлеров при убое са-

мой высокой была во второй опытной группе и составила 2125 г, что на 15 г (0,6 %) и на 132 г (6,6 %) выше, чем в первой опытной и контрольной группах соответственно. Масса тушки также была наивысшей во второй опытной группе (1536 г). Наименьшей она была в контрольной группе (1391 г), то есть на 9,4 % и на 10,4 % ниже по сравнению с 1-й и 2-й опытными группами соответственно.

Убойный выход был достоверно выше во второй опытной группе, чем в контрольной на 3,0 %.



В первой опытной группе убойный выход также был выше, чем в контрольной, на 2,3 % (рис.5).

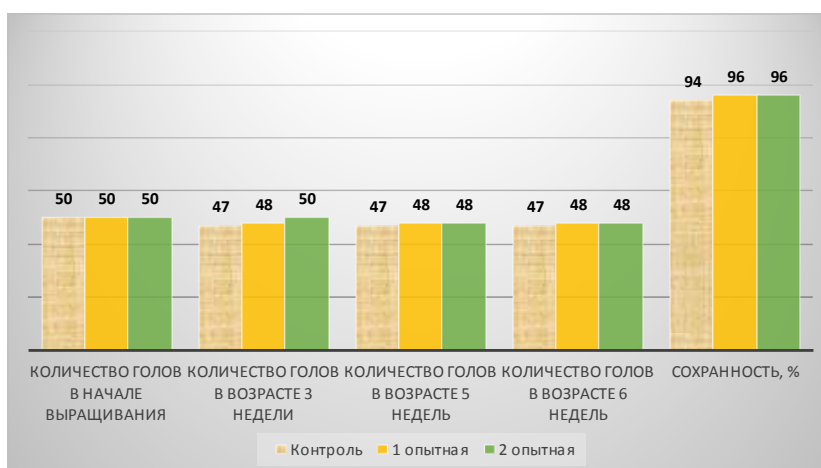


Рис. 4 – Сохранность цыплят-бройлеров в разные возрастные периоды
(Safety of broiler chickens in different age periods)

При оценке качества тушек было установлено, что у бройлеров второй опытной группы 91,7 % были тушки 1-й категории, что на 0,5 % и на 2,6 % больше, чем в первой опытной и контрольной группах, соответственно

Таблица 6 - Убойные качества цыплят-бройлеров

Группы	Живая масса 1 головы при убое, г	Масса тушки,	Убойный выход, %	Количество тушек 1-й категории, %
Контрольная	1993±51,7	1391±51,3	69,8±1,2	89,1±1,3
1-я опытная	2112±52,3*	1524±49,7*	72,2±1,1*	91,2±1,5
2-я опытная	2125±50,1*	1536±49,9*	72,3±0,9*	91,7±1,4*

Примечание: * – $p > 0,95$; ** – $p > 0,99$; *** – $p > 0,999$

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что цыплята опытных групп, получавшие дополнительно к рациону сухой порошок из плодов шиповника в течение трех

недель, лучше росли, сохранность их была выше, а также цыплята-бройлеры отличались лучшими мясными качествами.

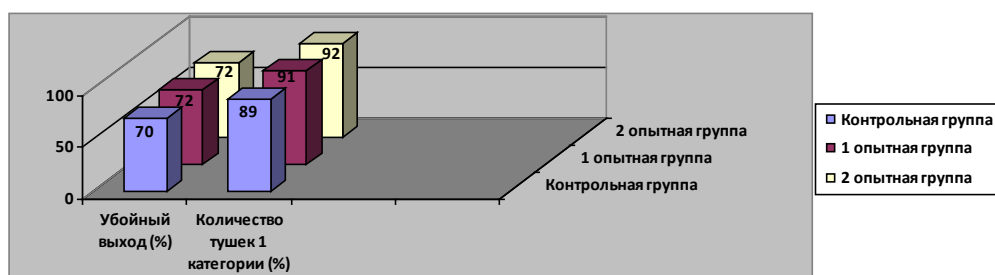


Рис. 5 – Убойные качества цыплят-бройлеров
(Slaughter qualities of broiler chickens)

Заключение

По результатам проведенного научно-хозяйственного опыта были сделаны следующие выводы.

1. Более интенсивный рост цыплят-бройлеров наблюдался в 1-й и 2-й опытных группах, получавших дополнительно к основному рациону сухой порошок из плодов шиповника. При убое живая масса цыплят была выше в 1-й опытной группе на 5,9 %, во 2-й опытной группе на 6,6 % по сравне-

нию с живой массой цыплят контрольной группы.

2. За весь период выращивания у цыплят опытных групп среднесуточные приросты были выше на 6,0% и 6,7 % соответственно по сравнению с бройлерами контрольной группы. В 1-й опытной группе среднесуточный прирост составил 49,3 г, во 2-й опытной группе – 49,6 г.

3. Затраты корма на 1 кг прироста были достоверно ниже в опытных группах по сравнению с контрольной группой на 5,6 % (0,16 кг).



4. Убойный выход у цыплят-бройлеров самый низкий был в контрольной группе и составил 69,8 %, что на 2,3 и на 3,0 % ниже, чем в 1-й и 2-й опытных группах соответственно.

5. Сохранность поголовья цыплят 1-й и 2-й опытных групп была также выше по отношению к контролю и составила 96 %.

6. Добавление к комбикорму сухого порошка из плодов шиповника по 2 г и 3 г на голову в сутки в течение трех недель позволило получить дополнительный доход в расчете на 1000 голов в 1-й опытной группе – 11760 рублей и во 2-й опытной группе – 12740 рублей по сравнению с контролем.

Список источников

1. Бараников, А.И. Эффективность применения «Лактумина» в комбикормах для цыплят-бройлеров. /А.И. Бараников, А.Г. Коссе // Зоотехния. – 2013. – № 12. – С. 14-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20602023>

2. Дедков, В.Н. Применение препаратов растительного происхождения с повышения продуктивности цыплят-бройлеров /В.Н. Дедков, А.И. Дедкова, С.Н. Химичева, Н.Н. Сергеева // Главный зоотехник. – 2013. - № 10. – с.27-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21126025>

3. Dedkova A., Sergeyeva N. Application of feed additives derived from fermented spring wheat straw in broiler poultry farming. E3S Web of Conferences. III International Conference "Energy Efficiency and Energy Saving in Technical Systems" Vol.(279). No.

(5). id.03015. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127903015>.

4. Дубцова, Г.Н. Оценка биологически активных веществ сухого экстракта шиповника / Г.Н. Дубцова, И.У. Кусова, И.К. Куницына // Пищевая промышленность. - 2018. - № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-suhogo-ekstrakta-shipovnika> (дата обращения: 03.11.2021).

5. Медведский, В.А., Базылев М.В., Большакова Л.П., Мунаяр Х.Ф. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 2. – С. 93-108; URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=998>

6. Скворцова, Л.Н. Повышение мясной продуктивности и качества мяса цыплят-бройлеров при использовании в комбикормах аскорбиновой кислоты // Аграрный Вестник Верхневолжья. – 2018. - № 2 (23).- с. 51-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35359682>

7. Тедтова, В.В. Результаты физиологического обменного опыта на цыплятах-бройлерах при использовании в рационах биологически активных добавок /В.В. Тедтова, А.А. Баева, Э.В. Малиева, М.А. Хадикова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. - №84. – с.1-10. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18443378>

References

1. Baranikov A.I. *Effektivnost' primeneniya «Laktumina» v kombikormah dlya cyplyat-brojljerov.* /A.I. Baranikov, A.G. Kosse//Zootekhniya. – 2013. – № 12. – S. 14-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20602023>

2. Dedkov V.N. *Primenenie preparatov rastitel'nogo proiskhozhdeniya s povysheniya produktivnosti cyplyat-brojljerov* /V.N. Dedkov, A.I. Dedkova, S.N. Himicheva, N.N. Sergeeva // Glavnyj zootekhnik. – 2013. - № 10. – s.27-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21126025>

3. Dedkova A., Sergeyeva N. *Application of feed additives derived from fermented spring wheat straw in broiler poultry farming.* E3S Web of Conferences. III International Conference "Energy Efficiency and Energy Saving in Technical Systems" Vol.(279). No. (5). id.03015. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127903015>.

4. Dubcova G.N. *Ocenka biologicheskii aktivnyh veshchestv suhogo ekstrakta shipovnika* / G.N. Dubcova, I.U. Kusova, I.K. Kunicyna//Pishchevaya promyshlennost'. - 2018. - № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-suhogo-ekstrakta-shipovnika> (data obrashcheniya: 03.11.2021).

5. Medvedskij V.A., Bazylev M.V., Bol'shakova L.P., Munayar H.F. *Biologicheskie osnovy mineral'nogo pitaniya sel'skohozyajstvennoj pticy* // Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki. – 2016. – № 2. – S. 93-108; URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=998>

6. Skvorcova L.N. *Povyshenie myasnoj produktivnosti i kachestva myasa cyplyat-brojljerov pri ispol'zovanii v kombikormah askorbinovoy kisloty* // Agrarnyj Vestnik Verhnevolzh'ya. – 2018. - № 2 (23).- s. 51-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35359682>

7. Tedtova V.V. *Rezultaty fiziologicheskogo obmennogo opyta na cyplyatah-brojljerah pri ispol'zovanii v racionah biologicheskii aktivnyh dobavok* /V.V. Tedtova, A.A. Baeva, E.V. Malieva, M.A. Hadikova // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. - №84. – s.1-10. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18443378>

Статья поступила в редакцию 20.11.2021; одобрена после рецензирования 03.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 20.11.2021; approved after reviewing 03.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 73-82
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.73-82

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.2.034/612.11:612.12
DOI: 10.36508/RSATU.2021.38.65.009

Оценка общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови коров с учетом продуктивности

Виталий Владиславович Кулаков¹, Эльман Олегович Сайтханов², Ольга Александровна Федосова³✉, Ольга Александровна Карелина⁴, Галина Викторовна Уливанова⁵,

^{1,2,3,4,5} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

¹kulakov.vitalii@yandex.ru

²elmanrzn@gmail.com

³fedosowa1986@mail.ru

⁴olg90945056@yandex.ru

⁵darinelle@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований являлась оценка общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови крупного рогатого скота в аспекте продуктивности.

Методология. Исследования были проведены в Научном центре лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ, испытательном центре ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, а экспериментально-хозяйственная часть – на базе животноводческого предприятия ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области, на опытных группах коров со средней молочной продуктивностью 7000, 8000 и 10000 кг и более.

Результаты. На основании полученных данных можно с уверенностью утверждать о прямой зависимости ряда общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови от уровня продуктивности коров. В частности, количество лимфоцитов в крови животных с наивысшей продуктивностью было максимальным и указывало на активное участие этих клеток в процессах метаболизма. Также значения количества эритроцитов имело прямую зависимость от продуктивности. При оценке биохимических показателей четко просматривалась тенденция к увеличению значений по альбуминам, аспартатаминотрансферазе и лактатдегидрогеназе у животных с большим показателем молочной продуктивности. При изучении показателей коагуляционного гемостаза достичь необходимого уровня значимости при определении достоверной межгрупповой разницы не удалось, но отмечалась тенденция к увеличению протромбинового времени с ростом продуктивности, на фоне снижения уровня фибриногена, что, по нашему мнению, вероятно связано с общей значительно более высокой нагрузкой на печень высокопродуктивных животных.

Заключение. Результаты настоящего исследования показали зависимость ряда общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови от продуктивности коров в фазу лактации и могут быть использованы в качестве физиологических маркеров с целью оценки состояния животных и проведения коррекции кормления для обоснованного обеспечения всеми питательными элементами.

Ключевые слова: коагуляционный гемостаз, общий анализ крови, биохимические показатели крови, продуктивность коров, лактация, обмен веществ

Для цитирования: Кулаков В. В., Сайтханов Э. О., Федосова О. А., Карелина О. А., Уливанова Г.В. Оценка общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови коров с учетом продуктивности// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С.73-82 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.38.65.009>

**Evaluation of general clinical, biochemical and coagulation parameters of cows' blood considering the yield**

Vitaly V. Kulakov¹, Elman O. Saitkhanov², Olga A. Fedosova³✉, Olga A. Karelina⁴, Galina V. Ulivanova⁵

^{1,2,3,4,5} Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

¹kulakov.vitalii@yandex.ru

²elmanrzn@gmail.com

³fedosowa1986@mail.ru

⁴olg90945056@yandex.ru

⁵darinelle@mail.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research was to evaluate the general clinical, biochemical and coagulation parameters of the blood of cattle in terms of productivity.

Methods. The studies were carried out at the Scientific Center for Laboratory Research of Ryazan State Agrotechnological University, the testing center of ARRIAH, Vladimir, and the experimental-economic part on the basis of livestock enterprise LLC "Avangard" in Ryazan district of Ryazan region with experimental groups of cows with an average milk yield of 7,000, 8,000 and 10,000 kg and more.

Results. Based on the data obtained, one can confidently assert that a number of general clinical, biochemical and coagulation blood parameters are directly dependent on the level of cows' yield. In particular, the number of lymphocytes in the blood of animals with the highest yield was maximal and indicated the active participation of these cells in metabolic processes. The values of the number of erythrocytes had a direct relationship with the yield too.

When evaluating biochemical parameters, there was a clear tendency to an increase in values for albumin, aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase in animals with a high indicator of milk yield.

Studying the parameters of coagulation hemostasis, it was not possible to achieve the required level of significance in determining the significant intergroup difference, but there was a tendency to an increase in prothrombin time with an increase in the yield, against the background of a decrease in the level of fibrinogen, that is probably associated with a generally significantly higher load on the liver of highly productive animals.

Conclusion. The results of this study showed that the dependence of a number of general clinical, biochemical and coagulation blood parameters on the cows' yield in the lactation phase and can be used as physiological markers in order to evaluate the condition of animals and to correct feeding for a reasonable supply of all nutrients.

Key words: coagulation hemostasis, complete blood count, blood biochemical parameters, cows' yield, lactation, metabolism.

For citation: Kulakov V. V., Saitkhanov E. O., Fedosova O. A., Karelina O. A., Ulivanova G. V. Evaluation of general clinical, biochemical and coagulation parameters of cows' blood considering the yield. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2021; 13(4). C.73-82 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.38.65.009>

Введение

На современном этапе экономического развития нашей страны большое внимание уделяется сельскому хозяйству как отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность и общую экономическую стабильность. При этом все силы брошены на укрепление материально-технической базы, развитие семеноводческого и животноводческого генофонда. В числе основных мер экономического стимулирования сельскохозяйственного производства явилось улучшение условий кредитной помощи сельхозпроизводителям и продвижение нашей продукции на зарубежные продовольственные рынки. Создание прочих экономических условий в сельском хозяйстве имело и имеет огромное значение. За последнее десятилетие комплекс мер поддержки коренным образом изменил всю обстановку на селе, вселил уверенность в работе, позволил специалистам и руководителям предприятий планировать приобретение

и использовать в работе дорогостоящее оборудование и инструментарий.

Сегодня, в условиях новой научно-технической революции, интенсивные факторы в развитии сельскохозяйственного производства выдвинулись на первый план. Сейчас уже нет возможности рассчитывать на значительный рост производства без широкого использования достижений науки и техники, современных технологических процессов. В системе мер по развитию животноводства, как и ранее, на первый план выдвигается укрепление и совершенствование кормовой базы, решение проблемы четкого баланса компонентов корма с учетом физиологической потребности в условиях значительной интенсификации производства. При этом в структуре кормов вырос удельный вес иным образом подготовленных, обогащенных за счет введения биостимулирующих добавок, кормов [1, 2, 3].

Как известно, вследствие несбалансирован-



ного кормления снижается не только продуктивность животных и эффективность использования кормов, но и зачастую нарушаются воспроизводительные функции животных, способность противостоять неблагоприятным производственным и иным внешним факторам. К числу основных причин, кроме алиментарных факторов, можно отнести несовершенство диагностических и профилактических мероприятий, и, как следствие, невозможность своевременного эффективного планирования зооветеринарной работы. Особенно это касается совместной работы в плане обеспечения животных четко сбалансированным, научно и практически обоснованным набором питательных веществ и биологически активными компонентами корма в условиях сумасшедших продуктивных нагрузок на животных при активно повышающихся требованиях, определяемых темпами интенсификации производства. Во многих случаях при нарушении баланса потребностей и возможности в кормлении продуктивных животных возникают условия нарушения обменных процессов и, как следствие, возникновения незаразных патологий [4-8].

Одним из способов диагностики состояния организма и удовлетворенности в кормовых потребностях является контроль по показателям крови.

Оценивая имеющиеся литературные данные, можно утверждать, что изменения состава крови животных являются важным показателем, позволяющим оценивать как физиологическое состояние животных, так и полноценность кормления, и возможный продуктивный потенциал. В настоящее время, к сожалению, не существует какого-то универсального теста или единой методики, позволяющей провести такую оценку и провести результативную интеграцию [9-13].

Также стоит отметить, что в ветеринарии не уделяется должного внимания изучению гемостаза, в особенности продуктивных животных, а также в недостаточной степени проведены параллели между коагуляционными показателями и хорошо изученными общеклиническими и биохимическими

показателями крови, отражающими состояние животных в различные физиологические периоды хозяйственного их использования [14-19].

Целью нашего исследования являлась оценка общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови крупного рогатого скота в аспекте продуктивности.

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены в Научном центре лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ, испытательном центре ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, а экспериментально-хозяйственная часть – на базе животноводческого предприятия ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области.

В качестве объектов исследования служили коровы черно-пестрой породы второй лактации во втором периоде. Животные подбирались в группы по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы, стадии лактации, продуктивности и физиологического состояния. В результате были сформированы три группы коров со средней молочной продуктивностью 7000 (6500-7499), 8000 (7500-8500) и 10000 (9500-10500) кг соответственно. Схема исследования представлена на рисунке 1.

Для изучения показателей кровь брали утром из яремной вены в вакуумные пластиковые пробирки для оценки общеклинических показателей (общее количество лейкоцитов и их популяций, количество эритроцитов и тромбоцитов, гематокрит и уровень гемоглобина) и электролитного анализа (ионизированный Ca, Na, K, уровень pH крови) с антикоагулянтом ЭДТА K₃ и гепарином соответственно. Для оценки биохимических показателей (общий белок, глюкоза, альбумины, глобулины, глюкоза, ЛДГ, АЛТ, АСТ, неорганический фосфор) использовали свежеполученную сыворотку. С целью оценки показателей коагуляционного гемостаза (тромбиновое время, протромбиновое время, активированное частичное тромбопластиновое время и фибриноген) исследовали свежеполученную стабилизированную плазму.

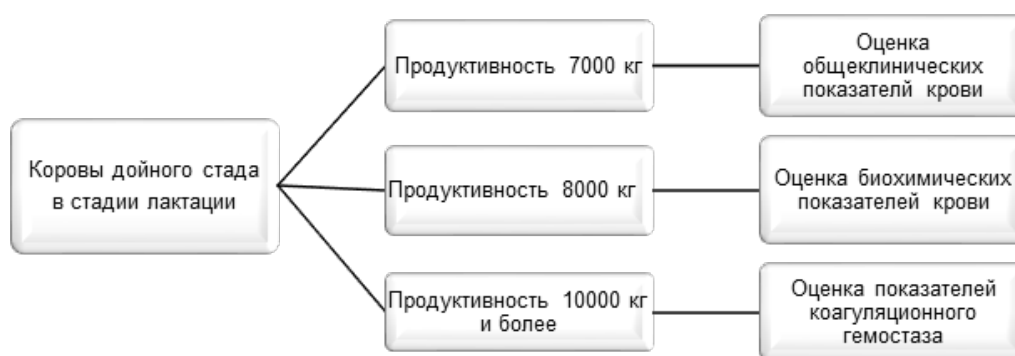


Рис. 1 – Схема исследования (Research scheme)

Оценку биохимических показателей крови проводили на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе «ChemWell» с применением методик, указанных в таблице 1.



Таблица 1 – Применяемые методики при оценке биохимических показателей сыворотки крови на автоматическом анализаторе «ChemWell»

Исследуемый показатель	Применяемая методика
Общий белок	Биуретовый фотометрический метод
Альбумины	Метод с использованием бромкрезолового зеленого
Глюкоза	Ферментативный глюкозоксидазный метод (GOD–POD). Жидкий реагент
АЛТ	УФ-кинетический метод измерения в ультрафиолете по рекомендации МФКХ (IFCC). Жидкий реагент
АСТ	УФ-кинетический метод измерения по рекомендации МФКХ (IFCC)
ЛДГ	Кинетический УФ-тест. DGKC. Жидкий реагент
Фосфор	Измерение в ультрафиолете для количественного определения неорганического фосфора в сыворотке с аммония молибдатом в кислой среде

Для оценки показателей коагулограммы использовали анализатор-коагулометр KC 1 Delta, работа которого основана на принципе электро-механической детекции сгустка. В качестве реактивов использовали реагенты HemoStat Thromboplastin-SI, TriniCLOT aPTT HS, TriniCLOT Thrombin Time и набор HemoStat Fibrinogen. Для точности регистрации начала измерения и времени свертывания использовали автоматическую стартовую пипетку.

Измерение общеклинических показателей стабилизированной цельной крови проводили на гематологическом анализаторе «Abacus Junior Vet», принцип работы которого основан на методе Култера (кондуктометрический метод), при котором клетки проходят через апертуру малого размера, а при измерении гемоглобина используется фото-

метрический метод.

Для сравнения выборочных средних для независимых выборок использовали методы непараметрической статистики (вычисление U-критерия Манна-Уитни, критерия Колмогорова-Смирнова, критерия серий Вальда-Вольфовица). В процессе вычислений использовался автоматизированный расчет в Microsoft Excel (расширение AtteStat, версия 12.5; Biostat (версия 7).

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных лабораторных исследований полученной от исследуемых коров крови и осуществленной статистической обработки полученных данных удалось получить следующие результаты, отраженные в таблицах 2-4 и на рисунке 2.

Таблица 2 – Средние значения показателей общего анализа крови коров, (n=5)

Показатель	Группы коров в зависимости от продуктивности		
	группа 1	группа 2	группа 3
	продуктивность 7000 кг	продуктивность 8000 кг	продуктивность 10000 кг
WBC (лейкоциты) / $10^9/\text{л}$	10,85±3,76	8,92±4,54	8,56±1,17
LYM (лимфоциты) / $10^9/\text{л}$	4,93±1,05	4,49±1,81*	5,22±0,91
MID (моноциты / эозинофилы) / $10^9/\text{л}$	0,8±0,64	0,44±0,29	0,26±0,15
GRA (гранулоциты) / $10^9/\text{л}$	5,79±2,99	3,99±2,45	3,09±0,44
LY% (% лимфоцитов) / %	45,95±8,81	51,97±5,01	59,23±2,69*
MI% (% моноцитов/эозинофилов) / %	9,08±12,86	4,67±1,18*	3,23±2,10*
GR% (% гранулоцитов) / %	47,20±4,90	43,3±4,33	36,80±0,56*
RBC (эритроциты) / $10^{12}/\text{л}$	6,96±0,85	7,44±0,41	7,04±0,70
HGB (гемоглобин) / г/л	98,50±2,08	100,0±6,56	101,00±3,46
HCT (гематокрит) / %	29,51±1,32	29,71±1,54	29,52±0,54
MCV (ср объем эритроцитов) / фл мкм ³)	40,25±1,71	40,0±2,65	42,00±4,00*
MCH (ср сод гемогл в эритроците) / пг	13,40±0,55	13,50±1,13	13,87±1,39*



MCHC (ср конц гемогл в эритро) / г/л	335,5±9,81	337,33±4,04	319,33±21,08*
RDWc (широта распр попул эритро) / %	22,55±1,59	23,77±1,03	20,77±0,31*
PLT (тромбоциты) / млн/л	173,0±56,20	250,33±95,01	194,33±52,32
PCT (тромбокрит) / %	0,12±0,04	0,18±0,04	0,13±0,04
MPV (средний объем тромбоцитов) / фл	6,63±0,15	6,23±0,45	6,47±0,06
PDWc (широта распредел по тромбоцитах) / %	36,5±0,66	34,87±1,96	35,0±1,90

Примечание: * – $p < 0,05$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

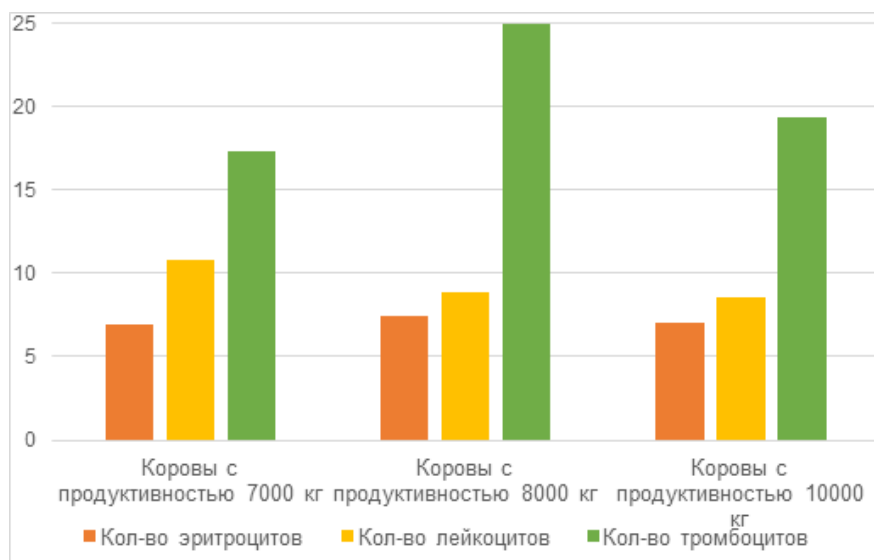


Рис. 2 – Графическое отображение разницы клеточного состава крови коров с различной продуктивностью

(Graphical representation of the difference in the cellular composition of the blood of cows with different productivity)

В результате общеклинического анализа крови установлено, что количество лимфоцитов у коров с продуктивностью 8000 кг было в среднем ниже на 8,9 %, чем у животных с продуктивностью 7000 кг, и на 14 % в сравнении с животными 3-й группы (продуктивность 10000 кг). В свою очередь процентное соотношение субпопуляции лейкоцитов (LY %) было достоверно ($p=0,041$) выше у коров с продуктивностью 10000 кг, в сравнении с 1-й группой (продуктивность 7000 кг). Также у коров 3-й группы установлено некоторое снижение количе-

ства гранулоцитов (на 22 % в сравнении с 1-й и 15 % в сравнении со 2-й группой). При этом межгрупповая разница статистически подтверждена ($p=0,041$) (рис. 3). Высокие значения количества лейкоцитов и, в частности, клеток лимфоидного ряда связано с их возможностью воспринимать через собственный рецепторный аппарат ряд нейромедиаторов, гормонов и цитокинов и оказывать влияние на метаболизм и функциональную активность организма.

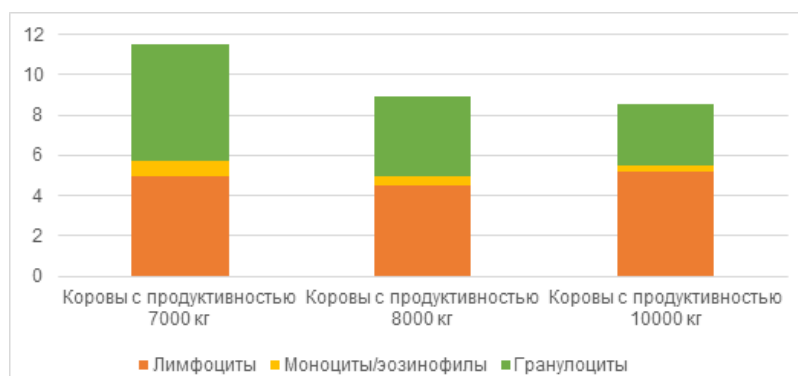


Рис. 3 – Популяционный состав клеточной группы лейкоцитов (Population composition of the leukocyte cell group)



Что касается показателей красной крови, то, несмотря на отсутствие различий у коров разной продуктивности, в общем количестве эритроцитов, количестве гемоглобина и гематокрите мы обнаружили достоверно большее значение среднего объема эритроцита и среднее содержание гемоглобина в эритроците у животных с продуктивностью 10000 кг, на 4,3 % и 5 %, в сравнении с коровами 1-й и 2-й групп (продуктивность 7000 и 8000 кг, соответственно). По нашему мнению, это связано с обеспечением высокого уровня насыщения клеток кислородом в аспекте значительно более высокого уровня окислительных процессов в тканях и органах, задействованных в процессе молокообразования.

При оценке данных биохимического анализа крови установлена достоверная межгрупповая разница в количестве альбумина, лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) (табл. 3). Так, среднее количество альбумина в сыворотке крови коров с продуктивностью

10000 кг было достоверно выше на 7,3 % и 9,2 %, чем у коров с более низкой продуктивностью (7000 и 8000 кг, соответственно). Это наблюдается в следствие более высокого уровня обменных процессов, в результате чего потребность в белках-транспортниках возрастает.

Количество ЛДГ у коров 2-й и 3-й групп было достоверно выше, чем у животных 1-й группы на 40,7 % и 19,0 %, соответственно, что, по нашему мнению, связано с более интенсивным процессом гликолиза и общей более высокой нагрузкой на печень.

Также важно отметить разницу в среднем содержании фермента АСТ у животных с большим показателем молочной продуктивности. У коров с продуктивностью 10000 кг данный показатель был выше на 25,9 %, чем у коров с продуктивностью 7000 кг, что указывает на более интенсивную метаболическую нагрузку. Аналогичная картина наблюдалась у животных с продуктивностью 8000 кг.

Таблица 3 – Средние значения биохимических показателей крови исследуемых коров, (n=10)

Показатель	Группы коров в зависимости от продуктивности		
	группа 1	группа 2	группа 3
	продуктивность 7000 кг	продуктивность 8000 кг	продуктивность 10000 кг
Общий белок, г/л	56,5±7,02	52,3±8,16	57,1±3,54
Глюкоза, г/л	2,96±0,98	3,33±0,93	3,08±1,00
Альбумины, г/л	27,1±1,99	26,6±2,94	29,1±3,00*
Глобулины, г/л	29,4±6,01	25,7±7,18	28,0±5,06
ЛДГ, Ед/л	1159±123	1631±276***	1380±108***
АСТ, Ед/л	118,1±14,44	138,44±52,27*	148,64±29,04**
АЛТ, Ед/л	71,7±22,6	70,1±17,4	58,3±21,8
Неорганический фосфор, ммоль/л	3,32±0,64	2,99±0,98	3,28±0,94
Ионизированный Кальций, ммоль/л	1,11±0,06	1,13±0,04	1,15±0,03
Натрий, ммоль	135±1,83	137±1,07*	134±1,41
Калий, ммолл	4,69±0,48	5,00±0,35	4,76±0,36
pH, ед	7,69±0,07	7,66±0,05	7,64±0,03*

Примечание: * – $p < 0,05$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

** – $p < 0,01$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

*** – $p < 0,001$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

При анализе электролитов крови установлено, что у коров с продуктивностью 8000 кг количество натрия выше, чем у коров с продуктивностью 7000 кг, на 1,5 % (рис. 4). Однако прямой зависимости при этом не наблюдалось в связи с отсутствием статистически значимой разницы между группами коров с продуктивностью 7 и 10 тыс. кг (1-я и 3-я группы, соответственно). Следует также отметить некоторую разницу в показателе pH сыворотки крови коров. У животных с продуктивностью 10 тыс. кг данный показатель был в среднем ниже на 0,7 %, чем у коров с продуктивностью 7 тыс. кг. Несмотря на, казалось бы, незначительную разницу, смещение данного показателя указывает на высокую интенсивность обмена и его прямую связь с

молочной продуктивностью.

При изучении показателей коагуляционного гемостаза у коров с различным уровнем молочной продуктивности достичь необходимого уровня значимости при определении достоверной межгрупповой разницы не удалось (табл. 4). Однако следует отметить, что присутствует четкая тенденция к увеличению протромбинового времени и количества фибриногена у животных второй группы с показателем продуктивности 8000 кг, что, вероятно, может указывать на высокую потребность организма высокопродуктивных коров в белке, а также на чрезмерную метаболическую нагрузку на печень.

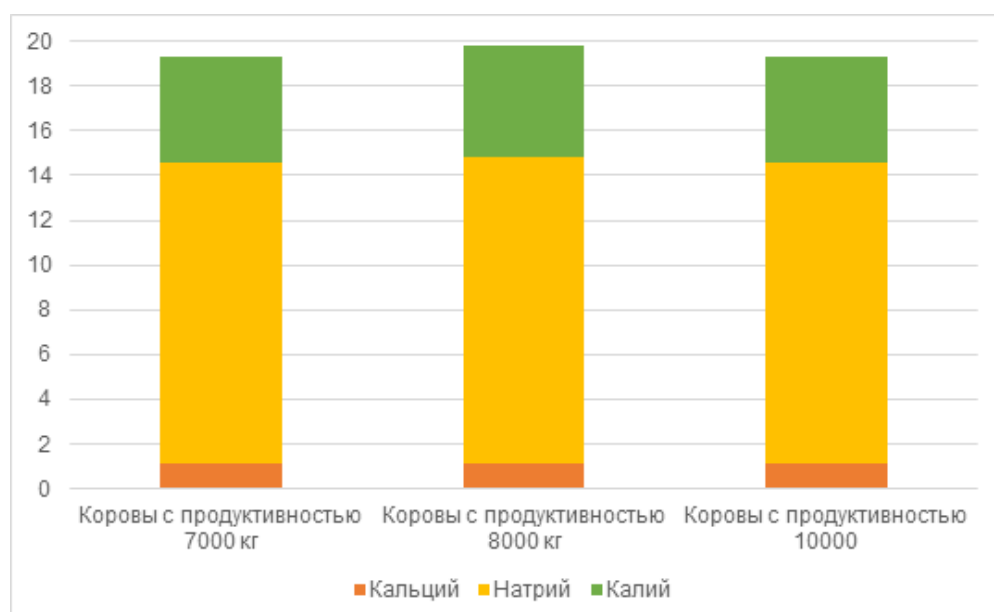


Рис. 4 – Электролитный состав плазмы крови
(Electrolyte composition of blood plasma)

Таблица 4 – Средние значения показателей коагуляционного гемостаза коров, (n=5)

Показатель	Группы коров в зависимости от продуктивности		
	продуктивность 7000 кг	продуктивность 8000 кг	продуктивность 10000 кг
Тромбиновое время (ТВ), с	14,12±0,80	13,84±1,32	16,46±2,70
Протромбиновое время (ПТВ), с	26,84±4,36	27,75±2,23 ¹	29,48±4,09 ¹
Активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), с	62,58±6,84	52,48±6,25	59,18±4,81
Фибриноген, г/л	2,42±0,23	2,05±0,21 ²	2,20±0,34 ²

Примечание: ¹ – $p < 0,09$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

² – $p < 0,08$ – в сравнении с животными с продуктивностью 7000 кг

Заключение

На основании полученных данных можно с уверенностью утверждать о прямой зависимости ряда общеклинических, биохимических и коагуляционных показателей крови от уровня продуктивности коров. В частности, количество лимфоцитов в крови животных с наивысшей продуктивностью было максимальным и указывало на активное участие этих клеток в процессах метаболизма. Также значения количества эритроцитов имело прямую зависимость от продуктивности.

При оценке биохимических показателей четко просматривалась тенденция к увеличению значений по альбуминам, аспартатаминотрансферазе и лактатдегидрогеназе у животных с большим показателем молочной продуктивности.

При изучении показателей коагуляционного гемостаза достичь необходимого уровня значимости при определении достоверной межгрупповой разницы не удалось, но отмечалась тенденция к увеличению протромбинового времени с ростом продуктивности, на фоне снижения уровня фибриногена, что, по нашему мнению, вероятно, связано с общей значительно более высокой нагрузкой на печень высокопродуктивных животных.

Список источников

1. Быстрова, И.Ю. Комплексный анализ проблемы минерального питания и обмена минеральных веществ в организме сельскохозяйственных животных / И.Ю. Быстрова, Г.В. Уливанова, О.А. Федосова, Е.А. Чухина // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного



развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2020. – С. 329-335. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44634473>

2. Stepanova, I. A. Peculiarities of mineral metabolism of holstein heifers' diet supplemented with copper nanopowders / I.A. Stepanova, A.A. Nazarova, M.V. Arisov // *World's Veterinary Journal*. – 2020. – Т. 10. № 4. – С. 492-498. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44445469>.

3. Nazarova, A.A. Influence of copper nanopowder on parameters of carbohydrate and lipid metabolism of holstein heifers / A.A. Nazarova and [other] // *International Journal of Nanotechnology*. – 2019. – Т. 16. – № 1-3. – С. 122-132. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41685792>.

4. Борисов, И.А. Биохимические показатели крови коров под воздействием комплексной профилактики / И.А. Борисов // Сб.: Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК : Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА. – 2016. – С. 69-73. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29388380>

5. Britan, M.N. Nosological profile of animal farms of ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / M.N. Britan [other] // *International Journal of Pharmaceutical Research*. – 2019. – Т. 11. – № 1. – С. 1040-1048. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41635428>

6. Козловский, В. Продуктивность черно-пестрых коров и показатели белкового и липидного обмена сыворотки крови / Козловский В. // *Молочное и мясное скотоводство*. – 2009. – № 2. – С. 30. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12913580>

7. Уливанова, Г.В. Анализ метаболизма кальция и фосфора в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота / Г.В. Уливанова, О.А. Федосова, О.А. Карелина, В.В. Кулаков, И.Ю. Быстрова // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. – 2021. – № 1 (49). – С. 80-89. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46123227>

8. Lyashuk, A.R. Influence of the birth season of first-calf heifers on milk productivity and milk production efficiency in the conditions of the Orel region / A.R. Lyashuk // *Bulletin of Agrarian Science*. – 2021. – No 1(88). – P. 165-171. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.1.165.

9. Генетические параметры биохимического состава молока и крови коров молочного направления продуктивности / О.Г. Лоретц, О.В. Горелик, С.А. Гриценко, А.А. Белооков // *Аграрный вестник Урала*. – 2017. – № 10(164). – С. 3. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32299246>

10. Буцяк, В. Морфобиохимические показатели крови и активность ферментов обмена углеводов в тканях коров при антропогенной нагрузке / В. Буцяк, А. Буцяк // *Stiinta agricola*. – 2014.

– № 1. – С. 111-114. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21718768>

11. Гамко, Л.Н. Некоторые морфобиохимические показатели крови и продуктивные качества дойных коров при скормливании в рационах природных минеральных добавок / Л.Н. Гамко, Е.А. Лемеш, Д. Власенко // *Молодой ученый*. – 2015. – № 5-2(85). – С. 5-8. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23051257>

12. Кулаков, В.В. Стресс как фактор снижения продуктивности животных / В.В. Кулаков, Н.О. Панина // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 96-100. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41346425>

13. Майоров, В.А. Биохимические показатели крови у коров разного возраста и уровня продуктивности / В.А. Майоров, А.Ю. Козловская // *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 2. – С. 14-19. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23688563>

14. Еременко, В.И. Показатели естественной резистентности крови у лактирующих коров в течение лактации / В.И. Еременко, А.А. Вытовтов // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2014. – № 7. – С. 73-74. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22532731>

15. Ошуркова, Ю.Л. Тромбоцитарно-коагуляционный гемостаз у коров айрширской породы в разные периоды лактации / Ю.Л. Ошуркова // *Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке*. – 2016. – Т.18. – № 7. – С. 31-41. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26512339>

16. Романенко, Л.В. Биохимические показатели крови у коров с высокой продуктивностью, их изменчивость и наследуемость / Л.В. Романенко, В.И. Волгин // *Ветеринария и кормление*. – 2010. – № 1. – С. 36-38. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20420118>

17. Федосова, О.А. Современные аспекты изучения гемостатической функции у животных / О.А. Федосова, Г.В. Уливанова, В.А. Сакаев, А.А. Фетисова, Д.Н. Бышова // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академик МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – 2020. – С. 285-289. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44906619>

18. Фролов, А.Н. Гематологические показатели и естественная резистентность крови яловых и стельных коров / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов // Сб.: Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства. материалы международной научно-практической конференции, посвящённой памяти члена-корреспондента РАН В.И. Левахи-на: в 2 частях. – 2016. – С. 78-80. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27393480>



19. Шкель, О.В. Биохимические показатели крови у молочных коров в разные периоды лактации / О.В. Шкель, А.И. Муращенкова, А.И. Юреско, Ю.В. Бобырь / Сб.: Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества. Материалы XXX научно-практической конференции студентов и аспирантов. – 2014. – С. 81-83. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23577794>

References

1. Bystrova, I.Yu. Kompleksnyj analiz problemy mineral'nogo pitaniya i obmena mineral'nyh veshchestv v organizme sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / I.Yu. Bystrova, G.V. Ulivanova, O.A. Fedosova, E.A. Chuhina // Sb.: Tekhnologicheskie novacii kak faktor ustojchivogo i effektivnogo razvitiya sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa : Materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva». – 2020. – S. 329-335. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44634473>
2. Stepanova, I. A. Peculiarities of mineral metabolism of holstein heifers' diet supplemented with copper nanopowders / I.A. Stepanova, A.A. Nazarova, M.V. Arisov // World's Veterinary Journal. – 2020. – T. 10. № 4. – S. 492-498. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44445469>
3. Nazarova, A.A. Influence of copper nanopowder on parameters of carbohydrate and lipid metabolism of holstein heifers / A.A. Nazarova and [other] // International Journal of Nanotechnology. – 2019. – T. 16. – № 1-3. – S. 122-132. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41685792>
4. Borisov, I.A. Biohimicheskie pokazateli krovi korov pod vozdejstviem kompleksnoj profilaktiki / I.A. Borisov // Sb.: Innovacionnye razrabotki molodyh uchenykh v sfere APK : Materialy Vserossijskoj konferencii molodyh uchenykh, posvyashchennoj 85-letiyu FGBOU VO Nizhegorodskaya GSHA. – 2016. – S. 69-73. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29388380>
5. Britan, M.N. Nosological profile of animal farms of ryazan oblast and evaluation of the efficiency of modern medicines for treating mastitis / M.N. Britan [other] // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2019. – T. 11. – № 1. – S. 1040-1048. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41635428>
6. Kozlovskij, V. Produktivnost' cherno-pestrykh korov i pokazateli belkovogo i lipidnogo obmena syvorotki krovi / Kozlovskij V. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2009. – № 2. – S. 30. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12913580>
7. Ulivanova, G.V. Analiz metabolizma kal'ciya i fosfora v zheludochno-kishechnom trakte krupnogo rogatogo skota / G.V. Ulivanova, O.A. Fedosova, O.A. Karelina, V.V. Kulakov, I.Yu. Bystrova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – № 1 (49). – S. 80-89. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46123227>
8. Lyashuk, A.R. Influence of the birth season of first-calf heifers on milk productivity and milk production efficiency in the conditions of the Orel region / A.R. Lyashuk // Bulletin of Agrarian Science. – 2021. – No 1(88). – P. 165-171. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.1.165.
9. Geneticheskie parametry biohimicheskogo sostava moloka i krovi korov molochnogo napravleniya produktivnosti / O.G. Loretc, O.V. Gorelik, S.A. Gricenko, A.A. Belookov // Agrarnyj vestnik Urala. – 2017. – № 10(164). – S. 3. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32299246>
10. Bucyak, V. Morfobiohimicheskie pokazateli krovi i aktivnost' fermentov obmena uglevodov v tkanyah korov pri antropogennoj nagruzke / V. Bucyak, A. Bucyak // Stiinta agricola. – 2014. – № 1. – S. 111-114. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21718768>
11. Gamko, L.N. Nekotorye morfobiohimicheskie pokazateli krovi i produktivnye kachestva dojnykh korov pri skarmlivanii v racionah prirodnykh mineral'nykh dobavok / L.N. Gamko, E.A. Lemesh, D. Vlasenko // Molodoj uchenyj. – 2015. – № 5-2(85). – S. 5-8. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23051257>
12. Kulakov, V.V. Stress kak faktor snizheniya produktivnosti zhivotnykh / V.V. Kulakov, N.O. Panina // Sb.: Vklad universitetskoj agrarnoj nauki v innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa : Materialy 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF, Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva. – 2019. – S. 96-100. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41346425>
13. Majorov, V.A. Biohimicheskie pokazateli krovi u korov raznogo vozrasta i urovnya produktivnosti / V.A. Majorov, A.Yu. Kozlovskaya // Izvestiya Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2015. – № 2. – S. 14-19. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23688563>
14. Eremenko, V.I. Pokazateli estestvennoj rezistentnosti krovi u laktiruyushchih korov v techenie laktacii / V.I. Eremenko, A.A. Vytovtov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2014. – № 7. – S. 73-74. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22532731>
15. Oshurkova, Yu.L. Trombocitarno-koagulyacionnyj gemostaz u korov ajrshirskoj porody v raznye periody laktacii / Yu.L. Oshurkova // Elektronnyj nauchno-obrazovatel'nyj vestnik Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. – 2016. – T. 18. – № 7. – S. 31-41. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26512339>
16. Romanenko, L.V. Biohimicheskie pokazateli krovi u korov s vysokoj produktivnost'yu, ih izmenchivost' i nasleduemost' / L.V. Romanenko, V.I. Volgin // Veterinariya i kormlenie. – 2010. – № 1. – S. 36-38. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20420118>
17. Fedosova, O.A. Sovremennye aspekty izucheniya gemostaticheskoy funkcii u zhivotnykh / O.A.



Fedosova, G.V. Ulivanova, V.A. Sakaev, A.A. Fetisova, D.N. Byshova // *Sb.: Kompleksnyj podhod k nauchno-tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo hozyajstva : Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati chlena-korrespondenta RASHN i NANKR akademika MAEP i RAVN Bochkareva Ya.V. – 2020. – S. 285-289. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44906619>*

18. Frolov, A.N. Gematologicheskie pokazateli i estestvennaya rezistentnost' krovi yalovyh i stel'nyh korov / A.N. Frolov, O.A. Zav'yalov, A.V. Harlamov // *Sb.: Innovacionnye napravleniya i razrabotki dlya effektivnogo sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj pamyati chlena-korrespondenta RAN V.I. Levahina: v 2 chastyah. – 2016. – S. 78-80. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27393480>*

19. Shkel', O.V. Biohimicheskie pokazateli krovi u molochnyh korov v raznye periody laktacii / O.V. Shkel', A.I. Murashchenkova, A.I. Yuresko, Yu.V. Bobyr' / *Sb.: Nauchnye problemy proizvodstva produkcii zhivotnovodstva i uluchsheniya ee kachestva. Materialy XXX nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov. – 2014. – S. 81-83. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23577794>*

Статья поступила в редакцию 09.11.2021; одобрена после рецензирования 04.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 06.07.2020; approved after reviewing 04.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 83-89
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp. 83-89

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 638.178
DOI:10.36508/RSATU.2021.33.33.010

**Влияние технологии приготовления водных экстрактов пчел на содержание
в них отдельных минеральных элементов**

Елена Петровна Лапынина¹✉

¹ Федеральный научный центр пчеловодства, Рязанская обл., г. Рыбное, Россия

¹elena.p56@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Цель научной работы заключается в изучении влияния технологии приготовления водных экстрактов из подмора медоносных пчел на содержание отдельных микро- и макроэлементов в них.

Методология. Объект исследования – водные экстракты подмора медоносных пчел. Исследовали водные экстракты подмора пчел, приготовленные из высушенного измельченного подмора; из высушенного неизмельченного подмора; из несущеного измельченного подмора; из несущеного неизмельченного подмора. Все экстракты готовили при температуре экстракции 60, 80, 100 °С. Определяли влияние предварительной сушки подмора, его измельчения и температуры экстракции на содержание в водных экстрактах макро- и микроэлементов, а также тяжелых металлов. Определение минерального состава проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Результаты. Проведено сравнительное исследование содержания во всех образцах водного экстракта подмора пчел пяти химических элементов: макроэлементы – натрий и магний, микроэлементы – цинк и железо, токсичный элемент – свинец. Полученные результаты свидетельствуют о том, что водные экстракты подмора пчел являются источником микро- и макроэлементов. В то же время в водные экстракты подмора переходят токсичные элементы. Максимальная степень экстракции минеральных компонентов наблюдается при температуре экстракции 80 °С из предварительно высушенного измельченного подмора пчел.

Заключение. Подмор медоносных пчел может использоваться в качестве источника минеральных компонентов, однако наличие токсичных тяжелых металлов требует проверки качества подмора при его использовании в качестве исходного сырья для приготовления экстрактов. Минеральный состав водных экстрактов подмора пчел зависит от технологии приготовления. Сушка и измельчение подмора, а также температура экстракции оказали существенное влияние на элементный состав конечных экстрактов. Степень подготовки исходного сырья является существенным фактором, который оказывает влияние на выход экстрагируемых минеральных веществ при различной температуре экстракции.

Ключевые слова: экстракты подмора, продукты пчеловодства, минеральные компоненты, показатели качества, апитерапии

Для цитирования: Лапынина Е.П. Влияние технологии приготовления водных экстрактов пчел на содержание в них отдельных минеральных элементов// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С.83-89 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.33.33.010>

Agricultural sciences

Original article

Influence of the technology of preparation of water extract of bees on the content of separate mineral elements

Elena P. Lapynina¹✉

¹ Federal Research Center of Beekeeping, Ryazan region, Rybnoe, Russia

¹elena.p56@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the scientific research is to study the influence of the technology of preparing water extracts from the dead honey bees on the content of individual micro- and macroelements in them.

© Лапынина Е. П., 2021 г.



Methodology. Subject of research: water extracts of dead honey bees. Determined the effect of pre-drying podmore, its grinding and extraction temperature on the content of macro- and microelements in aqueous extracts, as well as heavy metals. Investigated the aqueous extracts of the bees dead, prepared from dried crushed dead dead; from dried unmilled submarine; from undried crushed podmore; from undried unmilled submarine. All extracts were prepared at an extraction temperature of 60, 80, 100 C. The determination of the mineral composition was carried out by atomic absorption spectrophotometry.

Results. A comparative study was carried out on the content of five chemical elements in all the samples of the water extract of the bees' dead bees: trace elements - sodium and magnesium, trace elements - zinc and iron, and a toxic element - lead. The results obtained indicate that the water extracts of the dead bees are a source of micro- and macroelements. At the same time, toxic elements pass into the water extracts of the podmore. The maximum degree of extraction of mineral components is observed at an extraction temperature of 80 C from pre-dried crushed dead bees.

Conclusion. Dead bees can be used as a source of mineral components, However, the presence of toxic heavy metals requires checking the quality of dead bees when using it as a raw material for the preparation of extracts. The mineral composition of the water extracts of the dead bees depends on the preparation technology. Drying and grinding of podmor, as well as the extraction temperature, had a significant effect on the elemental composition of the final extracts. The degree of preparation of raw materials is a significant factor influencing the yield of extractive minerals at different extraction temperatures.

Key words: podmore extracts, beekeeping products, mineral components, quality indicators, apitherapy

For citation: Lapynina E. P. Influence of the technology of preparation of water extract of bees on the content of separate mineral elements. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4):83-89(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.33.33.010>

Введение

Продукты пчеловодства содержат большое количество минеральных веществ и обладают общеукрепляющим, антиоксидантным, антимикробным, иммуностимулирующим и другими свойствами.

Продукты пчеловодства богаты питательными веществами и биологически активными соединениями, такими как углеводы, белки, аминокислоты, липиды, фенолы, витамины, минералы [1].

Благодаря своим лечебным свойствам продукты пчеловодства охотно используются в качестве пищевых добавок в области альтернативной медицины, называемой апитерапией [2]. Наиболее узнаваемыми и широко применяющимися продуктами пчеловодства являются мед, прополис, маточное молочко и пыльцевая обножка.

Однако в настоящее время в апитерапии все чаще находит применение подмор пчёл. У нас в стране существует возможность получать сырьё в виде подмора ежегодно до 5 тысяч тонн. Это сырьё может идти для производства хитозана и других БАВ [3]. Подмор пчел обладает полезными для здоровья свойствами и рекомендуется для использования в качестве различных препаративных форм: настоек, экстрактов, мазей и др.

Тело пчелы содержит гепарин, меланин, гепариноподобные соединения, ферменты. В состав тела медоносной пчелы входят пептиды, аминокислоты, витамины, пчелиный яд, который сам по себе представляет довольно сложный комплекс, и другие соединения. Минеральные элементы, содержащиеся в теле пчел, также являются важными биологически активными компонентами.

Макро- и микроэлементы играют важную роль в питании человека. В связи с тем, что они участвуют во многих биохимических процессах, их роль в жизненных процессах незаменима. Минеральные элементы входят в состав костной, мышечной и нервной структур, ферментов, пигментов и гормонов [4].

Необходимыми для человека являются натрий

(Na), магний (Mg), калий (K), кальций (Ca), хлор (Cl), сера (S), фосфор (P), а также микроэлементы: марганец (Mn), цинк (Zn), железо (Fe), медь (Cu), селен (Se), молибден (Mo), кобальт (Co), йод (I) и др.

Недостаток макро- и микроэлементов может привести к серьезным проблемам со здоровьем. Однако при высоких дозах и длительном времени приема они могут оказать токсичное воздействие на организм и вызвать побочные эффекты [5], поэтому необходимо знать о минеральном составе продуктов. Далеко не все продукты, в том числе продукты пчеловодства, тщательно исследованы на содержание в них минеральных элементов.

В своем исследовании мы изучили концентрации нескольких микро- и макроэлементов в составе водных экстрактов подмора пчел (Fe, Zn, Mg, Na) и токсичного элемента (Pb).

Цинк необходим для всех типов тканей человека. Он служит компонентом или активатором различных ферментов, принимающих участие в более чем 300 ферментативных реакциях. Добавки цинка способны предотвратить или облегчить лечение депрессивных заболеваний. Усиливая иммунные реакции, могут предотвратить пневмонию и вирусные заболевания [6].

Железо играет важную роль в нескольких ферментативных функциях, включая транспорт кислорода и окислительное фосфорилирование. Дефицит железа, который является основной причиной анемии во всем мире, затрагивает почти треть населения, более того, дефицит железа у младенцев приводит к дефициту обучения и памяти [7].

Магний является необходимой частью клеток и тканей, вместе с ионами других элементов он участвует в поддержании ионного равновесия жидких сред в организме; входит в состав ферментов, связанных с обменом углеводов и фосфора; активирует фосфатазу плазмы и костей, участвует в процессе нервно-мышечной возбудимости [8].

Серьезной проблемой является загрязнение



натуральных продуктов пчеловодства. Возможность попадания токсичных элементов в продукты пчеловодства подтверждена многими научными исследованиями [9]. Из-за своего естественного происхождения подмор может содержать соответствующие элементарные загрязнители. Особенно это связано с растущим загрязнением окружающей среды.

Чрезмерное потребление токсичных металлов может привести к серьезным последствиям для здоровья, вызывая анемию, гипертонию, поражение печени и почек и другие последствия [10], поэтому необходим строгий контроль качества потребляемых продуктов.

В связи с этим вопрос изучения элементного состава подмора и препаративных форм на его основе является актуальным.

Подмор пчел редко применяется в нативном виде, чаще он используется в качестве сырья для изготовления различных препаративных форм: спиртовых и водных экстрактов, мазей, отваров и других лечебных форм, обладающих широким спектром действия (противовоспалительное, обезболивающее, бактерицидное, антиоксическое, радиопротекторное, регенераторное и др.) [11,12]. Отмечена способность водных экстрактов из подмора пчел повышать иммунный статус организма человека и стимулировать рост скелетной и сердечной мускулатуры [13,14].

Для достижения положительного терапевтического эффекта во всех приготавливаемых препаративных формах должны сохраняться компоненты, которые обладают лечебными свойствами.

Способам сохранения биологически активных компонентов в экстрактах из растительного и животного сырья уделено большое внимание многих исследователей. Одним из основных факторов, влияющих на процесс экстракции, считается температура [15].

Повышение температуры приводит к ускорению процесса диффузии вследствие ускорения движения молекул. Некоторые ученые полагают, что увеличение температуры экстракции выше 60 °C приводит к необратимому разрушению биологически активных веществ, которые входят в исходное сырье [16], однако по другим данным экстрактивные вещества максимально извлекаются при температуре экстракции 80-100 °C [17].

Установлено, при температуре 60 °C некоторая часть биологически активных веществ, таких как летучие кислоты, флаваноиды, витамины и др., подвергаются разрушению. Но данные разрушения являются незначительными по сравнению со снижением биологически активных веществ при температуре 95 °C [18].

В проведенных исследованиях мы оценивали влияние температуры экстракции и предварительной подготовки исходного сырья на содержание отдельных минеральных элементов в водных экстрактах подмора пчел.

Объекты и методы

Процесс экстракции подмора пчел проводили в лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» методом мацерации. Водные экстракты готовили из

подмора пчел, заготовленного в весенний период.

Готовили 5 %-е водные экстракты: для этого тела пчел заливали необходимым количеством бидистиллированной воды и выдерживали на водяной бане в течение 2 часов при определенной температуре. Все экстракты готовились при температуре термостатирования 60, 80 и 100 °C в трехкратной повторности. Готовые экстракты охлаждали до комнатной температуры и проводили фильтрацию.

Варианты опыта: 1 – водные экстракты из высушенного измельченного подмора; 2 – водные экстракты из высушенного неизмельченного подмора; 3 – водные экстракты из несущеного измельченного подмора; 4 – водные экстракты из несущеного неизмельченного подмора.

Предварительную сушку подмора в опытах №1 и №2 проводили в сушильном шкафу при 40 °C с конвекцией воздуха. Измельчение подмора в опытах №1 и №3 проводили до частиц размером 1-2 мм.

По результатам исследований определяли влияние предварительной сушки подмора, его измельчения и температуры экстракции на содержание в водных экстрактах макро- и микроэлементов, а также тяжелых металлов.

Во всех образцах водного экстракта подмора пчел определено содержание 5 химических элементов: макроэлементов – натрия и магния, микроэлементов – цинка и железа, токсичного элемента – свинца.

Исследования образцов полученных экстрактов проводили в лабораторных условиях. Для определения элементного состава применяли метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием спектрофотометра SpectrAA 220FS.

Измерение проводили в двух повторностях, за окончательный результат принимали среднеарифметическое значение параллельных измерений. Полученные значения измеряются в мг/кг.

Результаты исследования

Результаты наших исследований показали наличие высоких концентраций микро- и макроэлементов в водных экстрактах из подмора пчел.

На рис. 1 представлено содержание микроэлементов (Zn, Fe) в водных экстрактах подмора.

Содержание железа в водных экстрактах пчелиного подмора составило от 30 до 181,85 мг/кг в зависимости от варианта опыта. Содержание цинка изменялось в пределах от 29,85 до 91,65 мг/кг.

Максимальное экстрагирование микроэлементов наблюдалось при 80 °C из высушенного измельченного подмора.

Увеличение температуры с 60 до 80 °C повысило извлечение железа из подмора в вариантах опыта №1 и №2 в 3 раза, в варианте №3 в 2,5 раза, в варианте №4 в 2 раза. Концентрация цинка увеличилась в опытах №1, №3, №4 в 2 раза, в опыте №3 в 1,5 раза.

Увеличение температуры экстракции с 80 до 100 °C привело к снижению концентрации железа в экстрактах в опытах №1 и №2 на 23 %, в опыте №2 на 45 %, в опыте №3 на 10 %. Концентрация



цинка снизилась в опыте №1 на 32 %, в опытах №2 и №3 на 15 %, в опыте №4 на 20 %.

Предварительная сушка подмора позволила повысить количество извлекаемого железа из измельченного подмора в 2 раза при температуре 60 °С, в 2,5 раза при температуре 80 °С, в 3 раза при 100 °С, из неизмельченного подмора при данных температурах на 13, 75, 49 % соответственно.

Степень извлечения цинка при экстракции из предварительно высушенного подмора также увеличивается в случае использования неизмельченного подмора на 39, 36, 46 % при температурах 60, 80, 100 °С соответственно. Концентрация цинка в экстрактах из высушенного измельченного подмо-

ра увеличилась по сравнению с несущеным на 55, 77, 43 % при температурах 60, 80, 100 °С.

Измельчение исходного сырья оказало положительное влияние на содержание микроэлементов в готовых экстрактах. При экстракции из высушенного измельченного подмора степень извлечения железа увеличилась на 23 %, степень извлечения цинка увеличилась в зависимости от температуры экстракции от 10 % (при температуре 60 °С) до 76 % (при температуре 100 °С).

Содержание макроэлементов (Mg, Na) в водных экстрактах подмора также зависит от технологии экстракции (рис. 2).

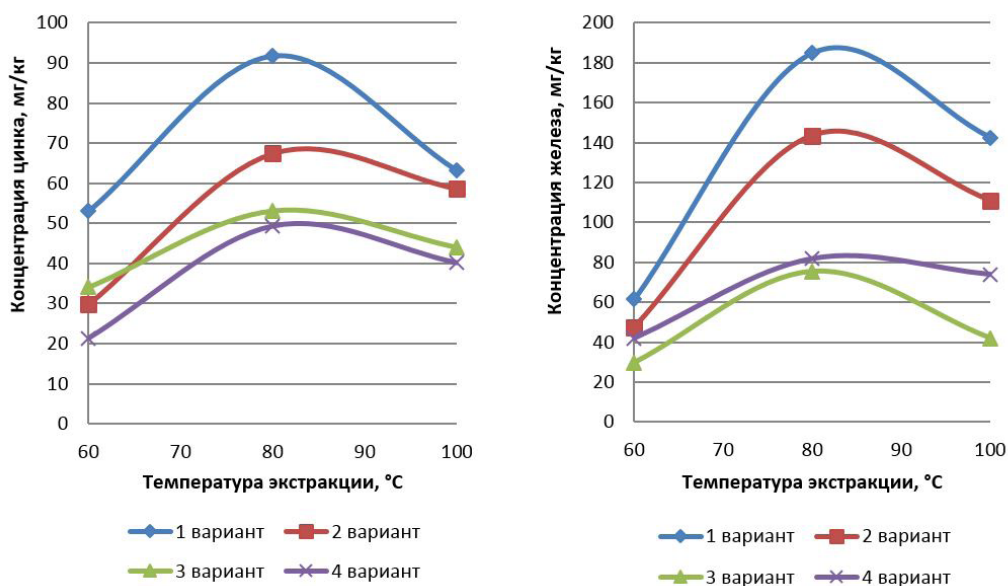


Рис. 1 – Содержание отдельных микроэлементов (Zn, Fe) в водных экстрактах подмора
(The content of individual trace elements (Zn, Fe) in aqueous extracts of subsurface)

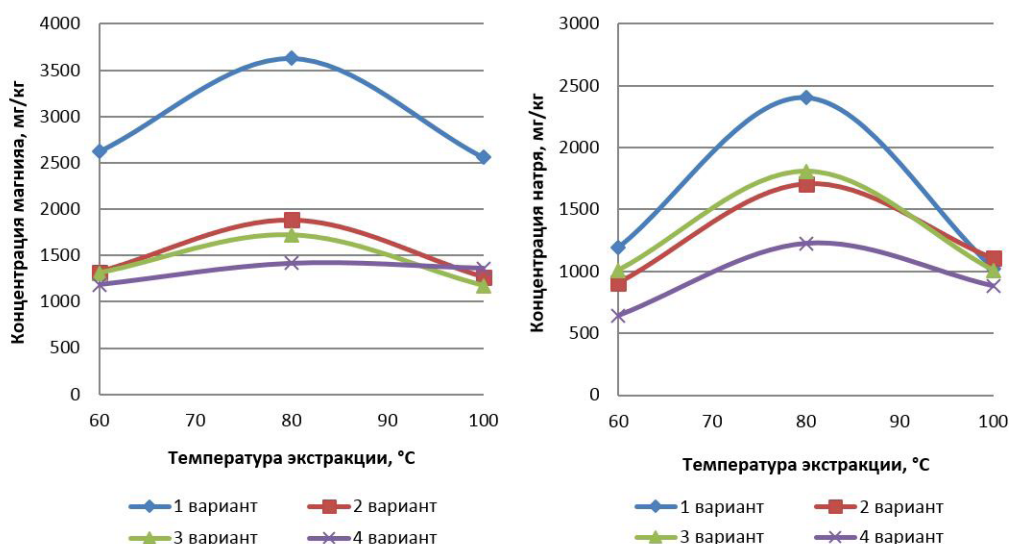


Рис. 2 – Содержание отдельных макроэлементов (Mg, Na) в водных экстрактах подмора
(The content of individual macronutrients (Mg, Na) in aqueous extracts of subsurface)

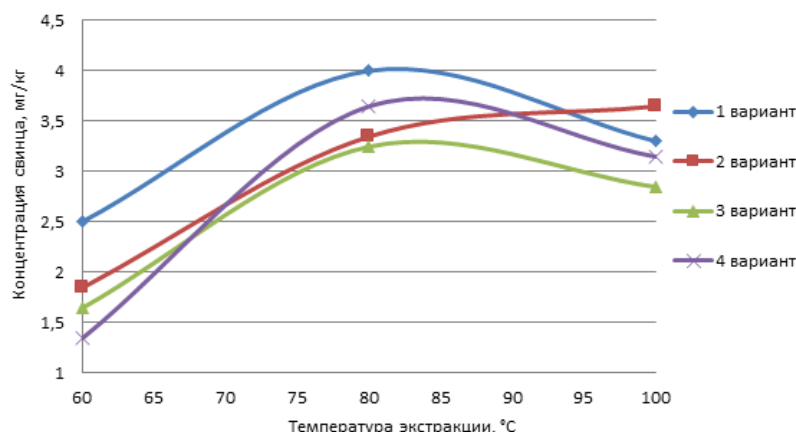


Рис. 3 – Содержание свинца в водных экстрактах подмора (Lead content in aqueous extracts of subsurface)

На концентрацию свинца в экстрактах, также как и на концентрацию других элементов, оказала влияние температура экстракции, сушка и измельчение исходного подмора пчел. При температуре экстракции 80 °C она максимальна и достигает до 4 мг/кг. Пределы колебаний концентрации свинца в опытах составили от 1, 35 до 4 мг/кг. Данные концентрации свинца в экстрактах не превышают нормы ПДК, однако попадание в водные экстракты токсичных элементов из исходного сырья делает необходимым контроль их качества.

Закключение

Результаты наших исследований показывают, что подмор пчел может использоваться в качестве источника минеральных компонентов, он содержит макроэлементы и микроэлементы в концентрациях, превосходящих этот показатель в других продуктах пчеловодства.

Наличие токсичных тяжелых металлов требует проверки качества подмора перед его использованием в качестве исходного сырья для приготовления экстрактов и других препаративных форм.

Полученные данные способствуют оценке как пищевой ценности, так и уровня загрязнения водных экстрактов пчел токсичными элементами. Концентрация тяжелых металлов в водных экстрактах подмора дает информацию о безопасности использования подмора пчел в качестве БАВ.

Минеральный состав водных экстрактов зависит от технологии приготовления. Сушка и измельчение подмора, а также температура экстракции оказали существенное влияние на элементный состав конечных экстрактов.

Максимальная степень извлечения минеральных компонентов происходит из высушенного измельченного подмора при температуре экстракции 80 °C.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что степень подготовки исходного сырья является существенным фактором, который оказывает влияние на выход экстрагируемых минеральных компонентов при различной температуре экстракции.

Список источников

1. Cornara, L. Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products / L. Cornara, M. Biagi, J. Xiao, B. Burlando // *Frontiers in Pharmacology*. – 2017. – v.412. – P.1-20. – URL: <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>
2. Fratellone, P.M. Apitherapy Products for Medicinal Use / P.M. Fratellone, F. Tsimis, G.J. Fratellone // *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. – 2016. – v.22(12). – P.1020-1022. – URL: <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0346>
3. Курченко, В.П. Физико-химические свойства хитин-меланинового и меланопротеинового комплексов из подмора пчел / В.П. Курченко, Т.А. Кукулянская, И.А. Азарко и др. // *Прикладная биохимия и микробиология* – 2006. – Т.42. – №3. С. 374-378. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9213628>
4. Gharibzahedi, S.M.T. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation / S.M.T. Gharibzahedi, S.M. Jafari // *Trends in Food Science & Technology*. – 2017. – v.62. – P.119-132. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416306203>
5. Verkaik-Kloosterman, J. Vitamins and minerals: Issues associated with too low and too high population intakes / J. Verkaik-Kloosterman, M. McCann, J. Hoekstra, H. Verhagen // *Food & Nutrition Research*. – 2012. – v.56. – URL: <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.5728>
6. Lai, J. The efficacy of zinc supplementation in depression: Systematic review of randomized controlled trials / J.Lai, A.Moxey, G.Nowak, et al. // *Journal of Affective Disorders*. – 2011. – v.1(136). – P.31-39. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032711003533>
7. Fretham, S.J.B. The Role of Iron in Learning and Memory / S.J.B. Fretham, E.S. Carlson, M.K. Georgieff // *Advances in Nutrition*. – 2011. – v.2(2). – P.112-121. – URL: <https://academic.oup.com/advances/article/2/2/112/4591561?login=true>
8. Григус, Я.И. Значение магния в физиологии и патологии органов пищеварения / Я.И. Григус,



О.Д. Михайлова, А.Ю. Горбунов, Я.М. Вахрушев. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2015. - №6(118). – С.89-94. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-magniya-v-fiziologii-i-patologii-organov-pishevareniya/viewer>

9. Русакова, Т. М. Миграция токсичных элементов в продуктах пчеловодства / Т.М. Русаков, Л.А. Бурмистрова, В.М. Мартынова и др. // Пчеловодство. – 2014. - №6. – С.14-15. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21848812>

10. Mitra, P. Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update / P. Mitra, S.Sharma, P.Purohit, P.Sharma // Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences. – 2017. – v.54. – P.506-528. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408363.2017.1408562>

11. Крылов, В. Н. Теория и средства апитерапии / В. Н. Крылов, А. В. Агафонов, Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев, Бурмистрова Л.А. и др. – М., 2007. – 295 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19540675>

12. Кашина, Е. В. Биологически активные вещества из подмора пчел / Е. В. Кашина, В. Т. Шелепов, И. А. Фефелова // Пчеловодство. — 2014. — № 8. – С.58-59. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22598612>

13. Иссе, И. М. Биологическая активность экстрактов пчелиного подмора / И. М. Иссе, Р. Т. Маннапова // Пчеловодство. – 2016. – №6. – С.53.-55.

– URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29768187>

14. Берикашвили, З. Н. Антибактериальная активность экстрактов пчелиного подмора / З. Н. Берикашвили, И. В. Боев // Вестник КГАУ – 2009. – №3. – С.197-199. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13069010>

15. Турецкова, В.Ф. Экстракционные препараты из сырья растительного и животного происхождения: учебное пособие для студентов фармацевтического факультета / В.Ф. Турецкова, Н.М. Талыкова. - Барнаул: Изд-во ГОУ ВПО АГМУ Росздрава, 2007. – 268 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27234779>

16. Изучение свойств экстрактов из лекарственного и пряно-ароматического сырья / Е.С. Колядич, А.Н. Лилишенцева, О.В. Шрамченко, Н.И. Лавриненко // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2008. - №1(1). – С.83-87. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45758894>

17. Пехтерева, Н.Т. Функциональные напитки на основе растительного сырья / Н.Т. Пехтерева, Л.А. Догаева, В.Е. Понамарева // Пиво и напитки. – 2003. - №2. – С.66-67. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17353882>

18. Макарова, Н.В. Влияние параметров пастеризации на антиоксидантную активность яблочно-черничного сока / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина // Пиво и напитки. – 2011. - №5. – С.26-28. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16968153>

References

1. Cornara, L. Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products / L. Cornara, M. Biagi, J. Xiao, B. Burlando // *Frontiers in Pharmacology*. – 2017. – v.412. – R.1-20. – URL: <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>

2. Fratellone, P.M. Apitherapy Products for Medicinal Use / P.M. Fratellone, F. Tsimis, G.J. Fratellone // *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. – 2016. – v.22(12). – R.1020-1022. – URL: <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0346>

3. Kurchenko, V.P. Fiziko-himicheskie svoystva hitin-melaninovogo i melanoproteinovogo kompleksov iz podmora pchel / V.P. Kurchenko, T.A. Kukulyanskaya, I.A. Azarko i dr. // *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* – 2006. – Т.42. – №3. S. 374-378. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9213628>

4. Gharibzahedi, S.M.T. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation / S.M.T. Gharibzahedi, S.M. Jafari // *Trends in Food Science & Technology*. – 2017. – v.62. – R.119-132. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416306203>

5. Verkaik-Kloosterman, J. Vitamins and minerals: Issues associated with too low and too high population intakes / J. Verkaik-Kloosterman, M. McCann, J. Hoekstra, H. Verhagen // *Food & Nutrition Research*. – 2012. – v.56. – URL: <https://doi.org/10.3402/fnr.v56i0.5728>

6. Lai, J. The efficacy of zinc supplementation in depression: Systematic review of randomized controlled trials / J.Lai, A.Moxey, G.Nowak, et al. // *Journal of Affective Disorders*. – 2011. – v.1(136). – P.31-39. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032711003533>

7. Fretham, S.J.B. The Role of Iron in Learning and Memory / S.J.B. Fretham, E.S. Carlson, M.K. Georgieff // *Advances in Nutrition*. – 2011. – v.2(2). – P.112-121. – URL: <https://academic.oup.com/advances/article/2/2/112/4591561?login=true>

8. Grigus, YA.I. Znachenie magniya v fiziologii i patologii organov pishchevareniya / YA.I. Grigus, O.D. Mihajlova, A.YU. Gorbunov, YA.M. Vahrushev. // *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. – 2015. - №6(118). – S.89-94. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-magniya-v-fiziologii-i-patologii-organov-pishevareniya/viewer>

9. Rusakova, T. M. Migraciya toksichnyh elementov v produktah pchelovodstva / T.M. Rusakov, L.A. Burmistrova, V.M. Martynova i dr. // *Pchelovodstvo*. – 2014. - №6. – S.14-15. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21848812>

10. Mitra, P. Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update / P. Mitra, S.Sharma, P.Purohit, P.Sharma // *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. – 2017. – v.54. – P.506-528. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408363.2017.1408562>



11. Krylov, V. N. *Teoriya i sredstva apiterapii* / V. N. Krylov, A. V. Agafonov, N. I. Krivcov, V. I. Lebedev, Burmistrova L.A. i dr. – M., 2007. – 295 s. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19540675>
12. Kashina, E. V. *Biologicheski aktivnye veshchestva iz podmora pchel* / E. V. Kashina, V. T. Shelepov, I. A. Fefelova // *Pchelovodstvo*. – 2014. – № 8. – С.58-59. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22598612>
13. Isse, I. M. *Biologicheskaya aktivnost' ekstraktov pchelinogo podmora* / I. M. Isse, R. T. Mannapova // *Pchelovodstvo*. – 2016. – №6. – С.53.-55. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29768187>
14. Berikashvili, Z. N. *Antibakterial'naya aktivnost' ekstraktov pchelinogo podmora* / Z. N. Berikashvili, I. V. Boer // *Vestnik KGAU* – 2009. – №3. – С.197-199. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13069010>
15. Tureckova, V.F. *Ekstrakcionnye preparaty iz syr'ya rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya: uchebnoe posobie dlya studentov farmacevticheskogo fakul'teta* / V.F. Tureckova, N.M. Talykova. - Barnaul: Izd-vo GOU VPO AGMU Roszdruva, 2007. – 268 s. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27234779>
16. *Izuchenie svojstv ekstraktov iz lekarstvennogo i pryano-aromaticheskogo syr'ya* / E.S. Kolyadich, A.N. Lilishenceva, O.V. Shramchenko, N.I. Lavrinenko // *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii*. – 2008. - №1(1). – С.83-87. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45758894>
17. Pekhtereva, N.T. *Funkcional'nye napitki na osnove rastitel'nogo syr'ya* / N.T. Pekhtereva, L.A. Dogaeva, V.E. Ponamareva // *Pivo i napitki*. – 2003. - №2. – С.66-67. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17353882>
18. Makarova, N.V. *Vliyanie parametrov pasterizatsii na antioksidantnuyu aktivnost' yablochno-chernichnogo soka* / N.V. Makarova, A.V. Zyuzina // *Pivo i napitki*. – 2011. - №5. – С.26-28. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16968153>

Статья поступила в редакцию 01.10.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 01.10.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 636.4:612.8
DOI:10.36508/RSATU.2021.82.36.011

Оценка качества мяса свиней с помощью электрического импеданса

Наталья Владимировна ЛЕНКОВА¹✉

¹ Донской государственный аграрный университет, Ростовская область, п. Персиановский, Россия

¹nata.lenkova.80@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований явилось проведение оценки качества мяса свиней разной стрессчувствительности после убоя с помощью измерения электрического импеданса (сопротивление по переменному току).

Методология. Для распределения свиней на группы по чувствительности к стрессу определяли состояние системы антиоксидантной защиты и перекисного окисления липидов (супероксиддисмутазу; общую окислительную активность плазмы крови; общую антиокислительную активность; содержание малонового диальдегида). Качество мяса оценивали на тушах, полученных после убоя 40 голов свиней живым весом 105-110 кг в возрасте 6 мес. Сортировку туш по качеству мяса на PSE, DFD и NOR проводили с помощью измерения электрического сопротивления мышечной ткани после убоя и оценке pH и влагоудерживающей способности. Электрическое сопротивление мышечной ткани оценивали при помощи типового моста переменного тока E7-4 на частоте 1 кГц, где использовался датчик, состоящий из двух электродов диаметром 1,5 мм, расположенных в плате из диэлектрика на расстоянии 10 мм друг от друга. Глубина проникновения электродов в образец мышечной ткани 10 мм.

Результаты. Проведенные исследования позволили установить, что, у стрессустойчивых особей более низкий уровень перекисного окисления липидов (МДА $6,75 \pm 0,14$ ЕА/мл), высокие показатели антиоксидантной защиты (АОА $58,22 \pm 0,16$ %, ООА $41,64 \pm 0,21$ %, СОД $24,62 \pm 0,61$ ЕА/мл). Среди стрессчувствительных подсвинков после убоя 60 % – мясо PSE, 25 % – DFD и 15 % – NOR, соответственно имели значения сопротивления мышечной ткани: $46,8 \pm 21,4$ Ом, $452,6 \pm 17,3$ Ом и $356,6 \pm 12,3$ Ом.

Заключение. Способ оценки качества мяса с помощью электрического импеданса позволяет в качестве критерия использовать электрическое сопротивление мышечной ткани в области длиннейшей мышцы спины. В результате в зависимости от полученных значений сопротивления после убоя туши можно сортировать по качеству мяса: NOR при $R=100-370$ Ом, PSE при $R \leq 70$ Ом и DFD при $R \geq 400$ Ом.

Ключевые слова: свиньи, антиоксидантная защита, стрессчувствительность, электрический импеданс, перекисное окисление липидов.

Для цитирования: Ленкова Н. В. Оценка качества мяса свиней с помощью электрического импеданса // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т 13, №4. С.90-96 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.82.36.011>

Agricultural sciences

Original article

Assessment of the quality of pig meat using electrical impedance

Natalia V. Lenkova¹✉

¹ Don State Agrarian University, Rostov Region, P. Persianovsky, Russia

¹nata.lenkova.80@mail.ru

Abstract.

The problem and the goal. The purpose of the research was to assess the quality of pig meat of different stress sensitivity after slaughter by measuring electrical impedance (AC resistance).



Methodology. For the distribution of pigs into groups according to sensitivity to stress, the state of the antioxidant protection system and lipid peroxidation (superoxide dismutase; total oxidative activity of blood plasma; total antioxidant activity; low-sodium aldehyde content) was determined. The quality of meat was evaluated on carcasses obtained after slaughter of 40 live pigs weighing 105-110 kg at the age of 6 months. The carcasses were sorted by meat quality on PSE, DFD and NOR by measuring the electrical resistance of muscle tissue after slaughter and assessing pH and moisture retention capacity. The electrical resistance of muscle tissue was evaluated using a typical AC bridge E7-4 at a frequency of 1 kHz, where a sensor consisting of two electrodes with a diameter of 1.5 mm located in a dielectric board at a distance of 10 mm from each other was used. The depth of penetration of the electrodes into the muscle tissue sample is 10 mm.

Results. The conducted studies allowed us to establish that stress-resistant individuals have a lower level of lipid peroxidation (MDA 6.75 ± 0.14 EA/ml), high indicators of antioxidant protection (AOA $58.22 \pm 0.16\%$, OOA $41.64 \pm 0.21\%$, SOD 24.62 ± 0.61 EA/ml). Among stress-sensitive piglets after slaughter, 60% - meat PSE, 25% - DFD and 15% - NOR, respectively, had values of resistance of muscle tissue - 46.8 ± 21.4 ohms, 452.6 ± 17.3 ohms and 356.6 ± 12.3 ohms.

Conclusion. The method of assessing the quality of meat using electrical impedance allows using the electrical resistance of muscle tissue in the area of the longest back muscle as a criterion. As a result, depending on the obtained resistance values after slaughter, carcasses can be sorted by meat quality: NOR at $R=100-370$ ohms, PSE at $R \leq 70$ ohms and DFD at $R \geq 400$ ohms.

Key words: pigs, antioxidant protection, stress sensitivity, electrical impedance, lipid peroxidation.

For citation: Lenkova N. V. Assessment of the quality of pig meat using electrical impedance. *Herald of Ryazan State Agrotechnical University Named after P.A. Kostychev*. 2021;13 (4)90-96(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.82.36.011>

Введение

Распространенным сырьем для производства продуктов питания из мяса является свинина. Оно усваивается и переваривается организмом человека на 95 %, кроме того, обладает хорошими вкусовыми, пищевыми качествами [1].

При этом современные технологии выращивания свиней ставят под вопрос качество получаемого продукта. В период выращивания и откорма на организм свиней действуют технологические стресс-факторы, которые приводят к потерям мясного сырья. Кроме того, убой, который является решающим этапом в цепочке производства мяса, может вызвать стресс у животного, что в итоге приведет к патофизиологической реакции. Как следствие – ухудшение качества мяса и развитие дефектов PSE и DFD [2, 3].

Мясо с pH менее 5,2, имеющее бледный вид, водянистое, дряблое, с выделяющимся мясным соком на разрезе, кислым запахом (PSE) и с кислотностью более 6,2, но темное волокнистое, сухое, жесткое (DFD) производителям приносит экономические потери и способствует ухудшению качества готовой продукции [4].

Технологические стрессы на производстве вызывают нарушение гомеостаза, в результате изменяются обменные процессы в организме. В частности, окислительно-восстановительные реакции и процессы свободнорадикального окисления при постоянных или сильных стрессовых воздействиях на организм приводят к дисбалансу, увеличивают продукцию активированных кислородных метаболитов и, как следствие, происходит разрушение клеток, в том числе белков, аминокислот, углеводов, липидов [5, 6, 7].

Образующиеся сферические мицеллы, в результате превышения размеров головки гидрофильной части фосфолипида в плоскости мембраны клетки гидрофобной части, формируют кору с гидрофильной внутренней частью, вследствие чего молекулы воды, ионы приходят в движение.

Мембраны клеток за счет снижения эластичности, механической прочности утрачивают барьерные свойства, снижается скорость ферментативных процессов, развивается дистрофия клетки [8].

Доказано, что стресс, при несбалансированной антиоксидантной защите, приводит к окислительному повреждению за счет повышения количества активных форм кислорода (АФК). Кроме того, при убое процесс обескровливания лишает клетки и ткани питательных веществ и кислорода, что приводит к массовому накоплению АФК, прекращению выработки АТФ и вызывает подкисление цитоплазмы и нарушение регуляции кальция. Массовое производство АФК стимулирует мышечные клетки реагировать, чтобы справиться с окислительным стрессом и запускает аутофагию в первые часы после убоя [9].

В неповрежденной мышечной ткани электропроводность имеет низкое значение, но когда жидкость в межклеточном пространстве увеличивается, она изменяется в большую сторону. Степень разрушения мембран клеток мышечной ткани влияет на количественные потери жидкости клеткой, соответственно изменяется концентрация солей в межклеточном пространстве, все это приводит к изменению удельной электропроводности и, опять-таки, к ее увеличению.

Изменяясь под воздействием запущенных стрессом повреждающих биохимических процессов, клетки мышечной ткани разрушаются, что приводит к снижению электрического сопротивления мяса и росту удельной электрической проводимости [10].

Кроме того, на структуру мышечной ткани (скорость и степень распада гликогена, pH, цвет, влагоудерживающую способность) и, как следствие, на качество мяса после убоя влияют генетика особи, условия убоя, этологические характеристики свиньи [11].

Неоднократно учеными предлагались методики и приборы для прогнозирования и непосред-



ственного определения качества мяса у свиней: по изменению pH и температуры мяса в течение двух первых часов после убоя [12], влагоудерживающей способности [13], интенсивности цвета и общему количеству пигментов [14], по разности электро кожного сопротивления в точке Тэн-Фу перед убоем [15] и др.

Таким образом, оценка удельной электропроводности мяса за счет поляризационных явлений в биологической ткани является одним из значимых показателей, характеризующих качество мяса.

Цель исследования – провести оценку качества мяса свиней разной стрессчувствительности после убоя с помощью измерения электрического импеданса (сопротивление по переменному току).

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в Ростовской области на помесях крупная белая х ландрас в условиях промышленного комплекса ЗАО «Русская свинина». Для определения состояния системы антиоксидантной защиты (АОЗ) и перекисного окисления липидов (ПОЛ) с целью уточнения чувствительности к стрессу у помесей брали пробы крови утром до кормления из хвостовой вены. Определяли активность супероксиддисмутазы (СОД, по Н.Р. Misra, I. Fridovich); общую окислительную активность плазмы крови (ООА, по Л.П. Галактионовой, А.В. Молчановой); общую антиокислительную активность (ОАА, по Арутюнян, Е.Е. Дубиной, Н.Н. Зыбиной); содержание малонового диальдегида (МДА, по И.Д. Стальной, Т.Г. Гаришвили)[16].

После оценки АОЗ и ПОЛ исследуемых свиней разделили на группы: I – стрессустойчивые (n=20), II – стрессчувствительные (n=20).

Воспалительные процессы, инфекционные заболевания у свиней дифференцировали от стрессового состояния на основании клинического (осмотр, аускультация, пальпация, перкуссия, термометрия) и гематологического (количество эритроцитов, лейкоцитов, уровень гемоглобина, скорость оседания эритроцитов (СОЭ)) исследования по общепринятым методикам.

Качество мяса оценивали на тушах, полученных после убоя 40 голов свиней живым весом 105-110 кг в возрасте 6 мес.

Сортировку туш по качеству мяса на PSE, DFD и NOR проводили с помощью измерения электрического сопротивления мышечной ткани после

убоя и оценке pH и влагоудерживающей способности.

Электрическое сопротивление мышечной ткани оценивали при помощи типового моста переменного тока Е7-4 на частоте 1 кГц, где использовался датчик, состоящий из двух электродов диаметром 1,5 мм, расположенных в плате из диэлектрика на расстоянии 10 мм друг от друга. Глубина проникновения электродов в образец мышечной ткани 10 мм. Температура образцов находилась в пределах 20-25° С [17].

Исследование проводили на тушах свиней, полученных после убоя в течение 1 часа. Электроды закрепляли в область длиннейшей мышцы спины на расстоянии 10 мм друг от друга на глубину 10 мм в плате из диэлектрика, и в течение 1 мин учитывали сопротивление мышечной ткани.

Значение электрического сопротивления мышечной ткани зависит от ориентации, плотности расположения электродов относительно направления мышечных волокон и наличия жировых включений. Сопротивление жировой ткани на порядок больше, чем мышечной. Поэтому на каждом образце проводили от 10 до 12 измерений в разных плоскостях и вычисляли среднее значение.

Результаты исследования

Несмотря на то, что внедряется в промышленное свиноводство селекция, направленная на повышение устойчивости к стрессам, PSS-свинина выявляется довольно часто, что приводит к получению мяса низкого качества по стандартам современного рынка.

Изучая состояние антиоксидантной защиты и перекисного окисления липидов (табл. 1, рис. 1) в I-й опытной группе уровень малонового диальдегида составил $6,75 \pm 0,14$ ЕА/мл ($P < 0,001$), в отличие от свиней второй опытной группы – $8,74 \pm 0,12$ ЕА/мл; антиокислительная активность соответственно $58,22 \pm 0,16$ % ($P < 0,001$) и $62,03 \pm 0,15$ %; общая окислительная активность – $41,64 \pm 0,21$ % ($P < 0,001$) и $48,11 \pm 0,11$ %; супероксиддисмутазы $24,62 \pm 0,61$ ЕА/мл ($P < 0,001$) и $19,23 \pm 0,37$ ЕА/мл.

Воспалительные процессы, инфекционные заболевания у свиней дифференцировали от стрессового состояния на основании клинического (осмотр, аускультация, пальпация, перкуссия, термометрия) и гематологического (количество эритроцитов, лейкоцитов, уровень гемоглобина, скорость оседания эритроцитов (СОЭ)) исследования по общепринятым методикам.

Таблица 1 – Характеристика стрессустойчивости по показателям антиоксидантной защиты у свиней

Группа	Показатели			
	МДА, ЕА/мл	АОА, %	ООА, %	СОД, ЕА/мл
I-я опытная PSS «-»	$6,75 \pm 0,14^{***}$	$62,03 \pm 0,15^{***}$	$41,64 \pm 0,21^{***}$	$24,62 \pm 0,61^{***}$
Референсные значения для стрессустойчивых свиней ¹	7,37 и ниже	61,93 и выше	41,86 и ниже	22,80 и выше
II-я опытная PSS «+»	$8,74 \pm 0,12$	$58,22 \pm 0,16$	$48,11 \pm 0,11$	$19,23 \pm 0,37$
Референсные значения для стрессчувствительных свиней ¹	8,05 и выше	59,72 и ниже	46,21 и выше	19,91 и ниже

Примечание: ¹ – Патент № 2510852 С2 Российская Федерация, МПК А01К 67/00. Способ оценки стрессустойчивости свиней: № 2012133241/10 [16]; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

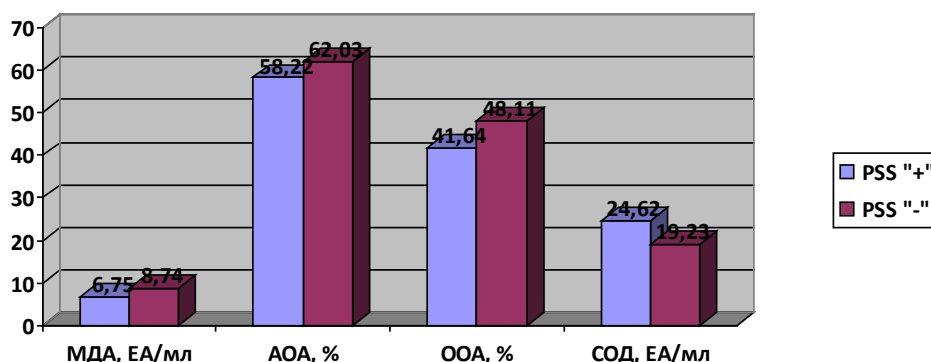


Рис. 1 – Показатели активности прооксидантной системы
(Activity indicators of the prooxidant system)

Полученные результаты указывают на повышение активности прооксидантной системы во II-й опытной группе подсвинков и, соответственно, увеличение активности свободнорадикальных процессов. Наиболее распространенные причины данного явления в условиях комплекса – несбалансированность рациона, воспалительные процессы в организме или инфекционные заболевания. Емкостные свойства биологической ткани высокочувствительны к внешним воздействиям, как следствие, развиваются биохимические про-

цессы, ведущие к ухудшению качества мяса. В результате увеличивается проницаемость мембран клеток, в том числе за счет увеличения продуктов перекисного окисления липидов, вследствие чего происходит угасание эффекта электрической поляризации на границе проводящих сред.

Согласно клинико-гематологическим исследованиям, все особи опытных групп находились в удовлетворительном состоянии, патологических отклонений не выявлено.

Таблица 2 – Клинико-гематологические показатели исследуемых свиней

Показатели	Группы исследуемых свиней		Пределы физиологических колебаний
	I-я опытная PSS «-»	II-я опытная PSS «+»	
Температура, °C	38,2±0,2	38,5±0,4	38,0-40,0
Пuls, уд/мин.	66,4±3,6	71,3±3,1	60-90
Дыхание, дых.движ./мин.	9,4±1,4	12,6±1,8	8-20
Эритроциты, ×10 ¹² /л	6,7±0,4	6,2±0,3	6,5-7,5
Гемоглобин, г/л	94,4±1,2	92,6±1,9	90,0-100,0
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	9,2±0,6	9,8±0,7	8,0-16,0
СОЭ, мм/ч	4,6±0,4	3,2±0,5	1,0-9,0

Клинические показатели (табл. 2) находились в пределах физиологических колебаний. В I-й группе температура тела составила 38,2±0,2° C, во второй 38,5±0,4° C, частота пульса и дыхания соответственно у PSS «-» подсвинков 66,4±3,6 уд./мин. и 9,4±1,4 дых.дв./мин., а у PSS «+» – 71,3±3,1 уд./мин. и 12,6±1,8 дых.дв./мин. Результаты гематологических исследований показали у

стрессустойчивых свиней I-й группы количество эритроцитов 6,7±0,4×10¹²/л, уровень гемоглобина 94,4±1,2 г/л, количество лейкоцитов 9,2±0,6×10⁹/л, скорость оседания эритроцитов 4,6±0,4 мм/ч, у стрессчувствительных свиней, соответственно: 6,2±0,3 ×10¹²/л, 92,6±1,9 г/л, 9,8±0,7 ×10⁹/л, 3,2±0,5 мм/ч.

Таблица 3 – Показатели, характеризующие качество свинины

Показатель	NOR	DFD	PSE
pH	5,9±0,3	6,9±0,2*	4,8±0,4*
Влагоудерживающая способность в % к мышечной ткани	45,8±0,51	41,1±0,34	42,7±0,26

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001

Основным критерием при сортировке свинины в группу NOR (нормальное), DFD (темное, плотное, сухое) и PSE (бледное, мягкое, сухое) было значение pH: NOR – 5,8-6,2, DFD – более 6,2,

PSE – менее 5,8 [18].

Согласно таблице 3 в нашем исследовании мясо хорошего качества имело pH 5,9±0,3, DFD – 6,9±0,2 (P<0,05), PSE – 4,8±0,4 (P<0,05).

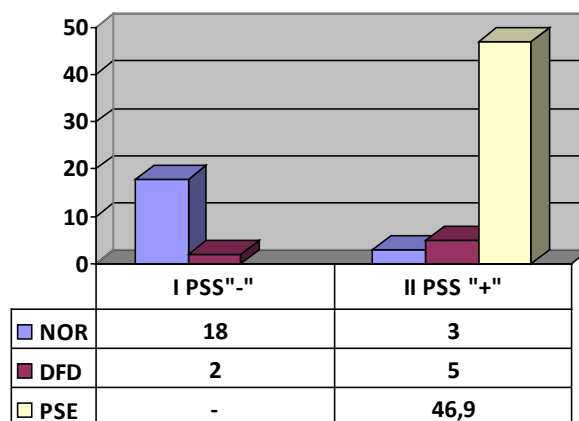


Рис. 2 – Распределение по качеству мяса среди свиней исследуемых групп
(Distribution of meat quality among pigs of the studied groups)

Таким образом, среди исследуемых подсвинков в I-й опытной группе после убоя лабораторные исследования показали (рис. 2), что у 18 туш мясо по качеству соответствовало нормальному и

у 2-х – DFD или темное, плотное, сухое, а во II-й опытной группе у 12 туш (60 %) – мясо PSE, у 5 (25 %) – DFD и у 3-х (15 %) – NOR.

Таблица 4 – Результаты измерения сопротивления туш исследуемых свиней

Группа	Сопротивление, Ом		
	NOR	DFD	PSE
I PSS «-»	187,5±20,2***	420,5±4,5	-
II PSS «+»	356,6±12,3	452,6±17,3	46,8±21,4

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Согласно таблице 4 у стрессустойчивых особей мясо, соответствующее качеству NOR, имело сопротивление $187,5 \pm 20,2$ Ом ($P < 0,001$), в отличие от стрессчувствительных подсвинков, где этот показатель находился на верхних границах колебаний $356,6 \pm 12,3$ Ом; DFD, соответственно, $420,5 \pm 4,5$ и $452,6 \pm 17,3$ Ом; качество мяса PSE установлено во второй группе, и сопротивление находилось в пределах $46,8 \pm 21,4$ Ом.

В итоге можно сказать, что окислительный стресс, вызванный, в том числе, убоем индуцирует в мышцах аутофагию, которая может быть защитным механизмом клетки в связи с повышением активных форм кислорода в тканях. Таким образом, посмертный метаболизм в мышечной ткани непосредственно связан со стрессустойчивостью свиней при жизни и состоянием антиоксидантной системы организма.

Заключение

У стрессустойчивых особей более низкий уровень перекисного окисления липидов (МДА $6,75 \pm 0,14$ ЕА/мл), высокие показатели антиоксидантной защиты (АОА $58,22 \pm 0,16$ %, ООА $41,64 \pm 0,21$ %, СОД $24,62 \pm 0,61$ ЕА/мл).

Среди стрессчувствительных подсвинков после убоя 60 % – мясо PSE, 25 % – DFD и 15 % – NOR, соответственно имели следующие значения

сопротивления мышечной ткани: $46,8 \pm 21,4$ Ом, $452,6 \pm 17,3$ Ом и $356,6 \pm 12,3$ Ом.

Способ оценки качества мяса с помощью электрического импеданса позволяет в качестве критерия использовать электрическое сопротивление мышечной ткани в области длиннейшей мышцы спины. В результате в зависимости от полученных значений сопротивления после убоя туши можно сортировать по качеству мяса: NOR при $R = 100-370$ Ом, PSE при $R \leq 70$ Ом и DFD при $R \geq 400$ Ом.

Список источников

1. Перевойко, Ж. А. Органолептическая оценка качества мяса свиней разных генотипов / Ж. А. Перевойко // Мясная индустрия. – 2011. – № 2. – С. 16-17. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17795760>
2. Development of class model based on blood biochemical parameters as a diagnostic tool of PSE meat / Daofeng Qu, Xu Zhou, ... Jianzhong Han // Meat Science. June 2017. Volume 128. Pages 24-29 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174017301225>
3. Environmental and economic consequences of pig-cooling strategies implemented in a European pig-fattening unit / Georgios Pexas, Stephen G. Mackenzie, Ilias Kyriazakis // Journal of Cleaner Production. 3 January 2021. Volume 290 (Cover



date: 25 March 2021) Article 125784 URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621000044>

4. Алейников, А. Ф. Эффективная установка для определения качества мяса / А. Ф. Алейников // Наукосфера. – 2019. – № 10. – С. 1-4. – DOI 10.5281/zenodo.3592799.

5. Взаимосвязь про- и антиоксидантного статуса и цитокинового профиля у поросят при технологическом стрессе / С. В. Шабунин, А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 63-66. – DOI 10.31857/S2500262720050154.

6. Максимов, Г. В. Способ оценки стрессустойчивости свиней / Г. В. Максимов, Н. В. Ленкова, А. Г. Максимов // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3-4(49-50). – С. 62-68. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23162374>

7. Moreno, I. Effect of the Iberian pig rearing system on blood plasma antioxidant status and oxidative stress biomarkers / Irene Moreno, Luis Ladero, Ramón Cava // *Livestock Science*. -16 March 2020. - Volume 235 (Cover date: May 2020) Article 104006 URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104006>

8. Максимов, Г. В. Антиоксиданты в животноводстве / Г. В. Максимов, Н. В. Ленкова, А. Г. Максимов. – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2015. – 135 с. – ISBN 978-3-659-67137-1. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23812848>

9. Pig cognitive bias affects the conversion of muscle into meat by antioxidant and autophagy mechanisms / Potes Y., [et al.] // *Animal*. 2017. Volume 11, Issue 11. Pages 2027-2035. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731117000714>

10. Патент на полезную модель № 203061 U1 Российская Федерация, МПК G01N 1/04. Пробо-отборник для отбора пробы мяса : № 2020142098 : заявл. 21.12.2020 : опубл. 19.03.2021 / Т. М. Воротынцева. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45814338>

11. Terlouw, C. Stress reactions at slaughter and meatquality pigs: genetic background and prior experience: A brief review of recent findings / Claudia Terlouw // *Livestock Production Science*. - June 2005. - Volume 94, Issues 1–2. - Pages 125-135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.032>

12. Development of an autonomous, wireless pH and temperature sensing system for monitoring pigmeatquality / June Frisby, Declan Raftery,... Dermot Diamond // *Meat Science*. - June 2005. - Volume 70, Issue 2. - Pages 329-336 URL:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.023>

13. Колесень, В.П. Сравнительная эффективность методов оценки качества мяса свиней / В.П. Колесень, М.И. Дюба // Зоотехническая наука Беларуси. - 2016. - Т. 51. № 2. - С. 185-192. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26608239>

14. Идентификация свинины качества пог, PSE и DFD в условиях агропромышленного рынка / В. П. Лясота, Н. М. Богатко, Н. В. Букалова [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2020. – № 2(37). – С. 3-6. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43101868>

15. Способ сортировки мяса на группы качества PSE, пог и DFD / А. А. Лапшина, С. Л. Тихонов, Е. И. Першина, Л. С. Кудряшов // Мясная индустрия. – 2012. – № 8. – С. 24-26. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17960752>

16. Патент № 2510852 С2 Российская Федерация, МПК A01K 67/00. Способ оценки стрессустойчивости свиней : № 2012133241/10 : заявл. 02.08.2012 : опубл. 10.04.2014 / Г. В. Максимов, Н. В. Ленкова, А. Г. Максимов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет". URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37796423>

17. Патент № 2681501 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/12. Способ оценки качества мяса свиней : № 2018102991 : заявл. 25.01.2018 : опубл. 06.03.2019 / Г. В. Максимов, А. Г. Максимов, Н. В. Ленкова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет". URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37357759>

18. Качество и технологические свойства свинины разных сортовых групп помесных животных / С. А. Грикшас, Г. А. Фуников, Г. В. Садовская [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 138-145. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16972208>

References

1. Perevojko, ZH. A. *Organolepticheskaya ocenka kachestva myasa svinej raznyh genotipov* / ZH. A. Perevojko // *Myasnaya industriya*. – 2011. – № 2. – С. 16-17. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17795760>
2. Development of class model based on blood biochemical parameters as a diagnostic tool of PSE meat / Daofeng Qu, Xu Zhou,... Jianzhong Han // *Meat Science*. June 2017. Volume 128. Pages 24-29 URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174017301225>
3. Environmental and economic consequences of pig-cooling strategies implemented in a European pig-fattening unit / Georgios Pexas, Stephen G. Mackenzie, Ilias Kyriazakis // *Journal of Cleaner Production*. 3 January 2021. Volume 290 (Cover date: 25 March 2021) Article 125784 URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621000044>



4. Alejnikov, A. F. *Effektivnaya ustanovka dlya opredeleniya kachestva myasa* / A. F. Alejnikov // *Naukosfera*. – 2019. – № 10. – S. 1-4. – DOI 10.5281/zenodo.3592799.
5. *Vzaimosvyaz' pro- i antioksidantnogo statusa i citokinovogo profilya u porosyat pri tekhnologicheskom stresse* / S. V. SHabunin, A. G. SHahov, L. YU. Sashnina [i dr.] // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*. – 2020. – № 5. – S. 63-66. – DOI 10.31857/S2500262720050154.
6. Maksimov, G. V. *Sposob ocenki stressustojchivosti svinej* / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov // *Veterinarnaya patologiya*. – 2014. – № 3-4(49-50). – S. 62-68. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23162374>
7. Moreno, I. *Effect of the Iberian pig rearing system on blood plasma antioxidant status and oxidative stress biomarkers* / Irene Moreno, Luis Ladero, Ramón Cava // *Livestock Science*. -16 March 2020. - Volume 235 (Cover date: May 2020) Article 104006 URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104006>
8. Maksimov, G. V. *Antioksidanty v zhivotnovodstve* / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov. – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2015. – 135 s. – ISBN 978-3-659-67137-1. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23812848>
9. *Pig cognitive bias affects the conversion of muscle into meat by antioxidant and autophagy mechanisms* / Potes Y., [et al.] // *Animal*. 2017. Volume 11, Issue 11. Pages 2027-2035. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731117000714>
10. *Patent na poleznuyu model' № 203061 U1 Rossiyskaya Federaciya, MPK G01N 1/04. Probootbornik dlya otbora proby myasa : № 2020142098 : zayavl. 21.12.2020 : opubl. 19.03.2021 / T. M. Vorotynceva*. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45814338>
11. Terlouw, C. *Stress reactions at slaughter and meatquality pigs: genetic background and prior experience: A brief review of recent findings* / Claudia Terlouw // *Livestock Production Science*. - June 2005. - Volume 94, Issues 1–2. - Pages 125-135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.032>
12. *Development of an autonomous, wireless pH and temperature sensing system for monitoring pigmeatquality* / June Frisby, Declan Raftery, ... Dermot Diamond // *Meat Science*. - June 2005. - Volume 70, Issue 2. - Pages 329-336 URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.023>
13. Kolesen', V.P. *Sravnitel'naya effektivnost' metodov ocenki kachestva myasa svinej* / V.P. Kolesen', M.I. Dyuba // *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*. - 2016. - T. 51. № 2. - S. 185-192. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26608239>
14. *Identifikaciya svininy kachestva nor, PSE i DFD v usloviyah agropromyshlennogo rynka* / V. P. Lyasota, N. M. Bogatko, N. V. Bukalova [i dr.] // *ZHivotnovodstvo i veterinarnaya medicina*. – 2020. – № 2(37). – S. 3-6. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43101868>
15. *Sposob sortirovki myasa na gruppy kachestva PSE, nor i DFD* / A. A. Lapshina, S. L. Tihonov, E. I. Pershina, L. S. Kudryashov // *Myasnaya industriya*. – 2012. – № 8. – S. 24-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17960752>
16. *Patent № 2510852 C2 Rossiyskaya Federaciya, MPK A01K 67/00. Sposob ocenki stressustojchivosti svinej : № 2012133241/10 : zayavl. 02.08.2012 : opubl. 10.04.2014 / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet"*. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37796423>
17. *Patent № 2681501 C1 Rossiyskaya Federaciya, MPK G01N 33/12. Sposob ocenki kachestva myasa svinej : № 2018102991 : zayavl. 25.01.2018 : opubl. 06.03.2019 / G. V. Maksimov, A. G. Maksimov, N. V. Lenkova ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet"*. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37357759>
18. *Kachestvo i tekhnologicheskie svoystva svininy raznyh sortovyh grupp pomesnyh zhivotnyh* / S. A. Grikshas, G. A. Funikov, G. V. Sadovskaya [i dr.] // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – 2011. – № 4. – S. 138-145. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16972208>

Статья поступила в редакцию 28.11.2021; одобрена после рецензирования 08.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 28.11.2021; approved after reviewing 08.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631
DOI: 10.36508/RSATU.2021.79.79.012

Программирование и урожайность – залог адаптивной интенсификации земледелия

Екатерина Владимировна Малышева¹, Игорь Яковлевич Пигорев², Наталья Валерьевна Долгополова³✉

^{1,2,3} Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, Курск, Россия

¹maleshevae1981@mail.ru

²igoigo4@mail.ru

³dunaj-natalya@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. При возделывании сельскохозяйственных культур в различных ландшафтных условиях возникают различные факторы, лимитирующие их продуктивность и дестабилизирующие экологическую ситуацию. Установление лимитирующих факторов и регулирование их соответствующей системой обработки почвы является актуальной задачей ландшафтного земледелия. Исследования проводились с целью агробиологического обоснования разработки научных и практических основ совершенствования технологий возделывания зерновой кукурузы, программирования урожайности и повышения уровня ее адаптации к условиям агроландшафтов лесостепи Центрального Черноземья.

Методология. Одним из приоритетных направлений развития современного сельскохозяйственного производства является разработка ресурсосберегающих, экологически обоснованных агротехнологий, направленных на создание благоприятных условий для роста и развития полевых культур и прежде всего кукурузы (*Zea mays* L.), обеспечения высокой урожайности, сохранение почвенного плодородия, производство конкурентно способной биологически полноценной, экологически безопасной растениеводческой продукции. Многочисленные данные научных учреждений свидетельствуют о том, что защитные лесные полосы гарантируют повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет улучшения водного режима и общего микроклимата.

Результаты. Исследования показали, что дополнительное накопление влаги на межполосных клетках в степных районах РФ составляет в среднем 50-70 мм, в том числе 30-40 мм за счет препятствия снегопереносу и 20-30 мм за счет сокращения непродуктивного испарения. При выполнении программы научных исследований, объектами изучения в работе были: системы земледелия, приемы основной обработки почвы, структура посевных площадей как основной системообразующий элемент агроландшафта в севообороте.

Заключение. Проведенные исследования и анализ экспериментальных данных позволили научно обосновать: такое увлажнение вполне достаточно для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, близких к генетическим возможностям сортов и биоклиматическим условиям местности Центрального Черноземья, что является основной задачей метода программирования. Кроме того, в условиях лесостепи коэффициент транспирации ниже на 15%. Определяющее значение имеет оптимальное значение и сочетание отмеченных ранее факторов – влаги, воздуха, тепла, света, пищи и т.п. Потребность же в них в течение периода вегетации растений колеблется в значительных пределах.

Ключевые слова: программирование, лесные полосы минеральные удобрения, кукуруза на зерно, урожайность

Для цитирования: Малышева Е. В., Пигорев И. Я., Долгополова Н. В. Программирование и урожайность – залог адаптивной интенсификации земледелия// Вестник Рязанского государственного агроэкологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С97-103 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.79.79.012>



Ekaterina V. Malysheva¹, Igor Ya. Pigorev², Natalya V. Dolgopolova³✉

^{1,2,3} Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

¹malyshevae1981@mail.ru

²igoigo4@mail.ru

³dunaj-natalya@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. When cultivating crops in different landscape conditions, there may be various factors that limit their productivity and destabilize the ecological situation. Establishing limiting factors and regulating them with an appropriate soil cultivation system is an urgent task of landscape agriculture.

Methods. One of the priority directions for the development of modern agricultural production is the development of resource-saving, environmentally sound agricultural technologies aimed at creating favorable conditions for the growth and development of field crops and, first of all, corn (*Zea mays* L.), providing high yields, preserving soil fertility, and producing biologically competitive complete, environmentally friendly crop. Numerous data from scientific institutions indicate that protective forest strips guarantee an increase in crop yields by improving the water regime and the general microclimate.

Results. Studies have shown that additional accumulation of moisture on interstitial cells in the steppe regions of the Russian Federation is on average 50-70 mm, including 30-40 mm due to the obstruction of snow transfer and 20-30 mm due to the reduction of unproductive evaporation.

Conclusion. The research and analysis of experimental data made it possible to scientifically substantiate and optimize such moistening which is quite enough to obtain high yields of agricultural crops close to the genetic capabilities of varieties and bioclimatic conditions of the area, which is the main task of the programming method. In addition, the transpiration coefficient is 15 % lower here. The combination of the previously noted factors - moisture, air, heat, light, food, etc. is of decisive importance. The need for them during the growing season of plants fluctuates significantly.

Key words: programming, forest strips, mineral fertilizers, grain corn, yield

For citation: Malysheva E. V., Pigorev I. Ya., Dolgopolova N. V. Programming and yield are the key to adaptive agriculture intensification. programming and yield are the key to adaptive agriculture intensification. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021. 13(4):97-103(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.79.79.012>

Введение

Ландшафтный подход к системам земледелия требует глубокого изучения закономерностей проявления различных систем земледелия и приемов обработки почвы в связи с возделываемой культурой и особенностями агроландшафтной территории.

Метод программирования урожая сельскохозяйственных культур на богаре в условиях полной или достаточной защищенности лесными полосами предполагает, прежде всего, учет сложившейся агроэкологической и производственной ситуации, а затем глубокое знание механизма формирования урожая и умелое применение на практике этих знаний. При возрастающей интенсификации земледелия первостепенное значение имеют, как мы убедились, организационно-хозяйственная сторона, общая культура земледелия, строго учитывающая взаимовлияние и взаимодействие антропогенных и природных факторов [1-5].

Материалы и методы

Среди зерновых культур кукуруза является наиболее распространенной в части Центрально - Черноземного региона. В Курской области её посевы составляют более 100 тыс. га, однако урожайность ее с каждым годом и с появлением новых гибридов можно повышать. В Центральном

Черноземье с уникальными почвенно-климатическими условиями и элементами биологизации земледелия увеличение урожайности зерна кукурузы является приоритетным направлением в современном растениеводстве. Поэтому использование этих условий в современном производстве зерна кукурузы приобретает особую актуальность для юго-запада и юго-востока Курской области и Центрально Черноземного региона в целом. Так, по данным ВНИИЗиЗПЭ, среднесуточное потребление влаги посевом кукурузы в Курской области увеличивалось с 10 м³/га в фазу 3-5 листьев до 78 м³/га в фазу 13-17 листьев, а затем в фазу полной спелости зерна снижалось до 39 м³/га, то есть ровно в 2 раза.

Результат исследования, обсуждение

В посевах кукурузы, возделываемых на зеленую массу в условиях сильнодесмогенной агролесосистемы Каменной степи, потребление воды за вегетацию составило 2526 т/га, урожайность 283,4 ц/га, а в слабодесмогенной (хотя и в зоне влияния лесополос – до 20 Н) соответственно 3090 т/га и 209,4 ц/га. Данные таблицы 1 свидетельствуют о преимущественной влагообеспеченности активного почвенногрунтового слоя в сильнодесмогенной системе на полях, а в слабодесмогенной – под лесными полосами. И хотя



эти преимущества сохраняются в течение всего лета, весной они более заметны. Изменения запасов влаги на полях объясняются разницей в водопотреблении культур, выращиваемых на них.

Как видно из приведенных данных, разница между влажностью почвы на полях и под лесными полосами весной незначительна, а к середине

лета, в зависимости от возделываемых культур, возрастает. К осени различия во влажности почв под лесными полосами и на посевах бобовых и зерновых культур значительно уменьшаются (в связи с уборкой урожая), а на посевах свеклы – увеличиваются.

Таблица 1 – Запасы влаги в пахотном слое почвы (30 см) по сезонам года в молодых лесных полосах и на прилегающих полях хозяйства Таловского района Воронежской области

Характеристика объекта	Запас влаги, мм		
	весной	летом	осенью
Лесная полоса, ширина 15 м, высота 6,6 м	89,9	81,7	77,3
Посевы сахарной свеклы, площадь 103,7 га	85,5	64,1	42,7
Лесная полоса, ширина 16 м, высота 0,8 м	83,2	93,6	76,1
Посевы гороха, площадь 84,5 га	81,5	61,1	65,0
Лесная полоса, ширина 15 м, высота 1,8 м	77,5	92,3	74,8
Посевы ячменя, площадь 101,2 га	75,0	59,0	47,5

Общее потребление влаги культурой за вегетационный период различно и составляет от 1,5 до 4,0 тыс. м³/га в 1,5-метровом слое почвогрунта в зависимости от культуры, погодных условий года, а также от степени десмогенности систем лесных полос.

Потребление влаги растениями зависит в первую очередь от климатических факторов – температуры и влажности воздуха, силы ветра и др. Под влиянием атмосферной засухи потребность растений в воде возрастает иногда в 3-4 раза, что связано с интенсивным расходом на предохранение растений от высоких температур и обилия солнечного тепла. Так, например, в условиях сильно десмогенной агролесосистемы Каменной степи один кубометр почвенной влаги, потребленной растением, обеспечивает в обычные годы получение 1,2-1,4 кг зерна озимой пшеницы, а в исключительно засушливые – до 0,75 кг.

Опытами, проводимыми в сушевой камере, установлено, что после пребывания в ней при температуре 40 °С в течение 4 часов растения быстро оправлялись. Температура в 45 °С вызывала у них сильную реакцию и приводила к повреждениям. Следует, однако, отметить, что многие растения при недостатке влаги начинают сокращать потребление воды путем частичного или полного закрытия устьиц. В результате они завядают, что является естественной и благоприятной реакцией растений на недостаток воды. Однако при этом в связи с уменьшением количества влаги в растениях фотосинтез, как процесс, связанный с количеством воды, также снижается. После интенсивного завядания происходит отмирание менее стойких корешков и нижних листьев [6,7,8].

Величина влажности завядания на различных типах почв зависит от их механического состава. Для песков она изменяется в пределах 0,5-1,5 %; супесей – 1,5-4,0 %; средних суглинков – 0,5-7,0 %; тяжелых суглинков – 8,0-12,0 % и глин от 12,0 до 20 % от веса абсолютно сухой почвы. Если завядание растений было непродолжительным,

то при увлажнении почвы физиологические процессы в них снова нормализуются, хотя это приводит к некоторой потере урожая. После длительно-го завядания растения погибают.

Избыток, как и недостаток влаги, отрицательно влияет на развитие растений. Многочисленными исследованиями, проведенными в различных почвенно-климатических зонах, установлено, что сельскохозяйственные культуры не снижают своей продуктивности лишь в определенном интервале влажности почвы и воздуха. Верхним пределом этого интервала является полное насыщение почвы влагой до состояния, называемого полной полевой влагоемкостью. Нижний предел влажности зависит от механического состава почвы и для большинства сельскохозяйственных культур составляет не менее 65-70 % от верхнего на почвах легкого механического состава и 75-80 % на тяжелых [9,10].

В условиях сильно десмогенных систем полезащитных лесных полос почвам свойственна более высокая стабильность запасов влаги в нижних горизонтах, что и создает основу для возделывания сельскохозяйственных культур по заданной программе, т.е. дает возможность программировать урожаи. Например, в системе лесных полос Каменной степи ранневесенние запасы влаги в слое почвы толщиной 1 м на межполосных полевых клетках колеблются от 32 до 300 мм, а в самих лесополосах – от 342 до 315 мм при среднем для черноземов значении полной полевой влагоемкости 360 мм. Если учесть, что так называемый «мертвый запас» влаги слоя черноземов мощностью 1 м составляет 180 мм, то исходный ресурс потребленной растениями влаги колеблется от 145 до 120 мм, что в 1,5 и более раз выше оптимальной полевой влажности почв. Такого количества запасов доступной растениям влаги вполне достаточно для развития нормального агрофитоценоза в течение всего наиболее ответственного периода формирования продуктивной массы.



В дальнейшем влага из верхних почвенных горизонтов расходуется на транспирацию и испарение, а пополнение ее запасов осуществляется за счет летних осадков, конденсационной влаги и, в значительной мере, за счет высокой влажности нижележащих грунтов. Связь верхних слоев почвогрунтов с нижними, в том числе и с водоносными, осуществляется через зоны повышенной влажности над зеркалом грунтовых вод (капиллярная кайма). В условиях слабодесмогенных систем лесных полос верхняя граница капиллярной каймы совпадает с уровнем грунтовых вод. Так, например, в сельскохозяйственном производстве «Луч Октября» уровень грунтовой воды в октябре находился на глубине 3,95 м, а верхняя граница капиллярной каймы на глубине 2,1 м. В мае, когда грунтовые воды поднялись на глубину 95 см, капиллярная кайма оказалась на глубине 1,05 м, то есть в пределах верхнего активного слоя почвогрунта. В условиях же сильнодесмогенных систем Каменной степи отмеченная синхронность нарушалась вследствие большей влагонасыщенности верхних покровных суглинков, препятствующей капиллярному подъему грунтовых вод.

Верхняя граница капиллярной каймы располагается в таком слое покровных глин, где влажность их значительно превышает наименьшую полевую влагоемкость (НВ), которая колеблется в таких пределах: в верхнем слое – от 29 до 36,5 % от абсолютно сухой навески, в переходном горизонте на глубине 1-1,5 м – 23-27,5 %, а ниже на глубине 1,5 м – от 20 до 22,7 %. Таким образом, если 17 %-я влажность почвы в верхних слоях соответствует влажности завядания, то на глубине 1,5-2 м такая влажность равна 2/3 НВ. Поэтому запас продуктивной влаги при оптимальном увлажнении (до наименьшей полевой влагоемкости) лишь в верхнем 50-сантиметровом слое составляет 70-80 мм, а во всех остальных он колеблется в пределах 60-62 мм. Даже при низком залегании грунтовых вод (6-8 м) увлажнение грунта на глубине 1,5-2 м в течение всего года находится около значения наименьшей полевой влагоемкости.

В средние по влажности годы и при глубокой зоне аэрации зона капиллярной каймы обычно располагается чуть ниже 2 м, занимая над зеркалом грунтовых вод слой мощностью 1,5-2 м, а в годы высокого стояния уровня грунтовых вод мощность этого слоя увеличивается до 2,5 м.

Таким образом, влажность почвогрунтов и режим грунтовых вод находятся в полной взаимосвязи и взаимообусловленности. За счет этого на полях, защищенных лесом, создаются условия для значительного увеличения мощности биологически активного слоя почвы. При достаточном количестве влаги в почве обеспечивается интенсивное развитие почвенной микрофлоры, активизируются биохимические процессы, усиливается минерализация растительных организмов. Вследствие этого повышается активность дыхания почвы, обеспеченность растений углекислотой и продуктивность фотосинтеза. Кроме того, CO_2 , повышая растворимость труднодоступных для

растений соединений, оказывает положительное влияние на питательный режим почвы, в частности, благодаря кислой реакции среды увеличивается растворимость фосфатов кальция. Это обстоятельство имеет большое значение при выращивании растений на почвах с нейтральной и щелочной реакцией.

Лучшие условия для протекания процессов нитрификации, поддержания активности почвенной протеазы и каталазы складывались при влажности 70-75 % от полной полевой влагоемкости.

Таким образом, основным условием нормального развития сельскохозяйственных культур является оптимальный водно-воздушный режим в корнеобитаемом слое почвы и приземном слое воздуха, обеспечение пищей в течение вегетационного периода. Научкой и практикой доказано, что эти факторы поддаются регулированию с помощью разнообразных приемов агротехники. Гарантированный успех такого регулирования определяется прежде всего общей экологической обстановкой конкретного поля. Сегодня при переходе на адаптивное земледелие уже не только нельзя, но и вредно ориентироваться на так называемые зональные приемы и методы, системы удобрений. Принципы биологического земледелия требуют разработки не «зональных» систем возделывания сельскохозяйственных культур, а индивидуальных для каждого поля севооборота и сельскохозяйственной культуры. Это особенно важно при определении систем земледелия в условиях агролесосистем. На практике отмечено немало примеров, когда в соседних хозяйствах при равных условиях одни и те же сорта культур дают разные урожаи. Например, для формирования оптимальной густоты культурного фитоценоза норму высева семян здесь измеряют не центнерами или килограммами, а числом всхожих семян; нормы и сроки внесения удобрений – уровнем плодородия почв и потребностью растений на планируемый урожай. В процессе вегетации проводят почвенную и растительную диагностику. Применяют дробное внесение удобрений, интегрированную защиту растений от болезней, вредителей и сорняков. Таким образом, практически осуществляется принцип: «каждому полю – свою агротехнику», что особенно важно в слабодесмогенных агролесосистемах.

В группу зерновых культур в условиях степной и юга лесостепной зон входит и кукуруза. Недостаток раннеспелых гибридов этой поистине богатой всевозребованной культуры существенно сдерживает ее распространение в более северные районы. Эта культура требует хорошо окультуренных (с глубиной пахотного горизонта 25-30 см) и достаточно плодородных легко- или среднесуглинистых почв. Ее можно возделывать как в севообороте, так и в длительной монокультуре на землях с pH 5,5-6,5 и запасом P_2O_5 не менее 15-20 мг/100 г почвы и K_2O – от 10 до 15 мг/100 г. Лучше растет она на возвышенных водораздельных плато или небольших (до 1°) склонах южных четвертей (ЮЗ, ЮВ).



В условиях полностью взаимодействующих лесных полос повышенные требования к местоположению и теплу удовлетворяются за счет мелиорирующего и утепляющего эффекта, а, следовательно, и ареал использования этой культуры существенно расширяется. Однако благоприятная экология межполосной клетки усиливает значение полной обеспеченности посевов питанием на планируемый урожай.

Нормы минеральных удобрений рассчитывают с учетом обязательного применения навоза по 30-40 т/га, а на участках монокультуры – по 100-120 т/га 1 раз в три года. На полях с реакцией почв ближе к кислой зябь известкуют. Одновременно с навозом под зяблевую вспашку вносят всю рассчитанную дозу фосфорно-калийных удобрений, в среднем по 75-100 кг/га д. в. каждого элемента. Азот применяют примерно в той же дозе под весеннюю культивацию. В качестве азотного удобрения лучше использовать аммиачную воду, которая одновременно противодействует повреждению всходов проволоочниками.

Для посева на межполосных клетках необходимо использовать гидрофобизованные семена первого - второго класса посевных стандартов и не старше второго поколения. Глубина посева на тяжелых суглинистых почвах – 4-5 см, на легких – 6-7 см. Густоту посева определяют исходя из обеспеченности полей влагой, ориентируясь прежде всего на годовую сумму осадков. При выпадении их 300-400 мм в год густота стояния растений может достигать 20-25 тыс. шт./га, при 400-500 мм – увеличиваться до 30-40 тыс. шт./га, а в районах с большими суммами осадков – и до 60 тыс. шт./га. При возделывании кукурузы на зеленую массу высевают 10-12 кондиционных семян на 1 м рядками при междурядьях шириной 70 см и 8-10 шт/м при междурядьях шириной 60 см.

При возделывании кукурузы на хорошо защищенных межполосных клетках или в приопушечных зонах в слабодесмогенных системах норму высева можно увеличить, увеличивая при этом и дозу азотного удобрения. Главным критерием густоты посева кукурузы на зерно служит освещенность всех листьев сверху донизу. При излишнем загущении фотосинтетическая продуктивность снижается за счет спада ассимиляционной активности листьями нижнего яруса.

При посеве в рядки вносят суперфосфат или нитроаммофоску в дозах, определяемых в зависимости от степени увлажненности почвы – до 1 ц/га. Посевы прикатывают. В случае образования почвенной корки до всходов, во избежание ухудшения состояния проростков, необходимо провести легкое боронование. Эта мера особенно важна на полях с неполной защищенностью лесополосами, поскольку опасность появления корки более всего вероятна в приопушечных, шлейфовых зонах в силу их большей увлажненности.

Для борьбы с сорняками после появления всходов (в фазу 3-5 листьев) все поле опрыскивают препаратом 2,4-Д или диаленом (0,7 мг/га д.в.). Затем в фазы 3-4 и 7-8 листьев междурядья рых-

лят культиваторами с присыпающими отвальчиками. Глубина рыхления – 6-8 см. Операцию проводят на малой скорости трактора, чтобы не срезать и не повредить растения. В приопушечных зонах перед этими работами полезно внести подкормки.

Важной особенностью возделывания этой культуры при программировании является поточность выполнения всех операций при строгом соблюдении технологической дисциплины, проведение почти всех агрономических работ в допосевной период. Число обработок при этом должно быть сокращено до минимума за счет совмещения операций. Сев лучше всего проводить специальными комбинированными сеялками, позволяющими осуществлять его одновременно с внесением удобрений и даже с обработкой почвы (измельчение пожнивных остатков, культивация).

В последние годы в научных учреждениях, отдельных хозяйствах осваивают технологию совместного возделывания на зерно кукурузы с соей чередующимися рядами или лентами по 3-6 рядов. Различие растений по высоте обеспечивает им хорошее освещение. Создается как бы краевой эффект, стимулирующий повышенный урожай зерна и кукурузы, и сои. Благодаря хорошему освещению кукурузы с двух сторон увеличивается число стеблей, дающих по два початка, а на растениях сои закладывается больше бобов.

В таких смешанных посевах необходимо соблюдать следующие условия: содержание солей в почве не более 0,4% от ее массы; посев семенами первого класса при правильно отрегулированных маркерах сеялок; подбор высокопродуктивных сортов и гибридов с разными сроками созревания; дифференциация доз внесения удобрений с учетом потребности культур и экологии облесенного поля.

Фосфорные и калийные удобрения вносят под вспашку, азотные – перед второй культивацией с боронованием под обе культуры по 30-60 кг/га, а остальное количество расчетной нормы под кукурузу доносят в виде 1-2 подкормок в течение вегетации. Соя недостающие порции азота получает автотрофно, за счет клубеньковых бактерий.

При посеве смешанных культур лентами ширину междурядий устанавливают как для сои, так и для кукурузы в 70 см. Густоту посева культур в ряду определяют исходя из того, чтобы на 1 га посева насчитывалось 40-75 тысяч растений кукурузы и 250-350 растений сои, в зависимости от сорта и гибрида.

Сою сеют на глубину 3-5 см, кукурузу – 5-8 см. Срок посева – ближе к середине или к концу оптимального, когда почва на глубине заделки семян прогревается до 10-12 °С. Применение гидрофобизованных семян позволяет сеять и раньше.

В зависимости от условий использования питательных веществ гибридов кукурузы следует применять стратегию оптимизации параметров технологии возделывания.

Программирование прибавки урожайности (y)%, т/га в зависимости от доз минеральных удобрений (x) кг/га при различных способах обработки почвы



$$\bar{x}=7,11 \quad r = \frac{2,7271}{3,1321}=0,87 \quad \bar{y}=79,2\%; \quad \bar{y}=3,06 \text{ т/га}$$

$$y-\bar{y}=b_{y/x}(x-\bar{x}); \quad b_{y/x}=\frac{70,57}{3,4622}=20,38;$$

$$y-3,06=0,7877(x-7,11)$$

$$r_{xy} = \frac{70,57}{81,10} = 0,87 \quad y-79,2=20,38(x-7,11)$$

$$y_{y/x}=\frac{2,7271}{3,4622}=0,7877 \quad y=0,7877*x-2,5404$$

$$y=20,38*x-65,7018 \quad y=0,79*x-2,54$$

С увеличением количества удобрений NPK на единицу (1 кг/га) увеличивается прибавка урожайности на 20,38%, что составляет 0,79 т/га. Связь между прибавкой урожайности от удобрений очень тесная, что соответствует коэффициенту корреляции.

Таблица 2 – Программирование прибавки урожайности в зависимости от доз минеральных удобрений и технологии возделывания гибридов кукурузы

п/п	Технология возделывания	Программирование прибавки	% т/га
1	Вспашка	$Y=20,38*x-65,70$	$Y=0,79*x-2,54$
2	Безотвальная обработка	$Y=22,43*x-86,99$	$Y=0,87*x-3,37$

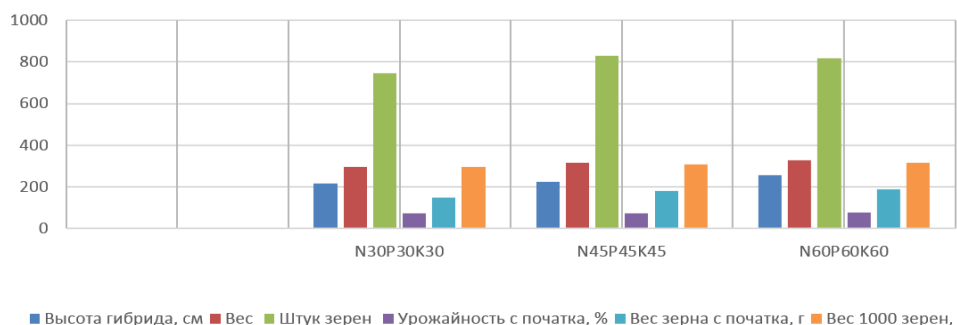


Рис. – Зависимость структуры урожая зерна кукурузы от приемов основной обработки почвы и минеральных удобрений (2015-2020 гг.)

(Dependence of the structure of the corn grain yield on the methods of basic tillage and mineral fertilizers (2015-2020))

Так, по данным полевых опытов, большая масса початка с зерном одного растения 187,3-257,9 г была на вариантах с безотвальной обработкой и несколько меньшая – 141,9-255,0 г – с традиционной вспашкой.

Минеральные удобрения повышали массу початка с зерном на обоих приемах основной обработки почвы. По массе початка с зерном 246,6-255,0 г по вспашке и 240,7-257,9 г по безотвальной обработке. Выделились варианты с применением минеральных удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. При определении урожайности с початка, %, больших различий по вариантам опыта не было, этот показатель колебался от 73,0 до 76,4 % для вспашки и от 72,9 до 77,2% для безотвальной обработки. Таким образом, по построенным моделям можно сделать вывод, что от увеличения дозы удобрений на 1 кг/га высота растений увеличивается на 4,397 см и 3,318 см при вспашке и безотвальной обработке, соответственно. Масса початка с зерном – на 10,341 г (вспашка) и 4,048 (безотвальная обработка). Количество зерен в початке увеличивается на 37 штук (вспашка) и на 34 штуки (безотвальная обработка).

Выводы

Меры борьбы с сорняками, вредителями и бо-

$$\bar{x} = 7,37 \quad \bar{y}=78,33\%; \quad \bar{y}=3,02 \text{ т/га} \quad r_{xy} = \frac{17,264}{32,4138} = 0,5326$$

$$b_{x/y} = \frac{17,264}{0,7696} = 22,43$$

$$y-78,33=22,43(x-7,37) \quad y=22,43*x-86,9970$$

$$r_{xy} = \frac{0,6668}{1,2469} = 0,5347$$

$$b_{xy} = \frac{0,6668}{0,7696} = 0,8664 \quad y-3,02=0,8664(x-7,37)$$

$$y=0,8664*x-3,3655$$

С увеличением на единицу дозы удобрений NPK при безотвальной обработке, прибавка урожайности кукурузы увеличивается на 22,43%, что составляет 0,866% т/га. Связь между прибавкой урожайности и дозой внесённых удобрений является средней тесноты, что подтверждает коэффициент корреляции.

лезнями те же, что и при раздельном возделывании этих культур. Эффект совместного возделывания состоит еще и в том, что чередование лент разных культур сдерживает распространение вредителей.

Уборку урожая проводят поочередно: сначала лент посевов сои, потом кукурузы. При соблюдении основных требований технологии для совместных посевов получают более 100 ц/га зерна кукурузы и 20-25 ц/га сои.

Список источников

1. Долгополова, Н.В. Почвенно-климатические условия и эффективность минеральных удобрительных средств в Центрально-Черноземной зоне/ Н.В. Долгополова, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 8. С. 55-57. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28785873>

2. Петрова, С.Н. Экономическая эффективность применения минеральных удобрительных средств при выращивании кукурузы/ С.Н. Петрова, А.А. Полухин, Ю.В. Кузмичева, Н.И. Ботуз, И.Л. Тычинская // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (65). С. 3-8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29101730>

3. Солошенко, В.М. Оценка устойчивости производства продукции в севооборотах / В.М.



Солошенко, В.И. Векленко, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 5. С. 47-52. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26642850>

4. Недбаев, В.Н. Гумусовое состояние почв центрального черноземья и пути повышения его содержания / В.Н. Недбаев, Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии 2018. № 9. С. 94-97. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36730967>

5. Кравченко, Р.В. агробиологическое обоснование получение стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко // Ставрополь. – 2010. – 208 с. <https://kubsau.ru/upload/iblock/b4e/b4e3a508df9f41f495d5b57b90d15864.pdf>

6. Мамеев, В.В. Влияние некорневой подкормки органо-минерального комплекса гумитон на продуктивность кукурузы на зерно // Мамеев В.В., Дронов А.В., Ториков В.Е., Нестеренко О.А., Суслов А.А. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (85). С. 8-14. <https://www.bgsha.com/download/education/library/v3-2021.pdf>

7. Уваров Г.И., Соловichenko В.Д. Дegradация и охрана почв Белгородской области. / Г.И. Уваров, В.Д. Соловichenko - Белгород: БелНИИ-ИСХ, 2010. - 178

8. Соловichenko В.Д. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона. / Соловichenko В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. - Белгород: БелНИИ-ИСХ, 2012. - 255 https://www.studmed.ru/uvarov-g-i-solovichenko-v-d-degradaciya-i-ohrana-pochv-belgorodskoy-oblasti_446ef1e0007.html

9. Ториков, В.Е. Изменение плодородия серой лесной почвы в плодосменном севообороте // Ториков В.Е., Мельникова О.В., Сидорова Е.Ю., Мельников Д.М. // Агрохимический вестник. 2019. № 2. С. 6-9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37415889>

10. Навольнева, Е.В. Система удобрения как фактор сохранения гумуса в почве / Е.В. Навольнева, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, С.А. Дмитриенко // Вестник КГСХА, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова. 2015. №5 С.55-57 <https://elibrary.ru/item.asp?id=23835666>

11. Волкова, С.Н. Улучшение структуры земледелия / С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, В.В. Морозова, А.В. Шлеенко // Вестник КГСХА, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова. 2017, №1. С.20-24. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29204997>

References

1. Dolgoplova N.V., Pigorev I.YA. Pochvenno-klimaticheskie usloviya i effektivnost' mineral'nyh udobritel'nyh sredstv v Central'no-CHernozemnoj zone // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 8. С. 55-57. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28785873>

2. Petrova S.N., Poluhin A.A., Kuzmicheva YU.V., Botuz N.I., Tychinskaya I.L. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobritel'nyh sredstv pri vyrashchivani kukuzy // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 2 (65). С. 3-8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29101730>

3. Soloshenko V.M., Veklenko V.I., Pigorev I.YA. Ocenka ustojchivosti proizvodstva produkci v sevooborotah // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 5. С. 47-52. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26642850>

4. Nedbaev V.N., Malysheva E.V. Gumusovoe sostoyanie pochv central'nogo chernozem'ya i puti povysheniya ego soderzhaniya Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii 2018. № 9. С. 94-97. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36730967>

5. Kravchenko, R.V. agrobiologicheskoe obosnovanie poluchenie stabil'nyh urozhaev zerna kukuzy v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ya: monografiya / R.V. Kravchenko // Stavropol'. – 2010. – 208 s. <https://kubsau.ru/upload/iblock/b4e/b4e3a508df9f41f495d5b57b90d15864.pdf>

6. Mameev V.V., Dronov A.V., Torikov, i dr. Vliyanie nekornevoj podkormki organo-mineral'nogo kompleksa gumiton na produktivnost' kukuzy na zerno // Mameev V.V., Dronov A.V., Torikov V.E., Nesterenko O.A., Suslov A.A. // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 3 (85). С. 8-14. <https://www.bgsha.com/download/education/library/v3-2021.pdf>

7. Uvarov G.I., Solovichenko V.D. Degradaciya i ohrana pochv Belgorodskoj oblasti. - Belgorod: BelNI-ISKH, 2010. - 178

8. Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I., Uvarov G.I. Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i rost produktivnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur Central'no-CHernozemnogo regiona. - Belgorod: BelNIISKH, 2012. - 255 Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I. https://www.studmed.ru/uvarov-g-i-solovichenko-v-d-degradaciya-i-ohrana-pochv-belgorodskoy-oblasti_446ef1e0007.html

9. Torikov V.E., Mel'nikova O.V., i dr. Izmenenie plodorodiya seroj lesnoj pochvy v plodosmennom sevooborote // Torikov V.E., Mel'nikova O.V., Sidorova E.YU., Mel'nikov D.M. // Agrohicheskij vestnik. 2019. № 2. С. 6-9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37415889>

10. Navol'neva E.V., Stupakov A.G., Kulikova M.A., Dmitrienko S.A. Sistema udobreniya kak faktor sohraneniya gumusa v pochve Vestnik KGSKHA, Kurskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. I.I. Ivanova. 2015. №5 С.55-57 <https://elibrary.ru/item.asp?id=23835666>

11. Volkova S.N., Sivak E.E., Morozova V.V., Shleenko A.V. Uluchshenie struktury zemlepol'zovaniya Vestnik KGSKHA, Kurskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. I.I. Ivanova. 2017, №1. С.20-24. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29204997>

Статья поступила в редакцию 02.10.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 02.10.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК631.53.01
DOI: 10.36508/RSATU.2021.15.51.013

**Использование красного света для активации прорастания
семян томата с истекшим сроком годности**

Ольга Васильевна Савина¹✉, Леонид Федорович Ильичёв²

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

² Рязанская городская станция юных натуралистов, г. Рязань, Россия

¹savina-999@mail.ru

²l.ilichev@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Из-за ухудшения посевных качеств с течением времени срок хозяйственного использования семян ограничен. Кроме того, семена могут потерять всхожесть из-за нарушения условий выращивания, условий и сроков уборки или режимов хранения семян. В этой связи особую актуальность приобретают приемы, направленные на активацию начальных ростовых процессов в растениях и повышение энергии прорастания и всхожести семян. Одним из таких приемов является предпосевное облучение семян красным светом. Цель исследования –изучить влияние различных режимов облучения красным светом на прорастание семян томата с истекшим сроком годности

Методология. Работа проводилась в МБУДО «Рязанская городская станция юных натуралистов» весной 2021 года. Семена томата сорта «Бычье сердце» урожая 2008 г. замачивали в воде, обогащенной кислородом с концентрацией 14 мг/л, в течение 24 часов. Температура воды 220С. Замоченные семена подвергали облучению красным светом на квантовом аппарате «РИКТА-01», марки «Витязь». Параметры обработки семян: диапазон длин волн красного света 640–730 нм, частота излучения 1000 гц; время обработки 3 мин и 5 мин. Семена контрольного варианта облучению не подвергались. Проращивание семян осуществляли в пластиковых контейнерах на увлажненном поролоне при температуре 24 0С на свету. Повторность опытов –четырёхкратная, количество семян в каждом повторении 100 шт. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли по ГОСТ 12038-84. На 10-ый день после обработки произвели посев семян опытных и контрольного вариантов в контейнеры с торфяным грунтом. Динамику появления всходов учитывали ежедневно. Через 10 дней после появления всходов в грунте произвели пикировку растений в ящики для выращивания рассады. Биометрические показатели рассады (высота растений; масса 1-го растения; количество настоящих листьев) определяли в возрасте 45 дней на десяти растениях каждого варианта в четырёхкратной повторности. Статистическую обработку результатов измерений проводили по Доспехову Б.А. (2012).

Результаты. Показано, что за 12 лет хранения семена томата не утратили жизнеспособность, однако без активации такие семена не способны дать полноценные всходы и обеспечить нормальный рост растений, поэтому потеряли свою практическую ценность и не подлежат использованию. Облучение таких семян красным светом в диапазоне длин волн 640-730 нм позволяет приблизить скорость начальных ростовых процессов к уровня нормальных семян и значительно продлить срок их хозяйственного использования. Облученные семена имели всхожесть 93,5%- 95,7%, что значительно выше показателей, регламентируемых ГОСТ 32592-2013. При посеве в грунт облученные семена дали дружные всходы на 2-5 сутки. Полученная рассада в возрасте 45 суток имела биометрические параметры, близкие к развитию растений, выращиваемых из семян с нормальным сроком годности. Облучение красным светом в течение 5 мин дало больший положительный эффект по сравнению с экспозицией 3 мин.

Ключевые слова: томат, семена, прорастание, красный свет, всхожесть, биометрические показатели рассады.

Для цитирования: Савина О. В., Ильичёв Л. Ф. Использование красного света для активации прорастания семян томата с истекшим сроком годности//Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С.104-111 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.15.51.013>

**Using red light to activate germination of tomato seeds with an expired shelf life****Olga V. Savina[✉], Leonid F. Ilyichev²**¹ Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia² Ryazan city station of young naturalists, Ryazan, Russia¹savina-999@mail.ru²l.ilyichev@yandex.ru**Abstract.**

Problem and purpose. Due to the deterioration of sowing qualities over time, the period of economic use of seeds is limited. In addition, seeds may lose their germinative ability due to disturbances in growing conditions, conditions and timing of harvesting or seed storage regimes. In this regard, techniques aimed at activating the initial growth processes in plants and increasing the energy of germination and germinative ability of seeds acquire particular relevance. One of such techniques is pre-sowing irradiation of seeds with red light. The purpose of the research is to study the effect of different modes of irradiation with red light on the germination of tomato seeds with an expired shelf life.

Methods. The work was carried out at Ryazan City Station of Young Naturalists in the spring of 2021. Tomato seeds of Bull Heart variety, harvest 2008, were soaked in oxygen-enriched water with a concentration of 14 mg/l for 24 hours. Water temperature was 22° C. The soaked seeds were irradiated with red light on a RIKTA-01 quantum apparatus, Vityaz brand. Seed treatment parameters were as it follows: wavelength of red light ranged 640–730 nm, radiation frequency was 1,000 Hz, processing time was 3 min and 5 min. The seeds of the control variant were not exposed to irradiation. Seed germination was carried out in plastic containers on moistened foam rubber at a temperature of 24° C in the light. The experiments were repeated twice, the number of seeds in each repetition was 100 pcs. Germinative ability and seed germination energy were determined according to GOST 12038-84. On the 10th day after the treatment, the seeds of the experimental and control variants were sown in containers with peat soil. The dynamics of emergence of seedlings was considered daily. 10 days after the emergence of seedlings, the plants were picked into boxes for growing. Biometric parameters of seedlings (plant height weight of 1 plant, the number of true leaves) were determined at the age of 45 days on ten plants of each variant in duplicate. Statistical processing of the measurement results was carried out according to B.A. Dospekhov (2012).

Results. It was shown that for 12 years of storage, tomato seeds have not lost their viability, however, without activation, such seeds are not able to give full-fledged shoots and ensure normal plant growth, therefore, they have lost their practical value and cannot be used. Irradiation of such seeds with red light in the wavelength range of 640-730 nm makes it possible to bring the rate of initial growth processes closer to the level of normal seeds and significantly extend the period of their economic use. The irradiated seeds had a germination rate of 93.5-95.7 %, which was significantly higher than the indicators regulated by GOST 32592-2013. When sown in the ground, the irradiated seeds gave amicable shoots for 2-5 days. The resulting seedlings at the age of 45 days had biometric parameters close to the development of plants grown from seeds with a normal shelf life. Irradiation with red light for 5 min gave a greater positive effect compared to an exposure of 3 min.

Conclusion. The high efficiency of using red light with a wavelength range of 640-730 nm for the stimulation of tomato seeds has been confirmed. Seeds should be irradiated, pre-soaked for 24 hours in oxygen-enriched water, at a radiation frequency of 1,000 Hz and a treatment time of 5 minutes. This treatment method can be recommended to extend the economic use of expired tomato seeds.

Key words: tomato, seeds, germination, red light, germinative ability, biometric indicators of seedlings.

For citation: Savina O. V., Ilyichev L. F. Using red light to activate germination of tomato seeds with an expired shelf life. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13(4):104-111 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.15.51.013>

Введение

Использование сортовых семян с высокими посевными качествами – залог успешного получения высоких урожаев любых сельскохозяйственных культур, в том числе и овощных [1,2]. Из-за ухудшения посевных качеств с течением времени срок хозяйственного использования семян ограничен. Это происходит, прежде всего, из-за сни-

жения всхожести семян или даже полной потери способности к прорастанию. Поэтому всхожесть семян – важнейший показатель их посевных качеств. ГОСТ 32592-2013 регламентирует данный показатель для семян томата, предназначенных на семеноводческие посевы, на уровне не ниже 85 %, а для товарных посевов – не ниже 65 %.

Семена могут потерять всхожесть не только в



результате длительного хранения, но и по причине нарушения условий выращивания, условий и сроков уборки или режимов хранения семян. В этой связи особую актуальность приобретают приемы, направленные на активацию начальных ростовых процессов в растениях и повышение энергии прорастания и всхожести семян [3,4]. Одним из таких приемов является предпосевное облучение семян красным светом.

Обоснование использования красного света для облучения семян томата

Свет является основой всех биохимических процессов в растении, он является базой для роста, развития и обмена веществ. Световое излучение напрямую влияет на периодичность и продолжительность циклов в повседневном существовании, является сигнальным средством, которое регулирует процессы жизнедеятельности растения. Световая энергия, улавливаемая растениями, служит основой для синтеза органических веществ [5].

Видимый спектр характеризуется широким диапазоном длин волн в интервале от 400 до 800 нм. В растительных клетках находятся вещества, которые способны поглощать кванты света определенных длин волн. Например, хлорофилл, принимающий участие в фотосинтезе, поглощает синие и красные лучи, а отражает зеленые. В семенах хлорофилла нет, но присутствует другой фоторецептор, который носит название – фитохром. Это сенсорный белок, который находится в клетках зародыша семени. Отличительной чертой фитохрома является то, что он способен улавливать красный спектр (630-720 нм) и дальний красный спектр (730-770 нм). Установлено, что в диапазоне красного света фотоны имеют максимальную энергию возбуждения электронов. Механизм запуска физиологических процессов в растении через фитохромную систему под действием красного света описан в работах Савиной О.В., Гранковой Л.И. [6,7]. Основная функция фитохрома – преобразование световой энергии в химическую энергию АТФ. Данный процесс аналогичен световой стадии фотосинтеза, который можно условно отобразить следующей формулой:



АТФ необходима для активации гормонов роста и последующего синтеза ферментов на начальных стадиях прорастания. У старых семян резко снижена энергетическая составляющая, и без световой стимуляции прорастание будет резко замедленным. Использование красного света для активации прорастания семян с истекшим сроком годности представляется весьма перспективным.

Впервые стимулирующее влияние красного света на прорастании семян обнаружил Гарри Бортвик с коллегами в опытах на салате в 1952 году. В его исследованиях при облучении семян монохроматическим красным светом с длиной волны $\lambda=660$ нм всхожесть семян салата составляла 100% [8, с.124].

Позднее стимулирующее действие красного света на энергию прорастания и всхожесть семян было отмечено многими авторами и на других сельскохозяйственных культурах. Так, ученые Г.П. Дудин и Н.А. Жилин в 2014 году определили положительное воздействие лазерного красного света на семена и проростки ячменя. В их опытах замоченные в дистиллированной воде семена ячменя сорта «Биос 1» облучали лазерным красным светом и дальним красным светом. В качестве источника лазерного света (ЛКС) использовали гелий-неоновый лазер с длиной волны 633 нм. В процессе исследования наблюдалась тенденция по увеличению длины корней у трехдневных проростков [8, с.125].

Т.А. Асварова и Н.Т. Гаджимусиева проводили свои исследования на семенах пшеницы. В лабораторных опытах сухие семена пшеницы подвергались воздействию лазерного излучения и инфракрасного излучения частотами 50 Гц и 1000 Гц с помощью аппарата «Рикта-01», обеспечивающего широкополосное пульсирующее красное излучение в диапазоне 640–730 нм. Семена контрольного варианта облучению не подвергались. В опытном варианте, где семена пшеницы облучали лазерным излучением частотой 1000 Гц в течение 10 минут, всходы появились на 6 дней раньше, чем в контроле, и всхожесть составила более 90 %, а в контроле – 75 % [9].

О.В. Савина, С.А. Руделев и А.Е. Родионова выявили эффективность использования красного света для стимулирования прорастания некондиционных семян зерновых с пониженной всхожестью. В своей работе в 2015 году ученые показали, что семена ячменя с пониженной всхожестью, если их облучить красным светом в диапазоне 640-680 нанометров, намного лучше прорастают, чем семена необлученные [10, с.60]. Кроме того, авторы в данной работе выявили, что облучение красным светом семян ячменя, замоченных в воде, значительно эффективнее облучения сухих семян. По утверждению ученых, «при замачивании семян в них активизируются ферментативные системы, которые вызывают гидролиз органических веществ, обеспечивающих питание зародыша и запуск первоначальных ростовых процессов, стимулирование которых и дает облучение красным светом» [10, с.60]. В исследованиях авторов наиболее эффективным приемом оказалось замачивание семян в воде в течение 24 часов и последующее облучение их красным светом с экспозицией 5 минут. Значение показателя всхожести составило: в контроле 70 %, в опыте с облучением 5 минут – 97,1 %. Как отмечают авторы, предложенный способ стимулирования прорастания «активизирует начальные ростовые процессы в семенах, что позволяет довести их посевные качества до установленных стандартом норм. Это делает возможным использование на семенные цели некондиционного зерна» [10, с.65].

Таким образом, обзор ранее проведенных исследований показывает целесообразность использования красного света для стимулирования



прорастания семян томата с истекшим сроком годности.

Объекты и методика проведения исследования

Цель исследования – изучить влияние различных режимов облучения красным светом на прорастание семян томата с истекшим сроком годности.

Работа проводилась в МБУДО «Рязанская городская станция юных натуралистов» в весеннее время 2021 года. В качестве исследовательского материала взяли семена томата позднеспелого сорта «Бычье сердце» урожая 2008 года, (рис. 1). До начала эксперимента семена хранились в холодильной камере при температуре +4 °C в течение 12 лет.

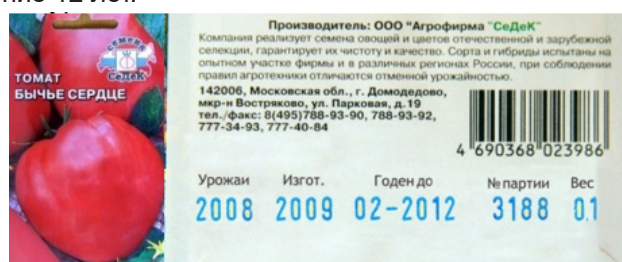


Рис. 1 – Объект исследования – семена томата с истекшим сроком годности
(The object of research is tomato seeds with expired shelf life)

Семена замачивали в воде, обогащенной кислородом с концентрацией 14 мг/л, в течение 24 часов. Температура воды 22 °C. Замоченные семена подвергали облучению красным светом на квантовом аппарате «РИКТА-01», марки «Витязь» (рисунки 2, 3).

Согласно инструкции аппарат «РИКТА-01» имеет следующие физические характеристики:

- 1) широкополосное пульсирующее красное излучение с длинами волн 640–730 нанометров;
- 2) мощность импульса лазерного излучения составляет не менее 8 W;
- 3) возможная частота излучения: 50 гц, 100 гц, 1000 гц;
- 4) энергия фотонов лазерного излучения полупроводникового арсенид-галлиевого диода менее 1,5 эВ.

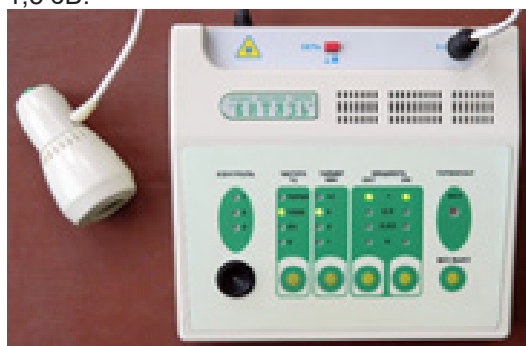


Рис. 2 – Квантовый аппарат «РИКТА-01», марка «Витязь», использованный для облучения семян томата
(Quantum apparatus "RIKTA-01", brand "Vityaz", used for irradiation of tomato seeds)

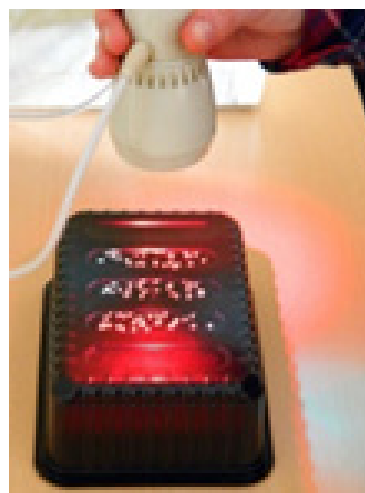


Рис. 3 – Облучение семян томата красным светом
(Irradiation of tomato seeds red light)

Параметры обработки семян были следующие: диапазон длин волн красного света 640–730 нм, частота излучения 1000 гц; время обработки 3 мин и 5 мин. Семена контрольного варианта облучению не подвергались.

Обработанные и контрольные семена поместили в пластиковые контейнеры на увлажненный поролон для проращивания. Повторность опытов – четырехкратная, количество семян в каждом повторении 100 шт. Проращивание семян осуществляли при температуре 24 °C на свету, что соответствует требованиям ГОСТ 12038-84; за увлажнением поролона следили ежедневно, опрыскивая его водой по мере высыхания. Об эффективности действия красного света судили по показателям энергии прорастания и всхожести семян, которые определяли по ГОСТ 12038-84.

На 10-ый день после обработки произвели посев проросших семян вариантов с облучением и всех семян контрольного варианта в контейнеры с торфяным грунтом. Температура в помещении 24 °C.

Динамику появления всходов учитывали ежедневно. Через 10 дней после появления всходов в грунте произвели пикировку растений в ящики для выращивания рассады. Биометрические показатели рассады (высота растений; масса 1-го растения; количество настоящих листьев) определяли в возрасте 45 дней на десяти растениях каждого варианта в четырехкратной повторности.

Статистическую обработку результатов измерений проводили по Доспехову Б.А. (2012).

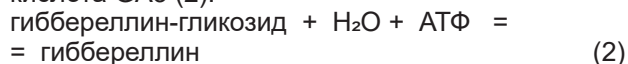
Результаты исследования и их обсуждение

Для жизнедеятельности любого организма необходима энергия. В семенах растений на самых ранних стадиях развития энергия заключена в клетках зародыша семени.

Самая первая реакция, которая протекает в зародыше семени после выхода из состояния покоя – это реакция активации гиббереллина. Именно на эту реакцию не хватает энергии у семян с истекшим сроком годности.

В работе С.В. Битаршвили с соавторами описан механизм запуска первоначальных ростовых

процессов в семенах [11]. При набухании семян в результате реакции гидролиза гиббереллин-гликозид активируется, и образуется гиббереллиновая кислота GA3 (2):



Образовавшийся гиббереллин запускает механизм синтеза гидролитических ферментов (амилаза, протеаза, липаза), которые расщепляют запасные питательные вещества эндосперма. Так начинается процесс прорастания, первые видимые признаки которого у нормальных семян томата наблюдаются, как правило, на 5-е сутки при появлении зародышевых корешков. Скорость и дружность прорастания семян характеризуются показателем «энергия прорастания».

В соответствии с ГОСТ 12038-84, показатель энергии прорастания у семян томатов определяется на 5-е сутки от начала прорастания. В наших исследованиях начало прорастания семян тома-

та, облученных красным светом в течение 5 мин, отмечалось на 6-е сутки; в варианте с облучением 3 мин – на 7-е сутки, поэтому определить показатель «энергия прорастания» не представлялось возможным. Однако, определение всхожести, проведенное на 10-е сутки (ГОСТ 12038-84), показало существенный стимулирующий эффект красного света на процесс прорастания семян томата с истекшим сроком годности. В варианте с облучением 3 мин всхожесть составила 93,5 %, в варианте с облучением 5 мин – 95,7 % (табл.1). Это значительно выше показателей, регламентируемых ГОСТ 32592-2013 для кондиционных семян томата. В то же время, в контрольном варианте не проросло ни одно семя (рис.4). Далее проросшие семена вариантов с облучением были высеяны в грунт для получения рассады. Для чистоты эксперимента также были высеяны в грунт все семена контрольного варианта, несмотря на отсутствие у них признаков прорастания.

Таблица 1 – Влияние красного света на процессы прорастания семян и появление всходов томата

Вариант опыта	Семена		Всходы	
	Начало прорастания, сут.	Всхожесть на 10-е сутки, %	Начало появления всходов, сут	Количество появившихся всходов, % от высеванных семян
Контроль (без облучения)	-	0	26	95,5
Облучение КС 3 мин	7	93,5	2	100
Облучение КС 5 мин	6	95,7	2	100
НСР ₀₅		5,37		



Контроль Облучение КС 3 мин Облучение КС 5 мин

Рис. 4 – Прорастание семян томата на 10-е сутки
(Tomato seed germination on the 10th day)

Активация начальных ростовых процессов под действием красного света, выявленная при прорастании семян, проявилась и в дальнейшем при посеве семян в грунт. Облученные семена, высеванные в грунт, дали первые всходы на 2-е сутки, на 5-е сутки наблюдалась максимальная скорость появления всходов (табл. 1, рис.5). В итоге все высевные семена опытных вариантов дали всходы. В контрольном варианте также появились всходы, несмотря на то, что были высеваны семена без признаков прорастания, однако это произошло лишь на 26-е сутки после посева, при этом взой-

ло 95,5 % от высеванных семян. Таким образом, можно утверждать, что за 12 лет хранения семена томата не утратили жизнеспособность, однако без активации такие семена не способны дать полноценные всходы и обеспечить нормальный рост растений, поэтому потеряли свою практическую ценность и не подлежат использованию. Облучение же красным светом позволяет приблизить скорость начальных ростовых процессов до уровня нормальных семян и значительно продлить срок их хозяйственного использования.

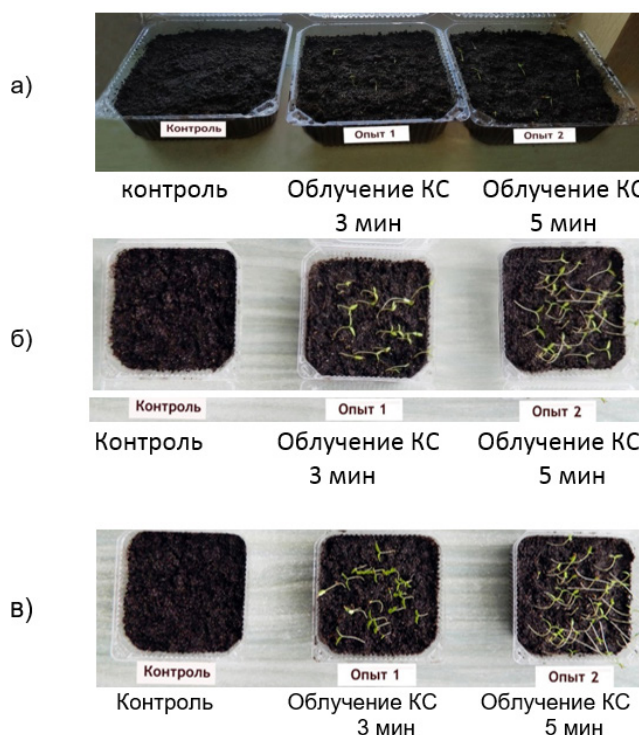


Рис. 5 – Динамика появления входов томатов: а) 2-ой день после посева; б) 5-ый день после посева; в) 9-ый день после посева
(The dynamics of the appearance of tomato inputs: a) the 2nd day after sowing; b) the 5th day after sowing; c) the 9th day after sowing)

Наблюдение за рассадой облученных и контрольных растений после пикировки показало, что растения контрольного варианта, выращенные из 12-летних семян, не способны к нормальному росту и развитию: через 45 дней после посева они имели среднюю высоту 7,5 см, массу 6,3 г и 2,9 настоящих листьев. Биометрические показатели опытных растений были значительно выше: средняя высота составила 21,7 и 23,9 см;

масса одного растения – 18,7 и 20,3 г; количество настоящих листьев – 6,9 и 7,3 шт./раст., соответственно, по вариантам 3 мин и 5 мин облучения (табл.2, рис.6). Таким образом, полученная рассада по развитию приблизилась к растениям, выращиваемым из семян с нормальным сроком годности. При этом в варианте с облучением 5 мин все биометрические показатели были выше, чем в варианте с облучением 3 мин, на 10,1-10,8 %

Таблица 2 – Биометрические параметры рассады томатов в возрасте 45 дней

Вариант опыта	Средняя высота растения, см	Масса 1-го растения, г	Количество листьев, шт.
Контроль (без облучения)	7,5±0,37	6,3±0,39	2,9±0,15
Облучение КС 3 мин	21,7±1,12	18,7±0,98	6,9±0,33
Облучение КС 5 мин	23,9 ±1,23	20,3±1,05	7,3±0,41



Рис. 6 – Рассада томатов в возрасте 45 дней (1 – контроль, 2 – облучение КС 5 мин)
(Tomato seedlings at the age of 45 days (1 - control, 2 - irradiation for 5 min))



В завершение исследований рассаду томатов, выращенную из облученных семян, в возрасте 45 дней высадили в открытый грунт, где растения продолжили свое развитие, не уступая растениям, выращенным из семян с нормальным сроком годности. В августе наблюдали созревание плодов томатов на кустах, выращенных из облученных семян. Рассада растений контрольного варианта в открытый грунт не высаживалась.

Закключение

Проведенные исследования показали, что за 12 лет хранения семена томата не утратили жизнеспособность, однако без активации такие семена не способны дать полноценные всходы и обеспечить нормальный рост растений, поэтому потеряли свою практическую ценность и не подлежат использованию. Облучение таких семян красным светом в диапазоне длин волн 640-730 нм позволяет приблизить скорость начальных ростовых процессов к уровню нормальных семян и значительно продлить срок их хозяйственного использования. Облученные семена имели всхожесть 93,5 %-95,7 %, что значительно выше показателей, регламентируемых ГОСТ 32592-2013. При посеве в грунт облученные семена дали дружные всходы на 2-5-е сутки. Полученная рассада в возрасте 45 суток имела биометрические параметры, близкие к показателям растений, выращиваемых из семян с нормальным сроком годности. Облучение красным светом в течение 5 мин дало больший положительный эффект по сравнению с экспозицией 3 мин.

Таким образом, нами подтверждена высокая эффективность использования красного света с диапазоном длин волн 640-730 нм для стимуляции семян томата. Облучению следует подвергать семена, предварительно замоченные в течение 24 часов в воде, обогащенной кислородом, при частоте излучения 1000 гц и времени обработки 5 мин. Можно рекомендовать данный способ обработки для продления срока хозяйственного использования семян томата с истекшим сроком годности.

Список источников

1. Петрухин, А.С. Интенсификация прорастания клубней картофеля под действием приемов предпосадочной обработки/ А.С.Петрухин, В.И. Левин// Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. - 2014.- № 6. - С. 240-242. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1382515>
2. Проблемы агрономии и агрохимии в современном сельскохозяйственном производстве / Крючков М.М., Виноградов Д.В., Соколов А.А., Костин Я.В., Левин В.И. //В сб.: Научно-практические инициативы и инновации для развития регионов России. Материалы Национальной научной конференции. – Рязань: Изд. РГАТУ, 2015. - С. 102-105. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42852215>
3. Vinogradov, D., Lupova, E., Khromtsev, D., Vasileva, V. The influence of bio-stimulants on productivity of coriander in the non-chernozem zone of Russia// Bulgarian Journal of Agricultural Science.–2018.–№24(6).–P. 1078–1084. URL: https://www.researchgate.net/publication/329814420_The_influence_of_bio-stimulants_on_productivity_of_coriander_in_the_non-chernozem_zone_of_Russia

influence_of_bio-stimulants_on_productivity_of_coriander_in_the_non-chernozem_zone_of_Russia

4. Churilov, G. I., Churilov, D. G., Churilov, S. G., Borychev, S. N., Byshov, N. V., Churilova, V. V., Polischuk, S. D. Plants Nutrition and Growth Stimulation with the Help of Nanotechnologies//International Journal of Engineering and Technology.–2018.–Vol 7, No 4.36.–P. 231-236. URL: https://www.researchgate.net/publication/330637151_Plants_nutrition_and_growth_stimulation_with_the_help_of_nanotechnologies

5. Кулаева, О.Н. Как свет регулирует жизнь растений/О.Н. Кулаева// Соросовский Образовательный Журнал, 2001. - № 4. - С. 6-12. URL: <https://knigogid.ru/books/1780961-kak-svet-reguliruet-zhizn-rasteniy/toread>

6. Савина, О.В. Научное обоснование, разработка и внедрение новых приемов в технологии производства и хранения картофеля, предназначенного для промышленной переработки и продовольственных целей: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / О.В. Савина; РГАУ-МСХА им. Тимирязева. - М., 2009. -39 с. URL: <https://new-dissert.ru/avtoreferats/01004696206.pdf>

7. Гранкова, Л.И. Использование некогерентного красного света для стимулирования роста и развития пробирочных растений картофеля/ Л.И. Гранкова, О.В. Савина // Аграрная Россия. - 2013. - №7. – с.9-18. URL: https://www.researchgate.net/publication/331490526_Ispolzovanie_nekogherentnogo_krasnogo_sveta_dla_stimulacii_rosta_i_razvitiya_probirochnyh_rastenij_kartofela

8. Дудин, Г.П. Стимулирующий эффект лазерного красного света, дальнего красного света и карбоната натрия на первоначальных этапах онтогенеза ячменя / Г.П. Дудин, Н.А. Жилин, С. С. Гребнева. // Вестник ВГУИТ. – 2014. – №4. – С. 124-128. - URL: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2014-4-122-128>

9. Асварова, Т.А. Эффект воздействия инфракрасного и лазерного облучения на всхожесть семян пшеницы / Т.А. Асварова, Н.Т. Гаджимусиева, А.С. Абдулаева// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (ч.9). – С. 1939-1943. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35873>

10. Савина, О.В. Стимулирование прорастания семян зерновых некогерентным красным светом: теория и практика / О.В. Савина, С.А. Руделев, А.Е. Родионова // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2015. – № 1 (25). – С. 60-65. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/1_2015.pdf

11. Битаршвили, С.В. Экспрессия генов биосинтеза и катаболизма гиббереллинов в зародышах семян ячменя, подвергшихся воздействию γ-излучения / С. В. Битаршвили, В. С. Бондаренко, С.А. Гераськин. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2019. – №3. – С. 286-292. DOI: 10.1134/S0869803119030056. URL: https://www.researchgate.net/publication/334018249_Ekspressia_genov_biosinteza_i_katabolizma_gibberellinov_v_zarodysah_seman_acmena_podvergsihsa_vozdejstviu_gamma-izlucenia



References

1. Petruhin, A.S. Intensifikatsiya prorastaniya klubney kartofelya pod dejstviem priemov predposadochnoj obrabotki/ A.S.Petruhin, V.I. Levin// *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo hoz'yajstva*. - 2014.- № 6. - S. 240-242. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issueid=1382515>
2. Problemy agronomii i agrokhimii v sovremennom sel'skohozyajstvennom proizvodstve / Kryuchkov M.M., Vinogradov D.V., Sokolov A.A., Kostin YA.V., Levin V.I. //V sb.: *Nauchno-prakticheskie iniciativy i innovatsii dlya razvitiya regionov Rossii. Materialy Nacional'noj nauchnoj konferentsii*. – Ryazan': Izd. RGATU, 2015. - S. 102-105. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42852215>
3. Vinogradov, D., Lupova, E., Khromtsev, D., Vasileva, V. The influence of bio-stimulants on productivity of coriander in the non-chernozem zone of Russia// *Bulgarian Journal of Agricultural Science*.–2018.–№ 24(6).–P. 1078–1084. URL: https://www.researchgate.net/publication/329814420_The_influence_of_bio-stimulants_on_productivity_of_coriander_in_the_non-chernozem_zone_of_Russia
4. Churilov, G. I., Churilov, D. G., Churilov, S. G., Borychev, S. N., Byshov, N. V., Churilova, V. V., Polischuk, S. D. Plants Nutrition and Growth Stimulation with the Help of Nanotechnologies// *International Journal of Engineering and Technology*.–2018.– Vol 7, No 4.36.–R. 231-236. URL: https://www.researchgate.net/publication/330637151_Plants_nutrition_and_growth_stimulation_with_the_help_of_nanotechnologies
5. Kulaeva, O.N. Kak svet reguliruet zhizn' rastenij/O.N. Kulaeva// *Sorosovskij Obrazovatel'nyj Zhurnal*, 2001. - № 4. - S. 6-12. URL: <https://knigogid.ru/books/1780961-kak-svet-reguliruet-zhizn-rasteniy/toread>
6. Savina, O.V. Nauchnoe obosnovanie, razrabotka i vnedrenie novyh priemov v tekhnologii proizvodstva i hraneniya kartofelya, prednaznachennogo dlya promyshlennoj pererabotki i prodovol'stvennyh celej: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk / O.V. Savina; RGAU-MSKHA im. Timiryazeva. - M., 2009. -39 s. URL: https://new-disser.ru/_avtoreferats/01004696206.pdf
7. Grankova, L.I. Ispol'zovanie nekogerentnogo krasnogo sveta dlya stimulirovaniya rosta i razvitiya probirochnykh rastenij kartofelya/ L.I. Grankova, O.V. Savina // *Agrarnaya Rossiya*. - 2013. - №7. – s.9-18. URL: https://www.researchgate.net/publication/331490526_Ispolzovanie_nekogerentnogo_krasnogo_sвета_dla_stimulatsii_rosta_i_razvitiya_probirochnykh_rastenij_kartofela
8. Dudin, G.P. Stimuliruyushchij effekt lazernogo krasnogo sveta, dal'nego krasnogo sveta i karbonata natriya na pervonachal'nykh etapah ontogeneza yachmenya / G.P. Dudin, N.A. ZHilin, S. S. Grebneva. // *Vestnik VGUIT*. – 2014. – №4. – S. 124-128. - URL: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2014-4-122-128>
9. Asvarova, T.A. Effekt vozdejstviya infrakrasnogo i lazernogo oblucheniya na vskhozhest' semyan pshenicy / T.A. Asvarova, N.T. Gadzhimusieva, A.S. Abdulaeva// *Fundamental'nye issledovaniya*. – 2014. – № 11 (ch.9). – S. 1939-1943. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35873>
10. Savina, O.V. Stimulirovanie prorastaniya semyan zernovykh nekogerentnym krasnym svetom: teoriya i praktika / O.V. Savina, S.A. Rudelev, A.E. Rodionova // *Vestnik FGBOU VPO RGATU*. – 2015. – № 1 (25). – S. 60-65. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/1_2015.pdf
11. Bitarishvili, S.V. Ekspressiya genov biosinteza i katabolizma gibberellinov v zarodyshah semyan yachmenya, podvergsihihsya vozdejstviyu γ-izlucheniya / S. V. Bitarishvili, V. S. Bondarenko, S.A. Geras'kin. // *Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya*. – 2019. – №3. – S. 286-292.DOI: 10.1134/S0869803119030056. URL: https://www.researchgate.net/publication/334018249_ekspressia_genov_biosinteza_i_katabolizma_gibberellinov_v_zarodyshah_seman_acmena_podvergsihsa_vozdejstviu_γ-izluchenia

Статья поступила в редакцию 24.10.2021; одобрена после рецензирования 04.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 24.10.2021; approved after reviewing 04.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 112-121
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.112-121

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 633.11:632.952
DOI: 10.36508/RSATU.2021.92.47.014

Эффективность применения микробиологического фунгицида БисолБисан, Ж и интегрированной системы защиты растений в Ростовской области

Геннадий Александрович Урбан¹, Сергей Михайлович Челбин², Ольга Евгеньевна Кротова³, Елена Анатольевна Морозова⁴, Мария Андреевна Кротова⁵

^{1,2} Филиал "Россельхозцентр" по Ростовской области, г. Ростов- на- Дону, Россия

³ Донской государственный технический университет, г. Ростов- на- Дону, Россия

^{4,5} Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

¹urban-g@list.ru

²rsc61@mail.ru

³alb9652@yandex.ru

⁴eamorozova.vlg@mail.ru

⁵ Makrot301196@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью работы являлось проведение анализа биологической эффективности интегрированной системы защиты растений, образованной при включении микробиологического фунгицида БисолбиСан, Ж в классическую схему защиты, принятую в хозяйствах Ростовской области.

Методология. В рамках выполнения плана по определению эффективности использования препаратов и их сочетаний при выращивании сельскохозяйственных культур филиалом ФГБУ «Россельхозцентр» по Ростовской области проведено полевое демонстрационное испытание системы защиты растений, включающей производимый ООО «Бисолби Плюс» фунгицид БисолбиСан, Ж, содержащий живую культуру ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, с титром не менее 100 млн. КОЕ/мл. Ризосферная бактерия, входящая в состав препарата, проявляет антагонистическую и фитостимулирующую активность, обладает способностью ферментативно лизировать клетки других бактерий и грибов, вызывает устойчивость к болезням и вредителям посредством стимуляции системных защитных реакций растения. Объект исследования — посевы озимой пшеницы сорта «Находка» с применением системы защиты растений, включающей фунгицид БисолбиСан, Ж.

Результаты. В результате успешного выполнения научно-исследовательской работы, в соответствии с техническим заданием, проанализирована биологическая эффективность интегрированной системы защиты, включающей фунгицид БисолбиСан, Ж, проведена оценка влияния исследуемой системы защиты на урожайность, качество полученного зерна, фитосанитарное состояние культуры в период вегетации.

Заключение. Таким образом, применение интегрированной системы профилактической защиты, основанной на использовании сочетания и чередования традиционных химических средств с биопрепаратами, способствует поддержанию естественного почвенного плодородия, снижает пестицидную нагрузку сельскохозяйственных угодий, предотвращает угрозу загрязнения окружающей среды, даёт возможность получать экологически чистый урожай, не содержащий остаточного количества пестицидов. Расширение использования интегрированных систем, поддержание их в течение ряда лет способствует переходу к органическому земледелию, обеспечивающему высочайшее качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: озимая пшеница, БисолбиСан, Ж, ризосферные бактерии *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, система защиты растений, урожайность, рентабельность

Для цитирования: Урбан Г. А., Челбин С. М., Кротова О. Е., Морозова Е. А., Кротова М. А. Эффективность применения микробиологического фунгицида БисолБисан, Ж и интегрированной системы защиты растений в Ростовской области // Вестник Рязанского государственного агрономического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т.13, №4. С.112-121 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.92.47.014>



Original article

The efficiency of microbiological fungicide BisolBisan, ZH and an integrated system of plant protection in Rostov region

Gennady A. Urban¹, Sergey M. Chelbin², Olga E. Krotova³✉, Elena A. Morozova⁴, Maria A. Krotova⁵

^{1,2} Branch of the "Rosselkhoz nadzor" in the Rostov region, Rostov-on-Don, Russia

³ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

^{4,5} Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russia

¹urban-g@list.ru

²rsc61@mail.ru

³alb9652@yandex.ru

⁴eamorozova.vlg@mail.ru

⁵Makrot301196@mail.ru

Abstract.

Problem and goal. The aim of the work was to analyze the biological effectiveness of the integrated plant protection system formed when the microbiological fungicide BisolbiSan, Zh was included in the classical protection scheme adopted in the farms of the Rostov region.

Methodology. As part of the implementation of the plan to determine the effectiveness of the use of drugs and their combinations in the cultivation of agricultural crops, the branch of the Federal State Budgetary Institution "Rosselkhoz nadzor" in the Rostov region conducted a field demonstration test of a plant protection system, including the fungicide BisolbiSan, Zh, produced by Bisolbi Plus LLC, containing a live culture of rhizospheric bacteria *Bacillus subtilis* strain H-13, with a titer of at least 100 million. CFU/ml. The rhizospheric bacterium, which is part of the preparation, exhibits antagonistic and phytostimulating activity, has the ability to enzymatically lyse cells of other bacteria and fungi, causes resistance to diseases and pests by stimulating systemic protective reactions of the plant. The object of the study is winter wheat crops of the Nakhodka variety with the use of a plant protection system including the fungicide BisolbiSan, Zh.

Results. As a result of the successful completion of the research work, in accordance with the terms of reference, the biological effectiveness of the integrated protection system, including the fungicide BisolbiSan, was analyzed, the impact of the studied protection system on the yield, the quality of the grain obtained, the phytosanitary condition of the crop during the growing season was assessed.

Conclusion. Thus, the use of an integrated preventive protection system based on the use of a combination and alternation of traditional chemicals with biological products contributes to the maintenance of natural soil fertility, reduces the pesticide load of agricultural land, prevents the threat of environmental pollution, makes it possible to obtain an environmentally friendly crop that does not contain a residual amount of pesticides. Expanding the use of integrated systems, maintaining them for a number of years, contributes to the transition to organic farming, which ensures the highest quality of agricultural products.

Key words: winter wheat, BisolbiSan, W, rhizospheric bacteria *Bacillus subtilis* strain H-13, plant protection system, yield, profitability

For citation: Urban G. A., Chelbin S. M., Krotova O. E., Morozova E. A., Krotova M. A. The efficiency of microbiological fungicide BisolBisan, ZH and an integrated system of plant protection in Rostov region. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2021;13(4): 112-121(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.92.47.014>

Введение

Биологизации и экологизации защиты растений, внедрению интегрированных систем защиты, основанных на профилактической роли применения энтомофагов, микробиологических родентицидов и фунгицидов, микробиологических деструкторов стерни, микробиологических удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот, в последние годы придаётся особое значение [1-3]. Проведение мероприятий, сдерживающих численность вредителей, предполагается только с учётом оценки физиологического и фитосанитарного состояния посевов, прогноза развития вредных организмов и экономических порогов вредоносности [3-6]. Наибольшую результативность в деле поддержания высокой урожайности и экологической безопасности показывает исполь-

зование интегрированных систем, направленных на получение хорошо развитых растений, проведение профилактических обработок биопрепаратами, уничтожение зимующего запаса вредных объектов и стадий размножения вредителей (заросли сорной растительности и пр.), а также выращивание сортов, устойчивых к вредителям и болезням, сохранение и активизацию деятельности природных энтомофагов [7-10]. Применение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых основной упор делается на химизацию, без учёта фактической фитосанитарной ситуации на угодьях, состояния развития растений, численности вредных организмов и стадий их развития, сопряжено с истощением естественного почвенного плодородия и деградацией полезной почвенной микробиоты, на-

коплением в почве вредных веществ (остаточного количества пестицидов, нитритов и нитратов), выработкой резистентности к пестицидам у вредителей, возбудителей болезней и сорняков [11-13]. А расширение использования интегрированных систем, поддержание их в течение ряда лет способствует переходу к органическому земледелию, обеспечивающему высочайшее качество получаемой сельскохозяйственной продукции [14-16].

Материалы и методы исследований

Место проведения опыта расположено на территории ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Ростовская область, Зерноградский район, г. Зерноград, Научный городок, 3). Участки, где проводился опыт, располагаются в Южной природно-сельскохозяйственной зоне. Исследовались посевы озимой пшеницы сорта «Находка».

Тип почв, на которых проводилось выращивание культуры – обыкновенные чернозёмы, гранулометрический состав почв – тяжелосуглинистый.

Площадь контрольного и опытного участков – по 0,024 га.

На участки (опытный и контрольный) 27.08.2020 вносился аммофос 10:48 в дозе 100 кг/га. Распределённое по поверхности поля удобрение заделывалось в почву культивацией. Сев проводился 27.09.2020 сеялкой СС-11 «Альфа». Глубина заделки семян составляла 5 см. Прорастание произошло при температурах воздуха от 10° С до 21° С.

На опытном участке применялась система защиты растений, построенная на использовании в баковых смесях трёх химических пестицидов (инсектицида, фунгицида, гербицида), жидкого органоминерального удобрения и микробиологического фунгицида БисолбиСан, Ж. На контрольном участке обработки не проводились.

Результаты исследований

Обработки пестицидами на опытном участке проводились согласно утвержденной схеме опыта (таблица 1).

Табл. 1 – Схема проведённых обработок

Дата проведения обработки	Фаза культуры	Расход рабочей жидкости л/т, л/га.	Применённый препарат	Норма расхода, л/т, л/га, т/га
24.09.2020	Семена	10	Имидор Про, КС	1,2
			Бенефис, МЭ	0,8
			Биостим старт	1,0
			БисолбиСан, Ж	1,0
08.04.2021	Выход в трубку	200	Примадонна, СЭ	0,9
			БисолбиСан, Ж	2,0
07.05.2021	Начало колошения	200	БисолбиСан, Ж	2,0

Проведение обработок озимой пшеницы препаратами производилось в три этапа, заключающихся в проведении предпосевной обработки семян и двух обработок посевов в течение периода вегетации

I этап. Предпосевная обработка семян.

В состав баковой смеси для обработки семян включались следующие препараты: химический инсектицид Имидор Про, КС в дозе 1,2 л/т для защиты всходов от повреждения личинками хлебной жужелицы и злаковыми мухами; химический фунгицид Бенефис, МЭ в дозе 0,8 л/т для защиты прорастающих семян и всходов от выявленных при проведении фитопатологической экспертизы возбудителей фузариозных и гелиминтоспориозных корневых гнилей, плесневения семян (в том числе альтернариозной семенной инфекции), а также для профилактики заражения мучнистой росой (на ранних фазах развития), снежной плесенью, пыльной и твёрдой головнёй; жидкое органоминеральное удобрение Биостим марки Старт в дозе 1,0 л/т для стимуляции прорастания семян и развития корневой системы; микробиологический фунгицид БисолбиСан, Ж в дозе 1,0 л/т для защиты прорастающих семян и всходов от выявленных при проведении фитопатологической экспертизы возбудителей плесневения, фузариозных и гелиминтоспориозных корневых гнилей, а также

для усиления иммунитета растений, преодоления последствий химического стресса, вызываемого химическими пестицидами, повышения всхожести и дружности прорастания семян, стимуляции интенсивного роста и развития растений, повышения устойчивости растений к осенним заморозкам.

II этап. Первая обработка в период вегетации (рис. 1).



Рис. 1 – Проведение первой обработки посевов 08.04.2021
(Carrying out the first processing of crops 08.04.2021)

Первая обработка посевов в период вегетации проведена 08.04.2021 при температуре воздуха 3° С в фазу выхода в трубку культуры. В состав



баковой смеси для обработки было включено два препарата – гербицид Примадонна, СЭ в дозе 0,9 л/га для защиты от засорения посевов двудольными сорняками на ранних фазах роста последних и микробиологический фунгицид БисолбиСан, Ж в дозе 2,0 л/га для усиления иммунитета и устойчивости растений к поражению листовыми болезнями, такими как мучнистая роса, септориоз, пиренофороз и преодоления последствий химического стресса, вызываемого гербицидом, стимуляции интенсивного роста и развития растений, повышения устойчивости растений к утренним весенним заморозкам и нехватке влаги.

III этап. Вторая обработка в период вегетации (рис. 2).



Рис. 2 – Проведение второй обработки посевов 07.05.2021
(Carrying out the second processing of crops 07.05.2021)

Вторая обработка посевов проведена 07.05.2021 при температуре воздуха 14° С в фазу колошения культуры. Обработка проводилась микробиологическим фунгицидом БисолбиСан, Ж в дозе 2,0 л/га для усиления иммунитета и устойчивости

растений к поражению листовыми болезнями (такими, как мучнистая роса, септориоз, пиренофороз), стимуляции интенсивного роста и развития растений, повышения устойчивости растений к нехватке влаги, увеличения урожайности.

Результаты фитопатологической экспертизы семян, проведённой перед посевом, показали общую заражённость, равную 32 %. Заражённость фузариозом составила 3 %, гельминтоспориозом – 2 %, что свидетельствовало о вероятности развития на посевах фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей. Заражённость преимущественно сапрофитными грибами – альтернарией и плесневыми грибами составила преимущественно 18 % и 9 %. На всех участках посевы развивались нормально. Фитосанитарное состояние перед зимовкой было хорошим, болезни отсутствовали. Количество растений озимой пшеницы, достигших фазы кущения, к 23.10.2020 составляло при подсчёте на 1 погонный метр на контрольном участке 64 экземпляра, а на опытном — 67 экземпляров.

К 01.11.2020 высота растений озимой пшеницы как на контрольном, так и на опытном участках составляла в среднем 19,5 см. Высота растений озимой пшеницы на контрольном участке в фазе кущения 19.03.2021 составляла 27-32 см, в фазе выхода в трубку 08.04.2021 – 40-44 см, в начале фазы колошения 07.05.2021 – 47-62 см. Высота растений озимой пшеницы на опытном участке в фазе кущения 19.03.2021 составляла 27-32 см, в фазе выхода в трубку 08.04.2021 – 40-44 см, в начале фазы колошения 07.05.2021 – 56-68 см.

Фитосанитарные обследования посевов в целях определения эффективности испытываемой системы защиты производились 23.10.2020, 01.11.2020, 19.03.2021, 08.04.2021, 07.05.2021, 29.05.2021 (табл. 2, табл. 3, рисунки 3-11).

Таблица 2 – Результаты фитосанитарного мониторинга на участках испытаний

Дата проведения обследования	Фаза культуры	Участок	Заболевание	Распространение, %	Развитие, %
19.03.2021	Конец кущения	Контроль	Септориоз	9	0,5
			Корневые гнили	12	1,5
		Опыт	Септориоз	7	0,4
			Корневые гнили	3	0,1
08.04.2021	Выход в трубку	Контроль	Септориоз	20	2,0
			Корневые гнили	15	1,5
		Опыт	Септориоз	13	1,3
			Корневые гнили	3	0,1
17.04.2021	Флаговый лист	Контроль	Септориоз	14	1,4
			Корневые гнили	15	0,7
		Опыт	Септориоз	5	0,3
			Корневые гнили	3	0,2



Продолжение таблицы 2

07.05.2021	Начало ко- лошения	Контроль	Септориоз	5	0,3
			Корневые гнили	15	0,3
		Опыт	Септориоз	2	0,1
			Корневые гнили	3	0,1
29.05.2021	Восковая спе- лость	Контроль	Септориоз	0	0
			Корневые гнили	13	0,2
		Опыт	Септориоз	0	0
			Корневые гнили	2	0,1

Заражение корневыми гнилями и септориозом проявлялось как на опытной делянке, так и на контрольной. На опытном участке развитие и распространение заболеваний было ниже, чем на

контрольном участке. Сорная растительность на посевах не наблюдалась. Вредители (обыкновенная пьявица и трипсы) отмечались с незначительной численностью.

Таблица 3 – Результаты фитосанитарного мониторинга на участках испытаний

Дата	Фаза культуры	Участок	Вредитель	Численность, экз./растение
19.03.2021	Конец кущения	Контроль	–	0
			–	0
08.04.2021	Выход в трубку	Контроль	Пьявица	2
			Пьявица	2
17.04.2021	Флаговый лист	Контроль	Пьявица	3
			Трипсы	1
		Опыт	Пьявица	2
			Трипсы	1
07.05.2021	Начало колоше- ния	Контроль	Пьявица	0
			Трипсы	3
		Опыт	Пьявица	0
			Трипсы	3
29.05.2021	Восковая спелость	Контроль	Пьявица	0
			Трипсы	0
		Опыт	Пьявица	0
			Трипсы	0



Рис. 3 – Озимая пшеница на контрольном участке 19.03.2021
(Winter wheat at the control site 19.03.2021)

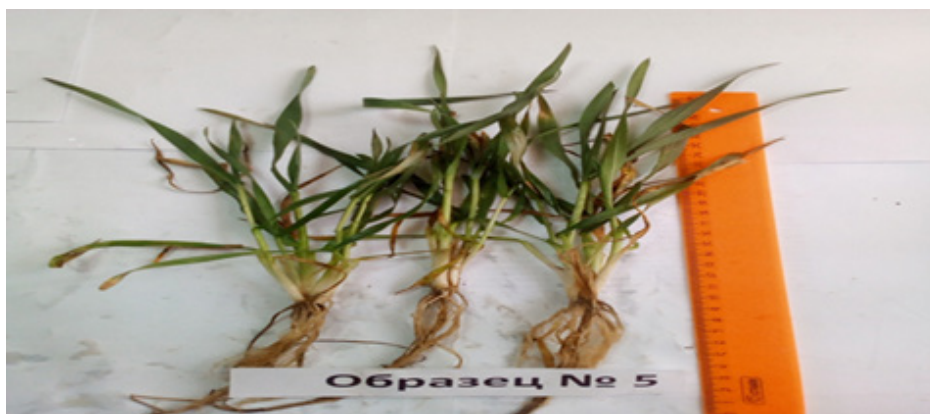


Рис. 4 – Озимая пшеница на опытном участке 19.03.2021
(Winter wheat at the experimental site 19.03.2021)

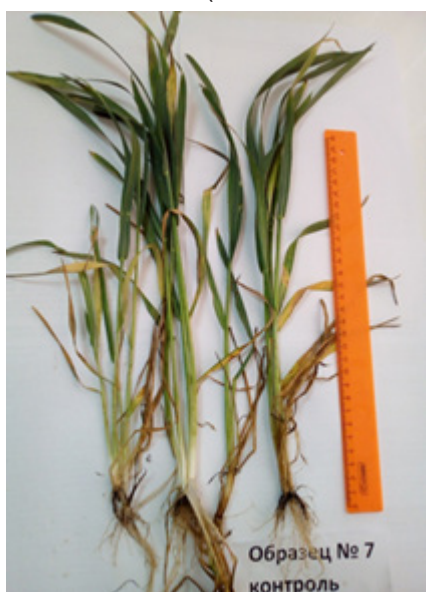


Рис. 5 – Озимая пшеница на контрольном участке 08.04.2021
(Winter wheat at the control site 08.04.2021)

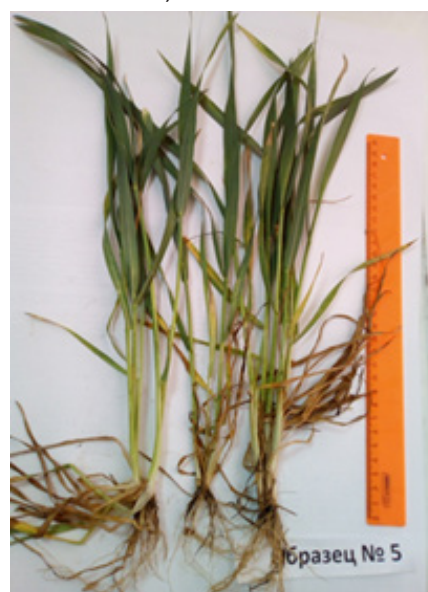


Рис. 6 – Озимая пшеница на опытном участке 08.04.2021
(Winter wheat at the experimental site 08.04.2021)



Рис. 7 – Озимая пшеница на контрольном участке 07.05.2021
(Winter wheat at the control site 07.05.2021)



Рис. 8 – Озимая пшеница на опытном участке 07.05.2021
(Winter wheat at the experimental site 7.05.2021)



Рис. 9 – Посевы на контрольном участке в фазе в фазе созревания
(Crops at the control site in the phase in the ripening phase)



Рис. 10 – Посевы на опытном участке в фазе созревания
(Crops on the experimental plot in the ripening phase)

Таблица 4 – Результаты определения урожайности и рентабельности

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га	Влажность зер- на, %	Содержание	
				белка, %	клейковины, %
1	Контроль	39,8	5,6	16,88	27,80
2	Опыт	43,6	5,5	17,41	28,80



Рис. 11 – Уборка урожая озимой пшеницы 12.07.2021
(Harvesting of winter wheat 12.07.2021)

Заключение

Результаты проведенного исследования дают основание для ряда выводов об эффективности использования исследованной системы защиты растений в агроклиматических условиях Южной природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области.

Предпосевная обработка семян микробиологическим фунгицидом БисолбиСан, Ж помимо того, что защитила семена и всходы от вредоносной деятельности возбудителей корневых гнилей и плесневения семян, оказала влияние на повышение полевой всхожести, активизацию ростовых и формообразовательных процессов, повышение устой-



чивости всходов к неблагоприятным факторам (таким, как повреждение вредителями, заморозки, нехватка влаги, а также стресс, вызываемый применением химических пестицидов), стимулировав прорастание семян и развитие корневой системы на фоне защитного действия химических протравителей — инсектицида Имидор Про, КС и фунгицида Бенефис, МЭ. Это позволило получить здоровые развитые всходы, быстро достигшие стадии кущения перед зимовкой.

Обработки посевов в фазу выхода в трубку и в фазу колошения культуры микробиологическим фунгицидом БисолбиСан, Ж благотворно сказались на повышении устойчивости к неблагоприятным факторам среды, улучшении фитосанитарного состояния и качества зерна, увеличении урожайности.

Следует отметить положительное влияние исследуемой системы защиты на улучшение развития растений, позволявшее преодолевать неблагоприятные последствия при появлении корневых гнилей и септориоза.

С течением времени на контрольном участке

доля распространения и развития данных заболеваний постепенно увеличивалась на протяжении всех фаз развития пшеницы вплоть до фазы «колошение». Величина распространения корневых гнилей на контрольном участке увеличилась с 12 % до 15 %, тогда как на опытном участке распространение и развитие заболевания остановилось на уровне 3 %. К наступлению фазы флагового листа распространение септориоза на опытной площадке составило 5 %, что в 3 раза ниже, чем в контроле.

Установлено, что использованная система защиты практически не вызывает снижения качества зерна — по среднему содержанию белка и клейковины зерно на опытном участке (соответственно 17,41 % и 28,8 %) даже несколько превосходит зерно, полученное с контрольного участка (16,88 % и 27,8 % соответственно).

При стоимости зерна озимой пшеницы 1100 руб./ц, прибавке урожая в опыте 3,8 ц/га по отношению к контролю (табл. 5) и затратах на опытную систему защиты в размере 3357 руб./га прибыль составила 823 руб./га.

Табл. 5 – Рентабельность опытной схемы защиты растений

№ п/п	Вариант	Урожайность при естественной влажности зерна, ц/га	Стоимость урожая без учёта затрат, руб./га	Стоимость урожая с учётом затрат, руб./га
1	Контроль	39,8	43 780	43 780
2	Опыт	43,6	47 960	44 603

Стоит отметить, что при соблюдении оптимального севооборота и использовании результатов фитопатологической экспертизы посевного материала возможно оптимизировать классическую схему защиты путём добавления биопрепаратов ООО «Бисолби Плюс» с целью снижения расходов при проведении предпосевного протравливания.

Фунгицид БисолбиСан, содержащий культуру ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* штамма Ч-13, подавляет прорастание спор и рост мицелия фитопатогенных грибов за счёт многостороннего воздействия бактериальных метаболитов (литических ферментов и антибиотиков), не вызывая формирования резистентности у возбудителей заболеваний. Усиливает иммунитет и устойчивость растений, стимулирует выработку фенольных соединений и фитоалексинов. Снимает химический стресс, вызванный пестицидами, повышает всхожесть и дружность прорастания семян, стимулирует интенсивный рост и развитие растений, повышает устойчивость растений к стрессам, вызываемым заражением возбудителями заболеваний, повреждением вредителями, заморозками и нехваткой влаги. При этом препарат не фитотоксичен в рекомендуемых дозах и совместим в баковых смесях с химическими фунгицидами, инсектицидами, гербицидами и удобрениями, не опасен для рыб, дождевых червей и дикой фауны.

Особенно важно, что применение интегрированной системы профилактической защиты, основанной на использовании сочетания и че-

редования традиционных химических средств с биопрепаратами, способствует поддержанию естественного почвенного плодородия, снижает пестицидную нагрузку сельскохозяйственных угодий, предотвращает угрозу загрязнения окружающей среды, даёт возможность получать экологически чистый урожай, не содержащий остаточного количества пестицидов. Расширение использования интегрированных систем, поддержание их в течение ряда лет способствует переходу к органическому земледелию, обеспечивающему высочайшее качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Список источников

1. Ступин, А.С. Основные элементы интегрированной защиты растений / А. С. Ступин // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: сб. науч. тр. - Рязань, 2017. - С. 438-444. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28851094&pff=1>
2. Ступин, А.С. Опасные вредители зерновых культур / А.С. Ступин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. - Рязань, 2014. - С. 215-218. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25142520&pff=1>
3. Ступин, А.С. Основные принципы использования экономических порогов вредоносности в защите растений / А.С. Ступин // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного произ-



водства на современном этапе: сб. науч. тр. - Рязань, 2002. - С.73-75. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18933976>

4. Meunier, C. A modelling chain combining soft and hard models to assess a bundle of ecosystem services provided by a diversity of cereal-legume intercrops / Meunier, C., Alletto, L., Bedoussac, L., Bergez, J.-E., Casadebaig, P., Constantin, J., Gaudio, N., Mahmoud, R., Aubertot, J.-N., Celette, F., Guinet, M., Jeuffroy, M.-H., Robin, M.-H., Médiène, S., Fontaine, L., Nicolardot, B., Pelzer, E., Souchère, V., Voisin, A.-S., Rosières, B., Casagrande, M., Martin, G. // *European Journal of Agronomy*. 2022. 132, article № 126412 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085118528069&doi=10.1016%2fj.eja.2021.126412&partnerID=40&md5=0c7869a55208f05c98871f909d1c2ba0>

5. Reutov V.E. Russia's food security as a component of the state's economic security: import substitution in the federal districts of the Russian Federation / Reutov V.E., Burkaltseva D.D., Zmiyak S.S., Kuzmina K.V., Osipova A.V. // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol. 198. Pp. 870-885. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46854018>

6. Alexandrovskaya L.A. The influence of ecological and reclamation factors on the state of the environment within the framework of agro-reclamation system / Alexandrovskaya L.A., Cheshev A.S. // *Terra Economicus*. 2014. Vol. 12. № 2-3. Pp. 84-88. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22917192>

7. Glazunova N.N. The effect of herbicides on the infestation of winter wheat crops / Glazunova N.N., Bezgina J.A., Shipulya A.N., Volosova E.V., Pashkova E.V. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839 (2), article № 022041 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085117366846&doi=10.1088%2f17551315%2f839%2f2%2f022041&partnerID=40&md5=ea305c69a6b0968610270df9321c1d86>

8. Cohen Y. Effective control of two genotypes of *Phytophthora infestans* in the field by three oxathiapiprolin fungicidal mixtures / Cohen Y., Rubin A.E., Galperin M. // *PLoS ONE*, 16 (10 October), article № 0258280 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085116901626&doi=10.1371%2fjournal.pone.0258280&partnerID=40&md5=5526a2d14e15da7bad395acabca58a46>

9. Kahn T.W. A *Bacillus thuringiensis* Cry protein controls soybean cyst nematode in transgenic soybean plants / Kahn T.W., Duck N.B., McCarville M.T., Schouten L.C., Schweri K., Zaitseva J., Daum J. // *Nature Communications*, 12 (1), article № e3380 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085107594092&doi=10.1038%2fs41467021237433&partnerID=40&md5=74cb952d4a686e6be4938ac48cb614766>

10. Lyu L. Size-dependent transformation, uptake, and transportation of SeNPs in a wheat-

soil system / Lyu L., Wang H., Liu R., Xing W., Li J., Man Y.B., Wu F. // *Journal of Hazardous Materials*, 424, article № 127323 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85116048497&doi=10.1016%2fj.jhazmat.2021.127323&partnerID=40&md5=f19163706dd2f832fbdde46e495ae919>

11. Jevtić R. The relationship between fusarium head blight traits, thousand-kernel weight, and yield in winter wheat / Jevtić R., Skenderović N., Župunski V., Lalošević M., Orbović B., Maširević S. // *Scientia Agricola*. 2022. 79 (3), article № e20200046 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085108818150&doi=10.1590%2f1678992X20200046&partnerID=40&md5=775ee2daf3e31609cc212bee7c89962a>

12. Bayat M. Postemergence herbicide combinations for effective Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / Bayat M., Zargar M. // *Acta Physiologiae Plantarum*. 2021. 43 (12), article № 150 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085118193506&doi=10.1007%2fs11738021033221&partnerID=40&md5=572e329091369487c5d6c6b649dfb123>

13. Li H. Irrigation has a higher impact on soil bacterial abundance, diversity and composition than nitrogen fertilization / Li H., Wang H., Jia B., Li D., Fang Q., Li R. // *Scientific Reports*. 2021. 11 (1), article № 16901 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085113201727&doi=10.1038%2fs41598021962346&partnerID=40&md5=4ffa9d06f20cd71d6f3042759052c6fa>

14. Cruppe G. Experimental and producer-reported data quantify the value of foliar fungicide to winter wheat and its dependency on genotype and environment in the U.S. central Great Plains // Cruppe G., DeWolf E., Jaenisch B.R., Andersen Onofre K., Valent B., Fritz A.K., Lollato R.P. // *Field Crops Research*. 2021. 273, article № 108300 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085115024783&doi=10.1016%2fj.fcr.2021.108300&partnerID=40&md5=4e10eb349f0a1271210ef90c70d7d835>

15. Biochar and fertilization effects on weed incidence in winter wheat / Brozović B., Jug I., Jug D., Stipešević B., Ravlić M., Đurđević B. // *Agronomy*. 2021. 11 (10), article № 2028 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085117416883&doi=10.3390%2fagronomy11102028&partnerID=40&md5=ea821464c96b825dfefdc6c43bbca1579>

16. Bakaeva N.P. Efficiency of growth regulators with anti-stress properties in agricultural technology of winter wheat in the Middle Volga region/ Bakaeva N.P. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848 (1), article № 012121- URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085116484799&doi=10.1088%2f17551315%2f848%2f1%2f012121&partnerID=40&md5=0f169ef853619e34bc9e67e370e447dd>

References

1. Stupin, A.S. *Osnovnye elementy integrirovannoj zashchity rastenij* / A. S. Stupin // *Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh resursosberegayushchih tekhnologij v APK: sb. nauch. tr. - Ryazan'*, 2017. - S. 438-444. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28851094&pff=1>
2. Stupin, A.S. *Opasnye vrediteli zernovykh kul'tur* / A.S. Stupin // *Sovremennye energo- i resursosberegayushchie, ekologicheski ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva:*



sb. nauch. tr. - Ryazan', 2014. - S. 215-218. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25142520&pff=1>

3. Stupin, A.S. Osnovnye principy ispol'zovaniya ekonomicheskikh porogov vredonosnosti v zashchite rastenij / A.S. Stupin // Aktual'nye problemy ekologii i sel'skhozaystvennogo proizvodstva na sovremennom etape: sb. nauch. tr. - Ryazan', 2002. - S. 73-75. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18933976>

4. Meunier, C. A modelling chain combining soft and hard models to assess a bundle of ecosystem services provided by a diversity of cereal-legume intercrops / Meunier, C., Alletto, L., Bedoussac, L., Bergez, J.-E., Casadebaig, P., Constantin, J., Gaudio, N., Mahmoud, R., Aubertot, J.-N., Celette, F., Guinet, M., Jeuffroy, M.-H., Robin, M.-H., Médiène, S., Fontaine, L., Nicolardot, B., Pelzer, E., Souchère, V., Voisin, A.-S., Rosiès, B., Casagrande, M., Martin, G. // European Journal of Agronomy. 2022. 132, article № 126412 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085118528069&doi=10.1016%2fj.eja.2021.126412&partnerID=40&md5=0c7869a55208f05c98871f909d1c2ba0>

5. Reutov V.E. Russia's food security as a component of the state's economic security: import substitution in the federal districts of the Russian Federation / Reutov V.E., Burkaltseva D.D., Zmiyak S.S., Kuzmina K.V., Osipova A.V. // Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 198. Pp. 870-885. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46854018>

6. Alexandrovskaya L.A. The influence of ecological and reclamation factors on the state of the environment within the framework of agro-reclamation system / Alexandrovskaya L.A., Cheshev A.S. // Terra Economicus. 2014. Vol. 12. № 2-3. Pp. 84-88. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22917192>

7. Glazunova N.N. The effect of herbicides on the infestation of winter wheat crops / Glazunova N.N., Bezgina J.A., Shipulya A.N., Volosova E.V., Pashkova E.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 839 (2), article № 022041 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085117366846&doi=10.1088%2f17551315%2f839%2f2%2f022041&partnerID=40&md5=ea305c69a6b0968610270df9321c1d86>

8. Cohen Y. Effective control of two genotypes of *Phytophthora* infestans in the field by three oxathiapiprolin fungicidal mixtures / Cohen Y., Rubin A.E., Galperin M. // PLoS ONE, 16 (10 October), article № 0258280 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085116901626&doi=10.1371%2fjournal.pone.0258280&partnerID=40&md5=5526a2d14e15da7bad395acabca58a46>

9. Kahn T.W. A *Bacillus thuringiensis* Cry protein controls soybean cyst nematode in transgenic soybean plants / Kahn T.W., Duck N.B., McCarville M.T., Schouten L.C., Schweri K., Zaitseva J., Daum J. // Nature Communications, 12 (1), article № e3380 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085107594092&doi=10.1038%2fs41467021237433&partnerID=40&md5=74cb952d4a686ebe4938ac48cb614766>

10. Lyu L. Size-dependent transformation, uptake, and transportation of SeNPs in a wheat-soil system / Lyu L., Wang H., Liu R., Xing W., Li J., Man Y.B., Wu F. // Journal of Hazardous Materials, 424, article № 127323 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085116048497&doi=10.1016%2fj.jhazmat.2021.127323&partnerID=40&md5=f19163706dd2f832fbdde46e495ae919>

11. Jevtić R. The relationship between fusarium head blight traits, thousand-kernel weight, and yield in winter wheat / Jevtić R., Skenderović N., Župunski V., Lalošević M., Orbović B., Maširević S. // Scientia Agricola. 2022. 79 (3), article № e20200046 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085108818150&doi=10.1590%2f1678992X20200046&partnerID=40&md5=775ee2daf3e31609cc212bee7c89962a>

12. Bayat M. Postemergence herbicide combinations for effective Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / Bayat M., Zargar M. // Acta Physiologiae Plantarum. 2021. 43 (12), article № 150 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085118193506&doi=10.1007%2fs11738021033221&partnerID=40&md5=572e329091369487c5d6c6b649dfb123>

13. Li H. Irrigation has a higher impact on soil bacterial abundance, diversity and composition than nitrogen fertilization / Li H., Wang H., Jia B., Li D., Fang Q., Li R. // Scientific Reports. 2021. 11 (1), article № 16901 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085113201727&doi=10.1038%2fs41598021962346&partnerID=40&md5=4ffa9d06f20cd71d6f3042759052c6fa>

14. Cruppe G. Experimental and producer-reported data quantify the value of foliar fungicide to winter wheat and its dependency on genotype and environment in the U.S. central Great Plains // Cruppe G., DeWolf E., Jaenisch B.R., Andersen Onofre K., Valent B., Fritz A.K., Lollato R.P. // Field Crops Research. 2021. 273, article № 108300 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085115024783&doi=10.1016%2fj.fcr.2021.108300&partnerID=40&md5=4e10eb349f0a1271210ef90c70d7d835>

15. Biochar and fertilization effects on weed incidence in winter wheat / Brozović B., Jug I., Jug D., Stipešević B., Ravlić M., Đurđević B. // Agronomy. 2021. 11 (10), article № 2028 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085117416883&doi=10.3390%2fagronomy11102028&partnerID=40&md5=ea821464c96b825dfef6c43bbca1579>

16. Bakaeva N.P. Efficiency of growth regulators with anti-stress properties in agricultural technology of winter wheat in the Middle Volga region / Bakaeva N.P. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 848 (1), article № 012121 - URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.085116484799&doi=10.1088%2f17551315%2f848%2f1%2f012121&partnerID=40&md5=0f169ef853619e34bc9e67e370e447dd>

Статья поступила в редакцию 27.11.2021; одобрена после рецензирования 04.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 27.11.2021; approved after reviewing 04.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 122-129
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp. 122-129

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 621.43.068.4
DOI: 10.36508/RSATU.2021.99.48.015

Сравнение экологических характеристик выхлопного газа, прошедшего очистку системой снижения токсичности

Тимофей Николаевич Бегунков¹✉

¹ Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

¹tbegunkov@gmail.com

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследования, является проверка эффективности системы очистки выхлопных газов, представленной в данной статье. Нормирование токсичности выхлопных газов является главным стимулом к подобным исследованиям. Доля сельскохозяйственной техники с дизельными двигателями внутреннего сгорания очень велика, и основной причиной загрязнений производственных помещений является работа мобильных энергетических средств внутри закрытых помещений. Для сельскохозяйственных предприятий вопрос экологичности стоит очень остро. Всё это мотивирует проведение подобных исследований.

Методология. Образец системы выглядит перспективно для дальнейшей модернизации и повышения эффективных показателей по очистке выхлопного газа дизельного двигателя внутреннего сгорания от токсичных компонентов, таких как оксиды азота, оксид углерода. Объектом исследования является устройство для снижения токсичности выхлопных газов с терморегулируемым каталитически активным элементом. Методика исследования комбинированная, подготовлена самостоятельно на основе метода NEDC (New European Driving Cycle, новый европейский цикл движения). Выбросы NOx и CO измеряли с помощью газоанализатора Delta 65-S. Основными элементами экспериментальной установки являются дизельный двигатель и асинхронный тормозной механизм для моделирования реальных условий движения. Представленная система очистки выхлопных газов позволяет добиться серьёзного снижения доли NOx в период от запуска холодного двигателя до выхода катализатора на рабочую температуру.

Результаты. Снижения доли NOx удалось добиться в первом временном диапазоне эксперимента: в период от запуска двигателя до выхода выхлопной системы на рабочую температуру (первые 5-8 минут после запуска двигателя). С предварительно нагретым каталитически активным элементом доля содержания NOx снизилась на 23 % по сравнению с работой системы без предварительного нагрева катализатора. Работа системы при стационарных режимах показала снижение доли CO и NOx на 5-8 %, что также является эффективным. Заключение. Работа, приведенная в статье, может предоставить полезные конструктивные решения для дальнейших исследований рассматриваемой системы очистки выхлопных газов дизельных двигателей.

Ключевые слова: дизельные двигатели внутреннего сгорания, выхлопной газ, выбросы двигателей, оксид азота, токсичность выхлопных газов двигателей, экологические стандарты

Для цитирования: Бегунков Т. Н. Сравнение экологических характеристик выхлопного газа, прошедшего очистку системой снижения токсичности // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева 2021. Т13, №4. С. 122-129 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.99.48.015>

© Бегунков Т. Н., 2021 г.



Original article

Comparison of environmental characteristics of exhaust gas treated with a toxicity reduction system**Timofey N. Begunkov**¹,✉¹ Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia¹tbegunkov@gmail.com**Abstract.**

The problem and the goal. The purpose of the study is to test the effectiveness of the exhaust gas purification system presented in this article. Rationing the toxicity of exhaust gases is the main incentive for such studies. The share of agricultural machinery with diesel internal combustion engines is very large, and the main cause of pollution of industrial premises is the operation of mobile energy facilities inside enclosed spaces. For agricultural enterprises, the issue of environmental friendliness is very acute. All this motivates such research.

Methodology. The sample of the system looks promising for further modernization and improvement of effective indicators for cleaning the exhaust gas of a diesel internal combustion engine from toxic components such as nitrogen oxides, carbon monoxide. The object of the study is a device for reducing the toxicity of exhaust gases with a temperature-controlled catalytically active element. The research methodology is combined, prepared independently on the basis of the NEDC method (New European Driving Cycle, new European driving Cycle). NOx and CO emissions were measured using a Delta 65-S gas analyzer. The main elements of the experimental setup are a diesel engine and an asynchronous braking mechanism to simulate real driving conditions. The presented exhaust gas purification system makes it possible to achieve a serious reduction in the proportion of NOx in the period from the start of a cold engine to the release of the catalyst to the operating temperature.

Results. The decrease in the share of NOx was 23%. The operation of the system in stationary modes showed a decrease in the proportion of CO and NOx by 5-8%. Which is also an effective unit.

Conclusion. The work presented in this article may provide useful design considerations for further research of the presented diesel exhaust gas purification system.

Key words: diesel internal combustion engines, exhaust gas, engine emissions, nitrogen oxide, engine exhaust toxicity, environmental standards

For citation: Begunkov T. N. Comparison of environmental characteristics of exhaust gas treated with a toxicity reduction system. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13(4): 122-129. (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.99.48.015>

Введение

За последние два десятилетия эффективные и экологически чистые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) стали основным требованием общестественности. Чтобы удовлетворить эти требования, во всем мире проводится множество исследований. Многие исследователи уже сосредоточились на передовых технологиях модернизации двигателей для повышения их эффективности; тем не менее, текущие стандарты выбросов подталкивают к проведению некоторых фундаментальных исследований для уменьшения образования токсичных веществ внутри камеры сгорания и к разработке усовершенствованных систем доочистки для сокращения выбросов из выхлопной трубы. В статье рассматривается повышение производительности и сокращение выбросов за счет использования технологий последующей обработки выхлопных газов [1,3,16,17].

ДВС находят широкое применение во многих секторах экономики. Однако выбросы двигателей вызывают серьезную озабоченность, поскольку они вносят значительный вклад в глобальное загрязнение воздуха. Ухудшение качества воздуха отрицательно сказывается на людях и природе. Выбросы двигателя включают монооксид углерода

(CO), несгоревшие углеводороды (HC), оксиды азота (NOx) и твердых частиц (ТЧ). В глобальном масштабе эти выбросы строго регулируются различными органами.

Серьезные проблемы, связанные с выбросами двигателя, можно решить с помощью эффективных и современных устройств последующей обработки выхлопных газов. Использование устройств доочистки выхлопных газов – один из эффективных способов сокращения выбросов двигателя для соблюдения строгих норм выбросов. Эти устройства предполагают сложные химические реакции. В данной статье основное внимание уделяется сокращению NOx, поскольку NOx является одним из самых опасных токсичных компонентов выхлопных газов ДВС. Существующие системы, используемые в выхлопных системах ДВС – это азотные ловушки (LNT) и катализаторы селективного каталитического восстановления (SCR). У каждого устройства последующей обработки есть свои преимущества и недостатки. За последние десятилетия были разработаны различные интегрированные системы доработки выхлопных газов для устранения недостатков и повышения эффективности контроля выбросов [3,4,13,15].

Нормирование токсичности выхлопных газов



является главным стимулом к созданию автомобилей с требуемыми экологическими показателями. В нашей стране нормирование токсичности ОГ началось в 1970 г. с утверждением специального ГОСТ 16533-70. В настоящее время существуют стандарты, разработанные в США, Европе и Японии, представляющие собой регионы с наиболее жестким нормированием выбросов. Эти стандарты постоянно совершенствуются, а нормы становятся все более жесткими. Сформировалась четкая тенденция приближения европейских стандартов к стандартам США. Российские стандарты уже сейчас во многом идентичны Правилам №83.03 ЕЭК ООН, предусматривающим пять типов испытаний [3,17,18].

С 2015 года в Европе введен экологический стандарт Евро-6. По своим требованиям Евро-6 близок к действующему с 2010 года экологическому стандарту EPA10 в США и японскому Post NLT. Новый европейский стандарт облегчит согласованную разработку будущих единых норм.

В соответствии с Техническим регламентом № 609 «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ» экологический класс Евро-5 был введен с 1 января 2016 года. В Европе ожидается принятие Евро-7 в 2025 году [4,6,11,12,14].

Строгие меры, предпринимаемые руководителями множества государств, приводят к большому интересу по усовершенствованию двигателей внутреннего сгорания. Эти усовершенствования касаются конструктивной схемы двигателей, рабочего процесса, использования комбинированных топлив, и, главное, систем последующей очистки выхлопных газов.

Объекты и методы исследования

В данном исследовании стоит задача проверки эффективности работы системы для снижения токсичности выхлопных газов. Выхлопной газ, как продукт эксплуатации двигателей внутреннего сгорания, является опасным сопутствующим явлением для окружающей среды, человека, сельскохозяйственных животных и растений. Устройство и способ описаны патентом, а его принципиальная схема представлена на рисунке 1 [2].

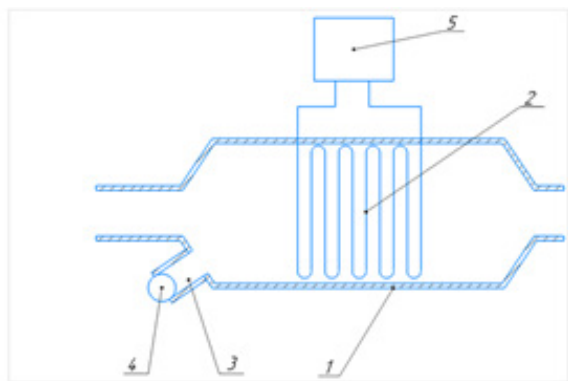


Рис. 1 – Схема устройства для очистки выхлопных газов
(Diagram of the exhaust gas cleaning device)

На рисунке 1 введены следующие обозначения: 1 – камера устройства; 2 – каталитически активный элемент; 3 – канал для подачи воздуха; 4 – компрессор; 5 – терморегулятор.

Устройство может производить очистку выхлопных газов от множества компонентов, но в данном исследовании нас интересует снижение доли оксидов азота (NO_x) и окиси углерода (CO) в выхлопном газе. Методика исследования комбинированная, подготовлена самостоятельно на основе метода NEDC (New European Driving Cycle, новый европейский цикл движения) Новый европейский цикл движения (NEDC) – это цикл движения, последний раз обновленный в 1997 году, предназначенный для оценки уровня выбросов автомобилей и экономии топлива. Он также упоминается как цикл MVEG (Группа по выбросам автотранспортных средств). Его адаптация и составляет суть метода, который применяется в данном исследовании [6,8,11].

Выбросы NO_x и CO измерялись как перед устройством, так и после прохождения системы последующей обработки. Испытания проводились с полностью автономной работой терморегулятора (отключенного) и с нагревом каталитически активного элемента при различных комбинациях частот вращения двигателя и эффективного крутящего момента (соответствующего различным скоростям транспортного средства) в устойчивых условиях, выбранных из NEDC. Также были проведены испытания, охватывающие процесс нагрева двигателя в течение всего NEDC, чтобы сравнить, какой из вариантов нагревания каталитически активного элемента будет эффективнее в сокращении выбросов от выхлопных газов.



Рис. 2 – Схема экспериментальной установки
(Scheme of the experimental installation)

Двигатель в экспериментальной установке не имеет всех современных систем очистки выхлопных газов, как и большинство двигателей, исполь-



зуемых на мобильных энергетических средствах в агропромышленном комплексе РФ. Актуальность работы обоснована этим фактом. В особенности это актуально для мелких крестьянско-фермерских угодий, где материальное положение не всегда позволяет закупать современные мобильные энергетические средства. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 2 [3,7,9,10]. Выбросы NOx и CO измеряли с помощью газоанализатора Delta 65-S. Газообразные выбросы также отбирались перед системой последующей обработки и после.

Экспериментальная часть

В этом исследовании использовался двигатель

ЕВРО 3 ЯМЗ-238 – это V-образный восьмицилиндровый двигатель с турбонаддувом, модернизированный с системой рециркуляции отработавших газов (EGR). Этими двигателями и их модификациями оснащаются множество автомобилей и тракторов; двигатель не имеет всех современных систем, снижающих токсичность. Топливо для исследований было приобретено на одной из автомобильных заправочных станций. Дизельное топливо полностью соответствует требованиям межгосударственного стандарта МКС 75.160.20. Требования к топливам приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к дизельным топливам

Наименование показателя	Значение для марки				Метод испытания
	Л	Е	З	А	
1. Цетановое число, не менее	45				По ГОСТ 32508 (на установке типа CFR), ГОСТ 3122, стандартам [1-4]
2. Фракционный состав: 50% перегоняется при температуре, °С, не выше 95% (по объему) перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280 360	280 360	255 360	По ГОСТ ISO 3405, ГОСТ 2177-99 (метод А)
3. Кинематическая вязкость при 20° С, мм/с (сСт)	3,0-6,0	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0	По ГОСТ 33, стандартам [5], [6]
4. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже: для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин для дизелей общего назначения	62 40	62 40	40 30	35 30	По ГОСТ ISO 2719, ГОСТ 6356
5. Массовая доля серы, мг/кг, не более	2000 500				По стандарту [7], ГОСТ 32139, по стандарту [8], ГОСТ 19121, стандартам [9]-[13] По ГОСТ ISO 20846, стандартам [8]-[13]
6. Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01				По ГОСТ 17323
7. Массовая доля сероводорода	Отсутствие				По ГОСТ 17323
8. Испытание на медной пластинке	Выдерживает. Класс 1				По ГОСТ 6321, ГОСТ ISO 2160, ГОСТ 32329
9. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие				По ГОСТ 6307



10. Кислотность, мг КОН на 100 см ³ топлива, не более	5				По ГОСТ 5985
11. Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6				По ГОСТ 2070
12. Зольность, %, не более	0,01				По ГОСТ 1461, стандартам [14], [15]
13. Коксуемость, 10%-ного остатка, %, не более	0,20				По ГОСТ 32392, ГОСТ 19932
14. Общее загрязнение, мг/кг, не более	24				По стандарту [16]
15. Содержание воды, мг/кг, не более	200				По стандарту [17]
16. Плотность при 15° С, кг/м ³ , не более	863,4	863,4	843,4	833,5	По стандартам [18]-[22]
17. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	Минус 5 -	Минус 15 -	Минус 25 Минус 35	- Минус 45	По ГОСТ 22254, ГОСТ EN 116

Стационарные режимы были выбраны из NEDC. В таблице 2 показаны скорость и крутящий момент, связанные с каждым стационарным состоянием, а также другие параметры, такие как расход топлива и воздуха. Крутящий момент и скорость (которые довольно точно контролируются тормозом) и расход всасываемого воздуха поддерживались независимо от используемого EGR. Только в случае 90 км/ч невозможно было поддерживать постоянный расход всасываемого воздуха из-за увеличения расхода топлива. Все

выбросы, показанные в этом разделе, были измерены после системы очистки выхлопных газов, а также до системы очистки, поскольку цель состояла в том, чтобы выяснить внутреннюю эффективность устройства независимо от эффективности системы EGR. В первой стадии эксперимента оценивалась эффективность при двух режимах работы устройства. В первом режиме каталитически активный элемент нагревался заранее перед запуском двигателя, в другом случае он прогревался выхлопными газами уже после запуска двигателя.

Таблица 2 – Параметры исследования

станционарная скорость(км/ч)	частота вращения (мин ⁻¹)	крутящий момент(Н*м)	мощность (кВт)	расход топлива (г/с)	расход воздуха г/с)	поток EGR(г/с)
5	1103	4,7	1	0,204	14,6	6,92
32	2072	6,5	1,4	0,253	17,24	6,413
50	1392	20,6	3	0,266	10,84	4,406
70	1515	38,1	6	0,439	13,5	3,882
90	1859	74,7	14,5	1,072	22,92	4,661

Первая стадия эксперимента заключалась в проверке токсичности выхлопного газа в процессе от холодного запуска до выхода на рабочую температуру системы очистки. Пуск холодного двигателя осуществлялся с предварительно разогретым до рабочей температуры каталитически активным элементом, и без предварительного прогрева. Температура нагревания составляла 350° С. Эта

фаза эксперимента позволила получить интересные данные о токсичности выхлопных газов при запуске двигателя, когда система очистки еще не вышла на рабочую температуру. В этот период работы двигателя его токсичность выше, чем при работе в режиме номинальной мощности. Данные были собраны, обработаны и представлены в графике на рисунке 3.

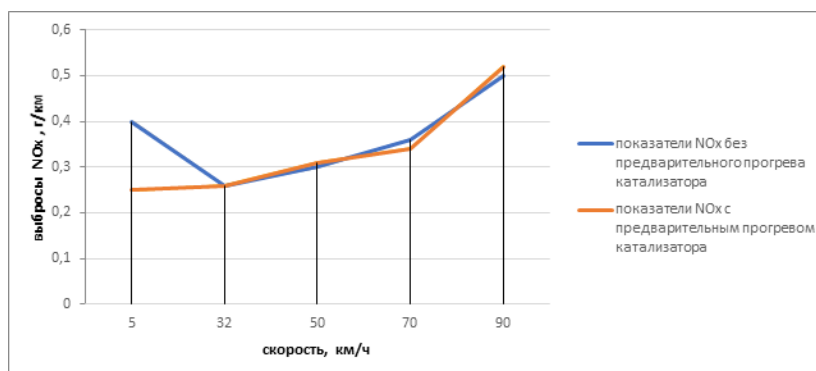


Рис. 3 – Сравнение выбросов NOx при двух режимах работы терморегулятора системы (Comparison of NOx emissions in two operating modes of the system thermostat)

Далее расхождения в выбросах NOx при двух режимах работы терморегулятора были незначительны, как и ожидалось. После выхода каталитически активного элемента на рабочую температуру не было разницы в показателях NOx при предварительно нагретом или предварительно не нагретом катализаторе. Смысл имеет лишь исследование с более высокими температурами, на которые не может выйти стандартная выхлопная система, но в этом случае есть проблема выбора катализатора и его термостойкости. Материалы

катализатора часто имеют ограниченную термостойкость и не смогут работать при достаточно высоких температурах.

Вторая стадия исследования заключалась в сравнении выбросов до системы очистки и после, чтобы оценить её эффективность. Эксперимент проводился по такой же методике. Показания снимались в ручном режиме и после обрабатывались.

Полученные данные оформлены в график и представлены на рисунках 4 и 5.

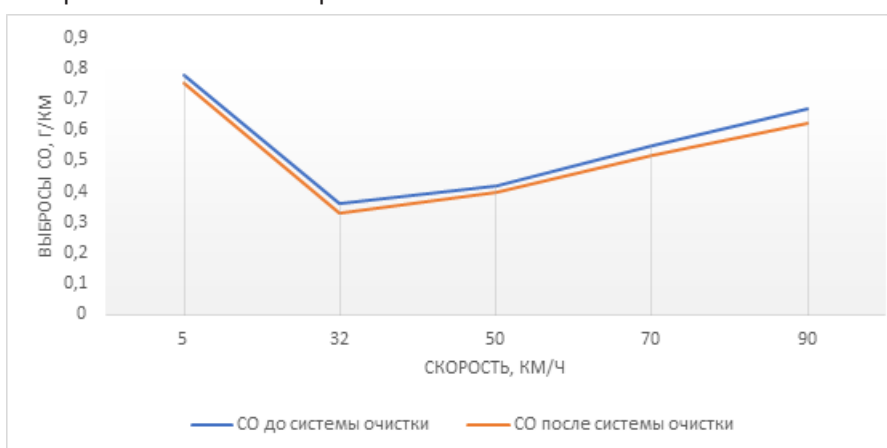


Рис. 4 – Выбросы CO до и после системы очистки (CO emissions before and after the cleaning system)

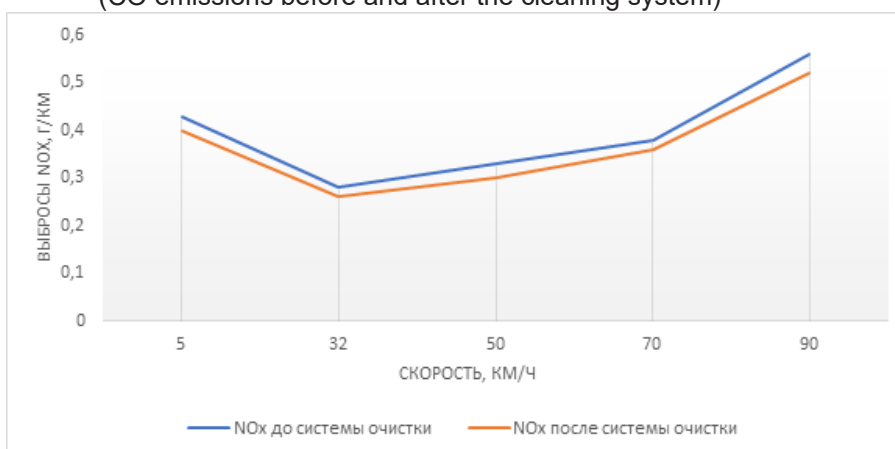


Рис. 5 – Выбросы NOx до и после системы очистки (NOx emissions before and after the cleaning system)



Результаты представлены для оценки динамики снижения выбросов токсичных компонентов с выхлопными газами дизельного двигателя.

Заключение и выводы

Снижение доли NOx удалось добиться в первом временном диапазоне эксперимента: в период от запуска двигателя до выхода выхлопной системы на рабочую температуру (первые 5-8 минут после запуска двигателя). С предварительно нагретым каталитически активным элементом доля содержания NOx снизилось на 23 % по сравнению с работой системы без предварительного нагрева катализатора. Работа системы при стационарных режимах показала снижение доли CO и NOx на 5-8 %, что также является эффективным.

Работа, представленная в этой статье, может содержать полезные конструктивные соображения для дальнейших исследований представленной системы очистки выхлопных газов дизельных двигателей.

Список источников

1. Технология катализаторов: учебное пособие / В.А. Таранушич, А.П. Савостьянов, С.И. Сулима, Н.Д. Земляков, В.Г. Бакун, Г.Б. Нарочный, В.Б. Ильин, В.В. Пономарев; Юж.- Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 96 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25489935>
2. Патент № 2159344 Российская Федерация, МПК F02B 75/10; Способ очистки выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания: № Заявки: 99113298/06 : заявл. 21.06.1999 : опубл.: 20.11.2000 Бюл. № 32 / Машкинов Л.Б. ; Заявитель : Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН. URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=70faa142b1d193a613687ce6b52dbb1c>
3. Снижение токсичности выхлопных газов дизельных двигателей за счет применения фильтра-нейтрализатора/Поливаев О.И., Божко А.В.. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус" - Москва, 2018 140 с. - ISBN: 978-5-4365-2540-2 : URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36534414>
4. Повышение эксплуатационной надежности и экологической безопасности автомобильного транспорта / Д. В. Стенин, А. В. Кудреватых, Д. В. Цыганков [и др.]. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – 216 с. – ISBN 9785906969842. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35307281>
5. Хорош, А. И. Дизельные двигатели транспортных и технологических машин : учебное пособие / А.И. Хорош, И. А. Хорош ; А. И. Хорош, И. А. Хорош. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. – 702 с. – ISBN 9785811412785. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19647623>
6. Анализ систем удаления оксидов азота (NOx) из отработавших газов дизельных двигателей/ Бегунков Т. Н. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2021. - № 2. - С. 73-79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46531986>
7. Лешаков И.А., Кравченко И.Н., Ерофеев М.Н. Математическая модель расчета основных параметров каталитических нейтрализаторов // Совре-
- менные наукоемкие технологии. – 2013. – № 5. – С. 76–80. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19031340>
8. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания/ Тришкин И. Б., Олейник Д. О. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2009. - № 1. - С. 66-67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12845237>
9. Анализ методов, обеспечивающих выполнение экологических требований транспортными дизелями / Дунин А.Ю., Шatrov М.Г., Голубков Л.Н., Иванов И.Е., Трофименко Ю.В. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2017. № 3 (50). С. 62-69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29896424>
10. Novel Internal Combustion Engine Technologies for Performance Improvement and Emission Reduction/Akhilendra Pratap Singh, Avinash Kumar Agarwal/ Pte Ltd. 2021 <https://doi.org/10.1007/978-981-16-1582-5>
11. Thermodynamics and Energy Conversion/ Henning Struchtrup/ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014 DOI:10.1007/978-3-662-43715-5
12. Gumus, M. Application of phase change materials to pre-heating of evaporator and pressure regulator of a gaseous sequential injection system / M. Gumus, A. Ugurlu // Applied Energy. – 2011. – Vol. 88, iss. 12. – P. 4803–4810. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.06.053
13. Gritsenko, A. Theoretical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring /A. Gritsenko, S. Kukov, K. Glemba // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE). – 2016. – Vol. 150. – P. 1182–1187. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.233
14. Zamboni, G. Effects of a dual-loop exhaust gas recirculation system and variable nozzle turbine control on the operating parameters of an automotive diesel engine / G. Zamboni, S. Moggia, M. Capobianco // Energies. – 2017. – Vol. 10, iss. 1. DOI: 10.3390/en1001004713
15. Stein, R.A. An overview of the effects of ethanol-gasoline blends on SI engine performance, fuel efficiency, and emissions / R.A. Stein, J.E. Anderson, T.J. Wallington // SAE International Journal of Engines. – 2013. – Vol. 6, iss. 1. – P. 470–487. DOI: 10.4271/2013-01-1635
16. Nanthagopal K., Subbarao R., Elango T., et al. Hydrogen enriched compressed natural gas (HCNG): a futuristic fuel for internal combustion engines. Therm. Sci., 2011, vol. 11, no. 4, pp. 1145–1154. DOI: 10.2298/TSCI100730044N
17. Shaikin A.P., Galiev I.R. Relationship of flame propagation speed for methane– hydrogen fuel of the internal combustion engine with parameters of ion current and hydrogen concentration. Russ. Aeronaut., 2016, vol. 59, no. 2, pp. 249–253. DOI: 10.3103/S106879981602015X
18. Park J., Cha H., Song S. A numerical study of a methane– fueled gas engine generator with addition of hydrogen using cycle simulation and DOE method. Int. J. Hydrogen Energy, 2011, vol. 36, no. 8, pp. 5153–5162. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2011.01.019



References

1. *Tekhnologiya katalizatorov: uchebnoe posobie* / V.A. Taranushich, A.P. Savost'yanov, S.I. Sulima, N.D. Zemlyakov, V.G. Bakun, G.B. Narochnyj, V.B. Il'in, V.V. Ponomarev; YUzh.- Ros. gos. tekhn. un-t (NPI). – Novocherkassk: YURGTU (NPI), 2012. – 96 s. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25489935>
2. Patent № 2159344 Rossijskaya Federaciya, MPK F02B 75/10; Cposob ochistki vyhlopnih gazov dvigatelya vnutrennego sgoraniya: № Zayavki: 99113298/06 : zayavl. 21.06.1999 : opubl.: 20.11.2000 Byul. № 32 / Mashkinov L.B. ; Zayavitel' : Institut strukturnoj makrokinetiki i problem materialovedeniya RAN. URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=70faa142b1d193a613687ce6b52dbb1c>
3. Snizhenie toksichnosti vyhlopnih gazov dizel'nyh dvigatelej za schet primeneniya fil'tra-nejtralizatora/ Polivaev O.I., Bozhko A.V. Izdatel'stvo: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Izdatel'stvo "KnoRus" - Moskva, 2018 140 s. - ISBN: 978-5-4365-2540-2 : URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36534414>
4. Povyshenie ekspluatacionnoj nadezhnosti i ekologicheskoy bezopasnosti avtomobil'nogotransporta / D. V. Stenin, A. V. Kudrevatyh, D. V. Cygankov [i dr.]. – Kemerovo : Kuzbasskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2018. – 216 s. – ISBN 9785906969842. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35307281>
5. Horosh, A. I. Dizel'nye dvigateli transportnyh i tekhnologicheskikh mashin : uchebnoe posobie / A.I. Horosh, I. A. Horosh ; A. I. Horosh, I. A. Horosh. – 2-e izd., ispr.. – Sankt-Peterburg [i dr.] : Lan', 2012. – 702 s. – ISBN 9785811412785. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19647623>
6. Analiz sistem udaleniya oksidov azota (NOx) iz otrabotavshih gazov dizel'nyh dvigatelej/ Begunkov T. N. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. - 2021. - № 2. - S. 73-79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46531986>
7. Leshakov I.A., Kravchenko I.N., Erofeev M.N. Matematicheskaya model' rascheta osnovnyh parametrov kataliticheskikh nejtralizatorov //Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2013. – № 5. – S. 76–80. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19031340>
8. Ustrojstvo dlya ochistki otrabotavshih gazov dvigatelej vnutrennego sgoraniya/ Trishkin I. B., Olejnik D. O. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva. - 2009. - № 1. - S. 66-67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12845237>
9. Analiz metodov, obespechivayushchih vypolnenie ekologicheskikh trebovanij transportnymi dizelyami / Dunin A.YU., SHatrov M.G., Golubkov L.N., Ivanov I.E., Trofimenko YU.V. // Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI). 2017. № 3 (50). S. 62-69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29896424>
10. Novel Internal Combustion Engine Technologies for Performance Improvement and Emission Reduction/Akhilendra Pratap Singh, Avinash Kumar Agarwal/ Pte Ltd. 2021 <https://doi.org/10.1007/978-981-16-1582-5>
11. Thermodynamics and Energy Conversion/ Henning Struchtrup/ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014 DOI:10.1007/978-3-662-43715-5
12. Gumus, M. Application of phase change materials to pre-heating of evaporator and pressure regulator of a gaseous sequential injection system / M. Gumus, A. Ugurlu // Applied Energy. – 2011. –Vol. 88, iss. 12. – P. 4803–4810. DOI: 10.1016/j.apenergy.2011.06.053
13. Gritsenko, A. Theoretical Underpinning of Diagnosing the Cylinder Group During Motoring /A. Gritsenko, S. Kukov, K. Glemba // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE). –2016. – Vol. 150. – P. 1182–1187. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.233
14. Zamboni, G. Effects of a dual-loop exhaust gas recirculation system and variable nozzle turbine control on the operating parameters of an automotive diesel engine / G. Zamboni, S. Moggia, M. Capobianco // Energies. – 2017. – Vol. 10, iss. 1. DOI: 10.3390/en1001004713
15. Stein, R.A. An overview of the effects of ethanol-gasoline blends on SI engine performance, fuel efficiency, and emissions / R.A. Stein, J.E. Anderson, T.J. Wallington // SAE International Journal of Engines. – 2013. – Vol. 6, iss. 1. – P. 470–487. DOI: 10.4271/2013-01-1635
16. Nanthagopal K., Subbarao R., Elango T., et al. Hydrogen enriched compressed natural gas (HCNG): a futuristic fuel for internal combustion engines. Therm. Sci., 2011, vol. 11, no. 4, pp. 1145–1154. DOI: 10.2298/TSCI100730044N
17. Shaikin A.P., Galiev I.R. Relationship of flame propagation speed for methane– hydrogen fuel of the internal combustion engine with parameters of ion current and hydrogen concentration. Russ. Aeronaut., 2016, vol. 59, no. 2, pp. 249–253. DOI: 10.3103/S106879981602015X
18. Park J., Cha H., Song S. A numerical study of a methane–fueled gas engine generator with addition of hydrogen using cycle simulation and DOE method. Int. J. Hydrogen Energy, 2011, vol. 36, no. 8, pp. 5153–5162. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2011.01.019

Статья поступила в редакцию 26.11.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 26.11.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 130-137
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.130-137

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.87
DOI: 10.36508/RSATU.2021.37.37.016

Исследование влияния предпосевной обработки горячим туманом биопрепаратов на развитие растений ячменя

Роман Владимирович Безносюк¹, **Михаил Юрьевич Костенко²**, **Георгий Константинович Рембалович³**, **Ирина Николаевна Горячкина⁴**, **Константин Николаевич Дрожжин⁵**

^{1,2,3,4} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

⁵ ОАО Рязаньагрохим, г. Рязань, Россия

¹ romario345830@yandex.ru

² kostenko.mihail2016@yandex.ru

³ rgk.rgatu@yandex.ru

⁴ gin.81@mail.ru

⁵ drozhzhin.k@ryazanagrohim.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Предпосевная обработка защищает семена от воздействия вредной микрофлоры, способствует лучшей усвояемости питательных веществ почвы и стимулирует физиологическое развитие растений. Целью настоящего исследования является оценка влияния предпосевной обработки горячим туманом биопрепаратов на развитие растений ячменя.

Методология. Совершенствование процесса предпосевной обработки возможно на основе горячего тумана биопрепаратов. Горячий туман биопрепаратов насыщает камеру обработки и осаждается на поверхности семян за счет градиентов скоростей и температур. Скорость пара составляет около 0,5 м/с, а скорость зерна 1-2 м/с, в результате инерционного воздействия семена сталкиваются с каплями тумана и увлекают их за собой вниз, создавая нисходящий поток горячего тумана биопрепаратов. При совместном движении потоков семян и горячего тумана траектории семян и капель горячего тумана многократно пересекаются. Благодаря высокой температуре горячего тумана (50-60° С) и времени экспозиции менее 1 с происходит интенсивный нагрев поверхности семени, в то время как зерно, в целом, нагревается всего на 1-3° С.

Результаты. Анализ развития растений показал, что наиболее эффективной обработкой семян ячменя сорта Крешендо является обработка горячим туманом биопрепаратов Фитоспорин М и комплекса «Иннопрактика». По сравнению с контролем полевая всхожесть семян, обработанных горячим туманом комплекса «Иннопрактика» увеличилась на 27,8 %, а Фитоспорином М – на 24,6 %. Дальнейшее наблюдение за посевами показало, что ускоренное развитие растений в начальный период роста способствовало лучшему развитию вегетативной массы. В сравнении с контролем высота растений, обработанных Фитоспорином М, была больше на 14 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 12 %; длина колоса растений, семена которых обработаны Фитоспорином М, была больше на 12 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 2 %.

Заключение. В результате исследования было установлено, что обработка горячим туманом биопрепаратов семян ячменя способствует ускорению развития растений, что особенно важно при неблагоприятных погодных условиях.

Ключевые слова: биопрепараты, горячий туман биопрепаратов, генератор горячего тумана, семена ячменя, оценка развития.

Для цитирования: Безносюк Р. В., Костенко М. Ю., Рембалович Г. К., Горячкина И. Н., Дрожжин К. Н. Исследование влияния предпосевной обработки горячим туманом биопрепаратов на развитие растений ячменя // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т.13, №4. С.103-137 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.37.37.016>



The study of the influence of pretreatment with hot mist of biopreparations on the development of barley plants

Roman V. Beznosyuk^{1✉}, Mikhail Yu. Kostenko², Georgy K. Rembalovich³, Irina N. Goryachkina⁴, Konstantin N. Drozhzhin⁵

^{1,2,3,4} Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

⁵ OJSC Ryazanagrokhim Ryazan, Russia,

¹ romario345830@yandex.ru

² kostenko.mihail2016@yandex.ru

³ rgk.rgatu@yandex.ru

⁴ gin.81@mail.ru

⁵ drozhzhin.k@ryazanagrohim.ru

Abstract.

Problem and purpose. Pretreatment protects seeds from harmful microflora, promotes better assimilation of soil nutrients and stimulates the physiological development of plants. The purpose of this study is to assess the effect of pretreatment with hot mist of biopreparations on the development of barley plants..

Methods. Improvement of the pretreatment process is possible on the basis of a hot mist of biopreparations. A hot mist of biopreparations saturates the processing chamber and is deposited on the surface of seeds due to the gradients of velocity and temperature. The steam velocity is about 0.5 m/s, and the grain velocity is 1-2 m/s. As a result of the inertial effect, the seeds collide with mist drops and drag them downward, creating a descending stream of hot mist of biopreparations. With the joint movement of streams of seeds and hot mist, the trajectories of seeds and drops of hot mist intersect many times. Due to the high temperature of the hot mist (50-60° C) and the exposure time of less than 1 s, intense heating of the seed surface occurs, while the grain in general heats up by only 1-3° C.

Results. The analysis of plant development showed that the most effective treatment of barley seeds of Crescendo variety was the treatment with a hot mist of Fitosporin M and Innopraktika complex. In comparison with the control, the field germination of seeds treated with hot mist of Innopraktika complex increased by 27.8 %, and Fitosporin M by 24.6 %. Further observation of the crops showed that the accelerated development of plants in the initial period of growth contributed to a better vegetative mass. In comparison with the control, the height of plants treated with Fitosporin M exceeded by 14 % and in a case with Innopraktika complex by 12 %. In comparison with the control, the length of an ear of plants, the seeds of which were treated with Fitosporin M, exceeded by 12 %, and those treated with Innopraktika complex by 2 %.

Conclusion. As a result of the study, it was found that the treatment of barley seeds with a hot mist of biopreparations promotes the acceleration of plant development, which is especially important under adverse weather conditions.

Key words: biopreparations, hot mist of biopreparations, hot mist generator, barley seeds, development assessment.

For citation: Beznosyuk R. V., Kostenko M. Yu., Rembalovich G. K., t Goryachkina I. N. Drozhzhin K. N. The study of the influence of pretreatment with hot mist of biopreparations on the development of barley plants. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4):130-137(in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.37.37.016>

Введение

Предпосевная обработка горячим туманом оказывает комплексное воздействие на семена зерновых культур. Она защищает семена от воздействия вредной микрофлоры, способствует лучшей усвояемости питательных веществ почвы и стимулирует физиологическое развитие растений [1-4]. Применение для предпосевной обработки горячего тумана биопрепаратов улучшает физиологическое воздействие за счет дополнительного нагрева и в то же время снижает расход биопрепаратов за счет уменьшения размера капель [1,5].

Материалы и методы исследований

Устройство для предпосевной обработки семян горячим туманом состоит из камеры обработки с вращающимися крыльчатками ротора и гене-

ратора горячего тумана марки BF-150. Генератор горячего тумана включает в себя камеру сгорания, внутри которой находится камера подготовки смеси со свечой зажигания и форсункой. Подача воздуха в камеру подготовки смеси выполняются по специальным каналам, которые в установленном режиме совершают подогрев воздуха. Вследствие сгорания топлива величина газовой смеси увеличивается и переходит в жаровую трубу. В результате того, что стенки жаровой трубы генератора омываются, воздух в дополнение нагревается и перемещается в выходное сопло. Диспергирующее устройство стоит в конце жаровой трубы, оно является эжектором. Нагрев жидкости помогает образованию оптимальных условий для диспергирования. В результате испарения образуется горя-



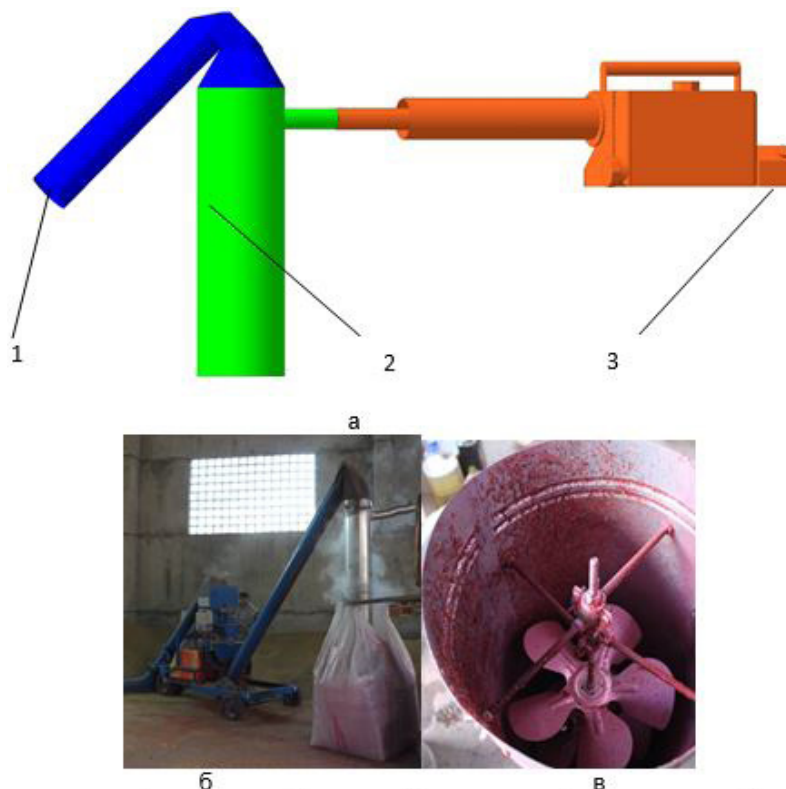
чий туман, который смешивается с горячим воздухом. Из-за разности температур горячего тумана и поверхности семян происходит конденсация пленки биопрепаратов на поверхности семян [6,7,8].

Совершенствование процесса предпосевной обработки возможно на основе модернизации установки для ее осуществления. При движении семена взаимодействуют с вращающимися крыльчатками ротора в камере обработки, что способствует замедлению потока и его перемешиванию. Горячий туман биопрепаратов насыщает камеру обработки и осаждается на поверхности семян за счет градиентов скоростей и температур. Скорость пара составляет около 0,5 м/с, а скорость зерна 1-2 м/с, в результате инерционного воздействия семена сталкиваются с каплями тумана и увлекают их за собой вниз, создавая нисходящий поток

горячего тумана биопрепаратов. При совместном движении потоков семян и горячего тумана траектории семян и капель горячего тумана многократно пересекаются. Благодаря разнице (градиенту) температур капли соприкасаются с семенами, способствуя образованию тонкой пленки [6].

Дисперсность горячего тумана и определяется теплотой сгораемого топлива, возможной температурой нагрева биопрепаратов. В то же время более высокая температура горячего тумана снижает расход биопрепаратов на образование защитной пленки семян. Повышение температуры уменьшает также увлажнение семян в процессе обработки [6].

Общий вид устройства для обработки горячим туманом биопрепаратов семян перед посевом, представлен на рисунке 1.



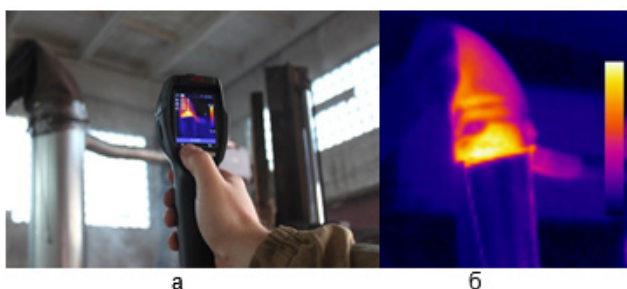
а – схема устройства; б – общий вид устройства; в – общий вид смесительной камеры
1 – выгрузной шнек; 2 – смесительная камера; 3 – генератор горячего тумана

Рис. 1 – Общий вид устройства для обработки семян горячим туманом биопрепаратов
(General view of the device for processing seeds with a hot mist of biological products)

Устройство может работать как в автономном режиме с транспортером-загрузчиком, так и вместе с протравливателем семян. Устройство для обработки семян горячим туманом соединяется с выгрузным устройством с помощью прорезиненного рукава. Устройство закреплено на выгрузном шнеке. При подаче горячего тумана осуществляется нагрев семян и элементов конструкции устройства. Для регистрации изменения температур использовался тепловизор RГK TL-70 и пирометр INFINITER IN TERM. В результате измерений была получена термограмма устройства для обработки семян горячим туманом биопрепаратов (рис. 2)

Благодаря высокой температуре горячего ту-

мана (50-60° С) и времени экспозиции около 1 с происходит интенсивный нагрев поверхности семени, в то время как зерно в целом нагревается всего на 1-3° С. В процессе хранения нагретые зерна испаряют часть влаги за счет более высокой температуры семян в сравнении с температурой окружающей среды. В результате частичного испарения и частичного впитывания влаги на поверхности семян образуется пленка биопрепарата. Обработка горячим туманом биопрепаратов вызывает активацию физиологических процессов семян [6,9].



а – измерение температуры тепловизором;
б – термограмма устройства

Рис. 2 – Оценка температуры устройства для обработки семян горячим туманом биопрепаратов (Assessment of the temperature of a device for processing seeds with a hot mist of biological products).

Экспериментальные исследования влияния обработки семян ячменя сорта Крешендо горячим туманом биопрепаратов проводили в ООО «Агрохим» Старожиловского района. Семена, обработанные горячим туманом биопрепаратов, затаривали в мягкие контейнеры. Обработка производилась следующими препаратами: Бактофит, Гумат калия, Фитоспорин М, комплекс биопрепаратов «Иннопрактика» [10-15]. Маркированные контейнеры загружали в транспортное средство и перевозили на специально выделенные участки поля (рис. 3)



Рис. 3 – Загрузка обработанных семян в транспортное средство (Loading of processed seeds into the vehicle)
На отведенных участках в подготовленную сеялку засыпали обработанные семена и производили посев (рис. 4).



Рис. 4 – Загрузка сеялки AMAZONE D 9 6000-TC обработанными семенами (Loading the AMAZONE D 9 6000-TC seed drill)

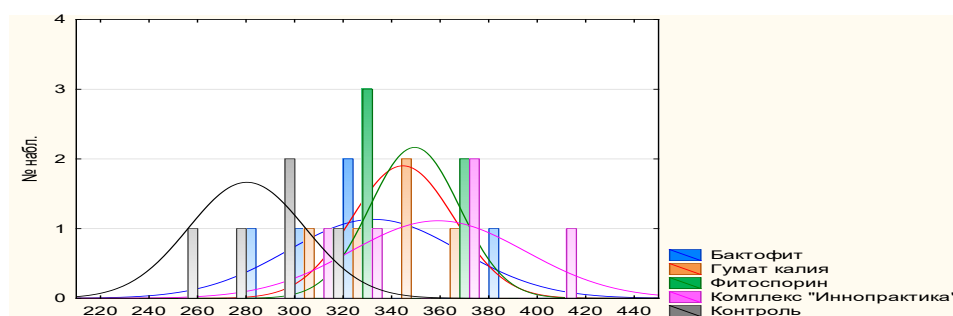


Рис.5 – Оценка полевой всхожести (Evaluation of field germination)

Анализ полевой всхожести показал, что наилучший результат дает обработка горячим туманом препаратов Фитоспорин М и комплекс «Иннопрактика». Наибольшую полевую всхожесть имели растения, обработанные комплексом «Иннопрактика» (358 шт./м²) и Фитоспорином М (349 шт./м²). При обработке Бактофитом полевая всхожесть составила 332 шт./м², Гуматом калия – 344 шт./м². По сравнению с контролем полевая всхожесть семян, обработанных горячим туманом комплекса «Иннопрактика» увеличилась на 27,8 %, Фитоспорина М – на 24,6 %. Дальнейшее наблюдение за посевами показало, что ускоренное развитие растений в начальный период роста способствовало лучшему развитию вегетативной массы.

Оценку развития растений проводили 14.07.2021 года на учетных делянках с помощью

рамки площадью 0,1 м². Выбор оценочных участков производили по диагонали учетных делянок с шагом около 50 м. На участках оценивали следующие показатели: высота стеблей, количество стеблей, длина колоса. Результаты измерения растений обрабатывали методами математической статистики с оценкой воспроизводимости опыта по критерию Кохрена [16,17,18]. Расчетное значение критерия Кохрена для выборок высоты стеблей для биопрепаратов составило: Бактофита – 0,45; Гумата калия – 0,44; Фитоспорина М – 0,36; комплекса «Иннопрактика» – 0,42; для контроля – 0,44. Расчетные значения критерия Кохрена для опытных данных не превышают табличных значений. Табличное значение критерия Кохрена при трехкратной повторности опыта и числе наблюдений 36 составляет 0,47; при числе наблюдений



16 – 0,54. На основании опытных данных в программе STATISTIKA 10 были построены составные гистограммы распределения высоты стеблей

для обработок семян горячим туманом различных биопрепаратов (рис. 6).

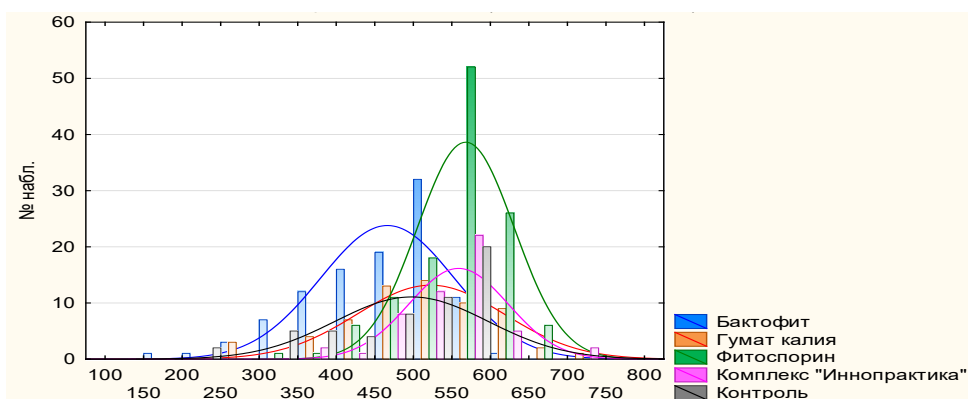


Рис. 6 – Составная гистограмма распределения высоты стеблей для обработок семян горячим туманом различных биопрепаратов
(Composite histogram of stem height distribution for seed treatments with hot mist of various biological products)

Анализ гистограммы показал, что наибольшую среднюю высоту стеблей имели растения, обработанные Фитоспорином М (565 мм) и комплексом «Иннопрактика» (556 мм). При обработке Бактофитом высота стеблей составила 464 мм, Гуматом калия – 520 мм. В сравнении с контролем высота растений, обработанных Фитоспорином М, была больше на 14 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 12%.

При определении расчетного значения крите-

рий Кохрена для выборок количества стеблей при обработке биопрепаратами составлял: для Бактофита – 0,41; Гумата калия – 0,44; Фитоспорина М – 0,43; комплекса «Иннопрактика» – 0,46; контроля – 0,45. Расчетные значения критерия Кохрена для опытных данных не превышают табличных значений. Составная гистограмма распределения количества стеблей при обработке семян горячим туманом различных биопрепаратов представлена на рисунке 7

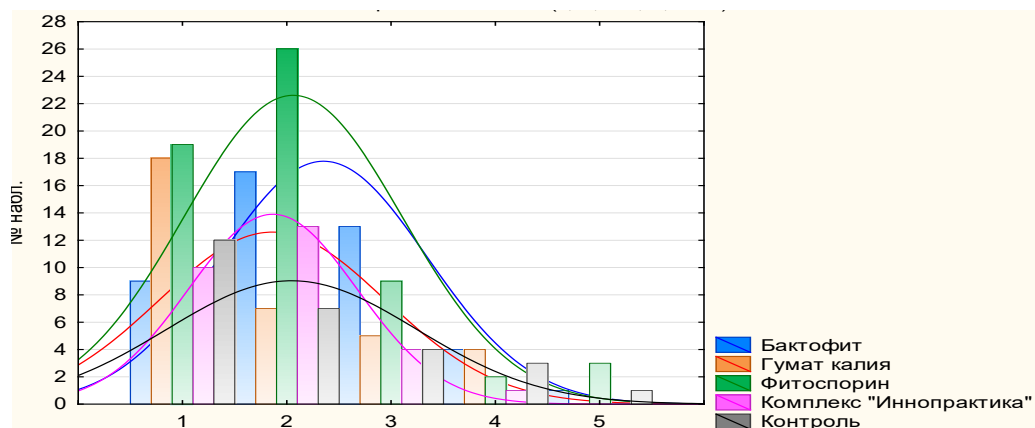


Рис. 7 – Составная гистограмма распределения количества стеблей для обработок семян горячим туманом различных биопрепаратов
(Composite histogram of the distribution of the number of stems for seed treatments with hot mist of various biological products)

Анализ гистограммы показал, что наибольшее количество стеблей имели растения, обработанные Бактофитом (2,34 шт.) и Фитоспорином М (2,05 шт.). При обработке Гуматом калия количество стеблей составило 1,85 шт.; комплексом «Иннопрактика» – 1,86 шт. В сравнении с контролем количество стеблей на растениях, обработанных Бактофитом, было больше на 15 %, Фитоспорином М – на 0,5 %. Последующий анализ развития растений показал, что часть стеблей растений на контрольном участке и участке, обработанном препаратом Бактофитом, была непродуктивной

(без колоса).

При определении расчетного значения критерия Кохрена для выборок длины колоса при обработке биопрепаратами составляло: при обработке горячим паром Бактофита – 0,45; Гумата калия – 0,31; Фитоспорина М – 0,31; комплекса «Иннопрактика» – 0,46; в контроле – 0,42. Расчетные значения критерия Кохрена для опытных данных не превышают табличных значений. Составная гистограмма распределения длины колоса для обработок семян горячим туманом различных биопрепаратов представлена на рисунке 8.

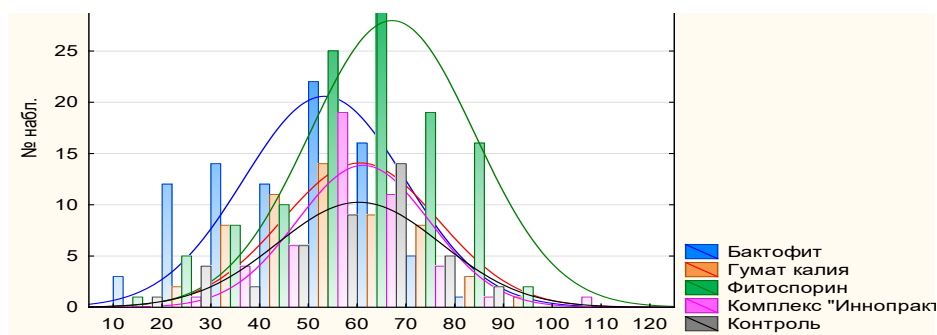


Рис. 8 – Составная гистограмма распределения длины колоса для обработок семян горячим туманом различных биопрепаратов
(Composite histogram of the ear length distribution for seed treatments with hot mist of various biological products)

Анализ гистограммы показал, что наибольшую длину колоса имели растения, обработанные Фитоспорином М (67 мм) и комплексом «Иннопрактика» (61 мм). При обработке Бактофитом длина колоса составила 53 мм; Гуматом калия – 60 мм. В сравнении с контролем длина колоса растений, семена которых обработаны Фитоспорином М, была больше на 12 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 2 %.

Закключение

Анализ развития растений показал, что наиболее эффективной обработкой семян ячменя сорта Крешендо является обработка горячим туманом биопрепаратов Фитоспорин М и комплекс «Иннопрактика». По сравнению с контролем полевая всхожесть семян, обработанных горячим туманом комплекса «Иннопрактика» увеличилась на 27,8 %, а Фитоспорина М – на 24,6 %. Дальнейшее наблюдение за посевами показало, что ускоренное развитие растений в начальный период роста способствовало лучшему развитию вегетативной массы. В сравнении с контролем высота растений, обработанных Фитоспорином М, была больше на 14 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 12 %. В сравнении с контролем длина колоса растений, семена которых обработаны Фитоспорином М, была больше на 12 %, а комплексом «Иннопрактика» – на 2 %. Таким образом, обработка горячим туманом биопрепаратов семян ячменя способствует ускорению развития растений, что особенно важно при неблагоприятных погодных условиях.

Список источников

1. Исследование влияния обработки семян ячменя горячим туманом биологических препаратов и гуминовых продуктов / М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, И.Н. Горячкина [и др.] // Вестник РГАТУ. 2019. - № 4(44). - С. 93-99. DOI: 10.36508/RSATU.2019.30.21.016
2. Влияние предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами на продуктивность растений / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов, М.М. Крючков // Международный технико-экономический журнал. 2015. № 5. С. 93-99. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25001520>

3. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях рязанской области / Д.В. Виноградов, А.А. Соколов, О.В. Черкасов [и др.] // Международный технико-экономический журнал. 2016. № 5. С. 57-63. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27379613>

4. Nikitina I.M et al. Humic acids of solid fossil fuels-perspectives for application in technology and environment protection // Eurasian Mining 2: 2016. P. 33-36. DOI:10.17580/em.2016.02.08

5. Эффективность использования биоудобрений в технологии возделывания озимой пшеницы / В.Н. Митрохина, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы III международной научно-практической конференции. Рязань, 2019. С. 278-282. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38310062>

6. Teterin V., Terentyev V., Andreev K., Shemyakin A., Teterina O. Study of the parameters and operating modes of the installation for aerosol treatment of seed grain // E3S Web of Conferences. Сер. "Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna, EBWFF 2020" 2020. С. 02011. DOI: 10.1051/e3sconf/202020302011

7. Анализ технических средств для внесения биологических удобрений и биопрепаратов / И.Н. Горячкина, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: материалы 70-й Международной научно-практической конференции 23.05.2019 г. Рязань, 2019. - Часть 3.- С. 124-128 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41654400>

8. Патент 2682885 РФ, МПК: A01C 1/06. Устройство для протравливания семян. Н.В. Бышов, С. Боричев, О.А. Тетерина, М.Ю. Костенко, Г. Рембалович, Р. Безносок, В. Тетерин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ. ном. 2682885; декларация 22.02.2018; опублик. 22.03.2019. Бюл. ном. 9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43967667>

9. Инновационные технологии в производстве зерновых культур / С.Д. Полищук, Д.Г. Чури-



лов, А.В. Шемякин [и др.] // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 2019. С. 144-148. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42679297>

10. Применение биопрепаратов и регуляторов роста растений при возделывании сельскохозяйственных культур (учеб. пособие) / подгот.: А. И. Стифеев и др., Курск, 2004. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19505901>

11. Использование биостимуляторов в предпосевной обработке семян / О.В. Черникова, Ю.А. Мажайский // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Российской академия наук федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса». 2021. С. 288-291. DOI: 10.33775/conf-2021-288-2

12. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / отв. ред. И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов. М.: Россельхозакадемия, 2005. 154 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002767050>

13. Canellas L.P. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture // *Scientia Horticulturae*.

2015. 196. P. 15-27. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815301771>

14. Pei R. Effects of application of humic acid on yield, nitrogen use efficiency of summer maize // *Scientia Agricultura Sinica* 50(11). 2017. P. 2189-2198. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173326869>

15. Sun Q. Different chemical activation of humic acid from weathered coal affect the growth and development of tomatoes and cabbages // *OP Conference Series: Earth and Environmental Science* 170(2). 2018. DOI:10.1088/1755-1315/170/2/022137

16. Chen X. The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato // *Plant, Soil and Environment* 63(5). 2017. P. 201-206. DOI: 10.17221/24/2017-PSE

17. Da Piedade Melo A. Mixed rhizobia and *Herbaspirillumseropedicae* inoculations with humic acid-like substances improve water-stress recovery in common beans // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4(1). 2017. URL: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-017-0090-z>

18. Dos Santos L.H. Carbon of humic substances in soil aggregates cultivated with onion under no-till and conventional tillage systems // *Idesia* 36(1). 2018. P. 15-25. URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100015>

References

1. *Issledovanie vliyaniya obrabotki semyan yachmenya goryachim tumanom biologicheskikh preparatov i guminovykh produktov* / M.YU. Kostenko, G.K. Rembalovich, I.N. Goryachkina [i dr.] // *Vestnik RGATU*. 2019. - № 4(44). - S. 93-99. DOI: 10.36508/RSATU.2019.30.21.016

2. *Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan yachmenya biopreparatami na produktivnost' rastenij* / A.A. Sokolov, D.V. Vinogradov, M.M. Kryuchkov // *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskij zhurnal*. 2015. № 5. S. 93-99. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25001520>

3. *Fitosanitarnoe sostoyanie posevov zernovykh kul'tur v usloviyakh ryazanskoj oblasti* / D.V. Vinogradov, A.A. Sokolov, O.V. Cherkasov [i dr.] // *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskij zhurnal*. 2016. № 5. S. 57-63. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27379613>

4. Nikitina I.M et al. Humic acids of solid fossil fuels-perspectives for application in technology and environment protection // *Eurasian Mining* 2: 2016. P. 33-36. DOI:10.17580/em.2016.02.08

5. *Effektivnost' ispol'zovaniya bioudobrenij v tekhnologii vozdelvaniya ozimoy pshenicy* / V.N. Mitrohina, D.V. Vinogradov, E.I. Lupova [i dr.] // *Ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty sovremennykh agrotekhnologij: materialy III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. "Ryazan"*, 2019. S. 278-282. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38310062>

6. Teterin V., Terentyev V., Andreev K., Shemyakin A., Teterina O. Study of the parameters and operating modes of the installation for aerosol treatment of seed grain // *E3S Web of Conferences. Ser. "Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna, EBWFF 2020"* 2020. S. 02011. DOI: 10.1051/e3sconf/202020302011

7. *Analiz tekhnicheskikh sredstv dlya vneseniya biologicheskikh udobrenij i biopreparatov* / I.N. Goryachkina, M.YU. Kostenko, G.K. Rembalovich // *Vklad universitetskoj agrarnoy nauki v innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa: materialy 70-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* 23.05.2019 g. Ryazan', 2019. - CHast' 3. - S. 124-128 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41654400>

8. Patent 2682885 RF, MPK: A01C 1/06. *Ustrojstvo dlya protравlivaniya semyan*. N.V. Byshov, S. Borichev, O.A. Teterina, M.YU. Kostenko, G. Rembalovich, R. Beznosyuk, V. Teterin; *zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO RGATU. nom. 2682885; deklaraciya 22.02.2018; opubl. 22.03.2019. Byul. nom. 9. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=43967667*

9. *Innovacionnye tekhnologii v proizvodstve zernovykh kul'tur* / S.D. Polishchuk, D.G. Churilov, A.V. Shemyakin [i dr.] // *Nauchno-innovacionnye tekhnologii kak faktor ustojchivogo razvitiya otechestvennogo agropromyshlennogo kompleksa: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ryazan'*, 2019. S. 144-148. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42679297>

10. *Primenenie biopreparatov i reguljatorov rosta rastenij pri vozdelivanii sel'skohozyajstvennykh kul'tur*



(ucheb. posobie) / podgot.: A. I. Stifeev i dr., Kursk, 2004. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19505901>

11. Ispol'zovanie biostimulyatorov v predposevnoj obrabotke semyan / O.V. CHernikova, YU.A. Mazhayskij // Selekciya, semenovodstvo, tekhnologiya vzdelyvaniya i pererabotka sel'skohozyajstvennyh kul'tur: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii Rossijskaya akademiya nauk federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyj nauchnyj centr risa». 2021. S. 288-291. DOI: 10.33775/conf-2021-288-2

12. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve (metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve) / otv. red. I.A. Tihonovich, YU.V. Kruglov. M.: Rossel'hozakademiya, 2005. 154 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002767050>

13. Canellas L.P. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture // *Scientia Horticulturae*. 2015. 196. P. 15-27. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815301771>

14. Pei R. Effects of application of humic acid on yield, nitrogen use efficiency of summer maize // *Scientia Agricultura Sinica* 50(11). 2017. P. 2189-2198. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173326869>

15. Sun Q. Different chemical activation of humic acid from weathered coal affect the growth and development of tomatoes and cabbages // *OP Conference Series: Earth and Environmental Science* 170(2). 2018. DOI:10.1088/1755-1315/170/2/022137

16. Chen X. The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato // *Plant, Soil and Environment* 63(5). 2017. R. 201-206. DOI: 10.17221/24/2017-PSE

17. Da Piedade Melo A. Mixed rhizobia and *Herbaspirillumseropedicae* inoculations with humic acid-like substances improve water-stress recovery in common beans // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4(1). 2017. URL: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-017-0090-z>

18. Dos Santos L.H. Carbon of humic substances in soil aggregates cultivated with onion under no-till and conventional tillage systems // *Idesia* 36(1). 2018. R. 15-25. URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100015>

Статья поступила в редакцию 12.11.2021; одобрена после рецензирования 04.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 12.11.2021; approved after reviewing 04.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





Вестник РГАТУ, 2021, т.13, №4, с. 138-143
Vestnik RGATU, 2021, Vol.13, №4, pp.138-143

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 631.347

DOI: 10.36508/RSATU.2021.90.45.017

**Повышение равномерности распределения дождя за счет применения
дождевальной установки с траекторией полива близкой к прямоугольной**

**Михаил Юрьевич Костенко¹✉, Дмитрий Сергеевич Мельничук², Владимир Сергеевич
Тетерин³**

^{1,2,3}Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
г. Рязань, Россия

¹ km340010@rambler.ru

² melnichuckmitya@yandex.ru

³ v.s.teterin@mail.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Дождевальные машины и установки кругового действия находят все большее применение в современных сельскохозяйственных предприятиях, так как способны орошать как большие площади в несколько сотен гектар, так и маленькие участки, размером до 1 га, но у всех машин данного исполнения наблюдается неравномерное распределения осадков, ввиду их технологической особенности. Цель данного исследования заключалась в повышении равномерности распределения слоя осадков по орошаемой площади за счет применения дождевальной установки позиционного действия с траекторией полива, близкой к прямоугольной. Авторами была предложена и разработана конструкция установки, работающая от действия реактивных сил капель дождя, создаваемых дождевальными насадками.

Методология. Для обеспечения необходимой равномерности и соответствия качеству получаемого дождя агротехнологическим требованиям на лабораторном стенде были испытаны 5 образцов дождевальных насадок. Каждый образец испытывался при давлении системы от 0,5 атм. до 3,5 атм., а величина создаваемой реактивной силы измерялась при помощи весов безмена.

Результаты. В ходе проведения экспериментальных исследований были получены данные, которые были проанализированы в программе Statistica, после чего была построена графическая поверхность, показывающая равномерность распределения осадков в пределах орошаемого участка, лежащая в диапазоне 40-60 мм и лишь к периферии орошаемой площади, на расстоянии 0,5 м, наблюдается снижение высоты слоя осадков до уровня 20-40 мм.

Заключение. Для решения проблемы достижения равномерности распределения влаги на всей площади орошения предлагается технологическая схема расположения разработанной установки таким образом, чтобы зоны с недостаточным увлажнением накладывались друг на друга, оказывая тем самым компенсирующий эффект и обеспечивая покрытие орошаемого участка слоем осадков на уровне 60 мм.

Ключевые слова: орошение, дождевальная установка, траектория орошения, повышение равномерности.

Для цитирования: Костенко М. Ю., Мельничук Д. С., Тетерин В. С. Повышение равномерности распределения дождя за счет применения дождевальной установки с траекторией полива близкой к прямоугольной // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С 138-143 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.90.45.017>

Technical sciences

Original article

Increasing the uniformity of rain distribution, due to the use of a sprinkler system with a watering trajectory close to a rectangular one

Mikhail Yu. Kostenko¹✉, Vladimir S. Teterin², Dmitriy S. Melnichuk³

^{1,2,3} Institute of Technical Support of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Ryazan, Russia

¹ km340010@rambler.ru

² v.s.teterin@mail.ru

³ melnichuckmitya@yandex.ru

**Abstract.**

The problem and the goal. Sprinklers and circular-acting installations are increasingly used in modern agricultural enterprises, as they are able to irrigate both large areas of several hundred hectares and small plots up to 1 ha in size, but all machines of this design have an uneven distribution of precipitation, due to their technological features. The purpose of this study was to increase the uniformity of the distribution of the precipitation layer over the irrigated area by using a positional sprinkler system with a watering trajectory close to rectangular. The authors proposed and developed the design of the installation, operating from the action of the reactive forces of raindrops created by sprinkler nozzles.

Methodology. To ensure the necessary uniformity and compliance with the quality of the rain received with agrotechnological requirements, 5 samples of sprinkler nozzles were tested on a laboratory stand. Each sample was tested at a constant system pressure, and the magnitude of the created reactive force was measured using a bezmen scale.

Results. During the experimental studies, data were obtained, which were analyzed in the Statistica program, after which a graphical surface was constructed showing the uniformity of precipitation distribution within the irrigated area, lying in the range of 40-60 mm and only to the periphery of the irrigated area, at a distance of 0.5 m, a decrease in the height of the precipitation layer to the level of 20-40 mm is observed.

Conclusion. To solve the problem of achieving uniformity of moisture distribution over the entire irrigation area, a technological layout of the developed installation is proposed in such a way that zones with insufficient moisture overlap each other, thereby providing a compensating effect and ensuring that the irrigated area is covered with a layer of precipitation at the level of 60 mm.

Key words: irrigation, sprinkler, irrigation trajectory, increasing uniformity.

For citation: Kostenko M. Yu., Teterin V. S., Melnichuk D. S. Increasing the uniformity of rain distribution, due to the use of a sprinkler system with a watering trajectory close to a rectangular one. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4): 138-143 (in Russ). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.90.45.017>

Ведение

Орошение дождеванием относится к способу полива растений и площадей земельных участков с использованием специальных машин, установок и агрегатов, обеспечивающих равномерное распределение оросительной воды на поверхность почвы в виде искусственного дождя [1].

За последние годы данный способ орошения получил повсеместное прогрессирующее распространение. Так, в 1965 г. доля дождевания земель в России не превышала 7 % от всех способов орошения. В настоящее время дождеванием поливают более 50 % орошаемых земель [2,3].

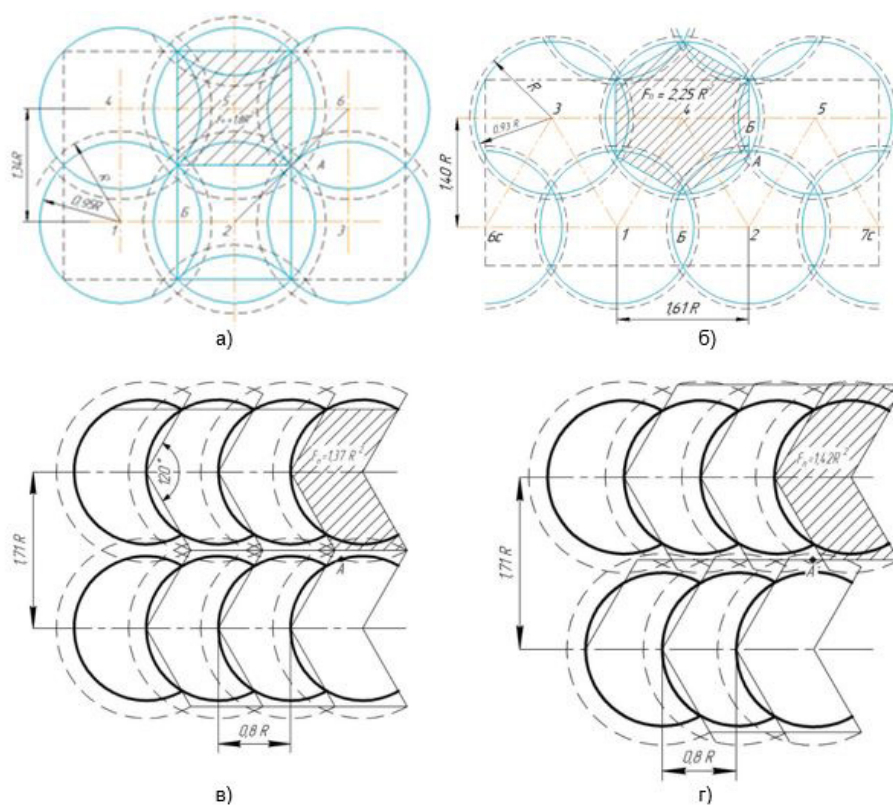
Это обусловлено тем, что при применении дождевания происходит насыщение влагой не только почвы, но и околопочвенного слоя воздуха, что приводит к снижению температуры и улучшению микроклимата; происходит очищение листовой поверхности растений от пыли, в результате чего улучшается ассимиляция и фотосинтез [4]. К преимуществам также относится возможность подавать воду с точно заданной поливной нормой в конкретный промежуток времени за счет применения средств механизации и автоматизации [5,6,7]. Все это способствует созданию благоприятных условий для роста и развития растений, что в конечном результате приводит к повышению урожайности [8].

Однако, при рассмотрении существующих оросительных машин отмечается один существенный недостаток, наиболее выраженный у машин с круговой траекторией орошения. Так, для полива участков прямоугольной формы необходимо располагать с перекрытием траекторий полива, что приводит к возникновению зон с избыточным

увлажнением, которые могут достигать до 50 % от эффективно орошаемой площади [9,10,11]. В результате этого происходит нерациональное расходование водных ресурсов, ведущее к удорожанию процесса полива [12,13,14]. На рисунке 1 представлены типовые схемы расстановки дождевальных установок с поливом по квадрату, по многоугольникам и по секторам.

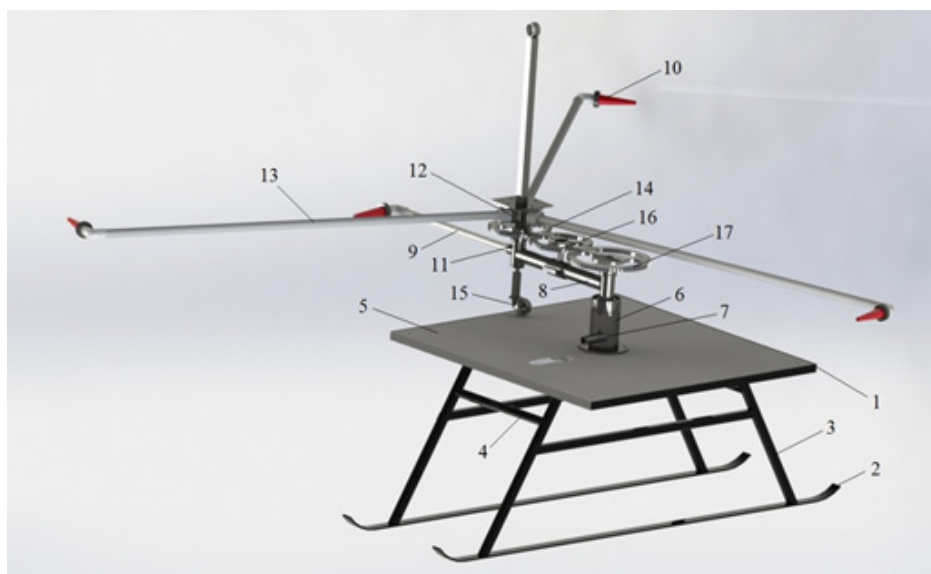
Приведенные схемы наглядно отражают несовершенство данных установок при орошении площадей однородной конфигурации, поскольку не выполняется главная задача – равномерное распределение дождя по всему поливаемому участку. С целью устранения данного недостатка была разработана конструкция дождевальной установки позиционного действия с траекторией орошения, близкой к прямоугольной [15]. В процессе разработки конструкции дождевальной установки использовались принципы теоретической механики и математических зависимостей. Применение разработанной дождевальной установки позиционного действия позволит повысить равномерность распределения слоя осадков по орошаемой площади [16].

Работает данная установка за счет реактивных сил, создаваемых каплями дождя, выбрасываемыми из дождевальных насадок, установленных на концах дождевальных крыльев. Траектория полива, близкая к прямоугольной, достигается за счет применения в конструкции блока шестерен, работающих по принципу планетарного механизма [11]. Для определения наиболее подходящих рабочих органов и рабочих режимов конструкции, представленной на рисунке 2, была проведена серия экспериментальных исследований.



а – схема расстановки дождевальных установок с поливом по квадратам; б – схема расстановки дождевальных установок с поливом по многоугольникам; в, г – схемы расположения дождевальных установок с поливом по секторам

Рис. 1 – Существующие схемы расстановки дождевальных установок
(Existing schemes of arrangement of sprinkler installations)



1 – рама салазки; 2 – полозья; 3 – опорные стойки; 4 – поперечные тяги; 5 – платформа; 6 – узел вращения;
7 – входной штуцер; 8 – горизонтальное плечо; 9 – крыло малого радиуса орошения;
10 – дождевальная насадка; 11 – переходной узел; 12 – тройник крепления дождевальных крыльев;
13 – дождевальные крылья; 14 – шестерня ведомая; 15 – колесо; 16 – шестерня промежуточная;
17 – ведущая шестерня

Рис. 2 – Дождевальная установка позиционного действия
(Sprinkler installation of positional action)



Работает данная установка за счет реактивных сил, создаваемых каплями дождя, выбрасываемыми из дождевальных насадок, установленных на концах дождевальных крыльев. Траектория полива, близкая к прямоугольной, достигается за счет применения в конструкции блока шестерен, работающих по принципу планетарного механизма [11]. Для определения наиболее подходящих рабочих органов и рабочих режимов конструкции, представленной на рисунке 2, была проведена серия экспериментальных исследований.

Материалы и методы

Для определения величины реактивной силы, создаваемой каплями дождя, необходимой для обеспечения работоспособности конструкции, проводилась серия экспериментов с различными дождевальными насадками.

Сущность эксперимента заключалась в выявлении оптимальных показателей создаваемого дождя в зависимости от входных параметров. Для проведения эксперимента был изготовлен лабораторный стенд (рис. 3), состоящий из штатива с закрепленными на нём весами марки Portable Electronic Scale WH-A08, штатива с подвижной планкой для крепления испытываемых дождевальных насадок, манометра и питающего шланга. Свободный конец планки соединялся с электронными весами. На конце планки закреплялись испытываемые дождевальные насадки, которые подсоединялись к питающему трубопроводу посредством коннектора, при этом питающий трубопровод был оборудован манометром марки TIM Y50.

Для каждой из испытываемых дождевальных насадок эксперимент проводится следующим образом: вода от магистрального трубопровода подавалась к дождевальной насадке, закрепленной на планке, давление воды изменялось в диапазоне от 0,5 до 3,5 атм. При этом создаваемая реактивная сила отклоняла планку от первоначального положения, воздействуя на весы, тем самым показывая величину создаваемого усилия. Полу-

ченные значения создаваемых реактивных сил заносились в таблицу, после чего данные обрабатывались в программе Excel.



Рис. 3 – Общий вид лабораторного стенда по определению величины реактивной силы
(General view of the laboratory stand for determining the magnitude of the reactive force)

После выявления оптимальной дождевальной насадки были проведены экспериментальные исследования по определению равномерности распределения дождя в соответствии с методикой, разработанной на основании ГОСТ 2004-2 7749. Аппараты дождевальные вращающиеся, в котором даны основные положения к проведению эксперимента. По итогам проведения эксперимента полученные данные обрабатывались в программе Statistica.

Результаты и обсуждения

В результате эксперимента по определению реактивных сил, создаваемых дождевальными насадками, были получены значения данных сил для каждого из образца. На основании полученных данных были построены графики зависимости величины реактивной силы от давления воды, подаваемой в дождевальную насадку (рис. 4).

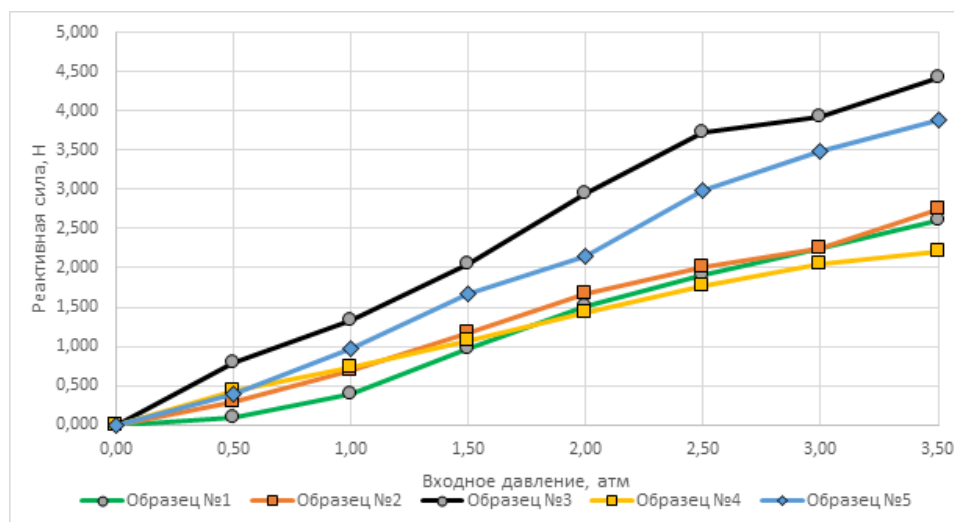


Рис. 4 – Зависимость реактивной силы от подаваемого давления
(Dependence of the reactive force on the applied pressure)



Из анализа полученных графиков была определена дождевальная насадка, имеющая наиболее высокие показатели энергетической эффективности. Так, у образца под номером 3 значение реактивных сил во всём диапазоне давлений в среднем оказались на 22 % выше, чем у образца под номером 5, являющимся вторым по энергетической эффективности. В связи с этим для использования в конструкции дождевальной установки позиционного действия в качестве основного рабочего органа была выбрана дождевальная насадка под номером 3.

После чего были проведены исследования по определению равномерности распределения осадков по орошаемой площади. Для этого дождевальная установка с расположенными на ней насадками устанавливалась на ровной поверхности, где по заранее отмеченной координатной сетке измерялись дождемеры. На основании полученных данных в программе Statistica была построена графическая поверхность распределения осадков по контрольному участку (рис. 5).

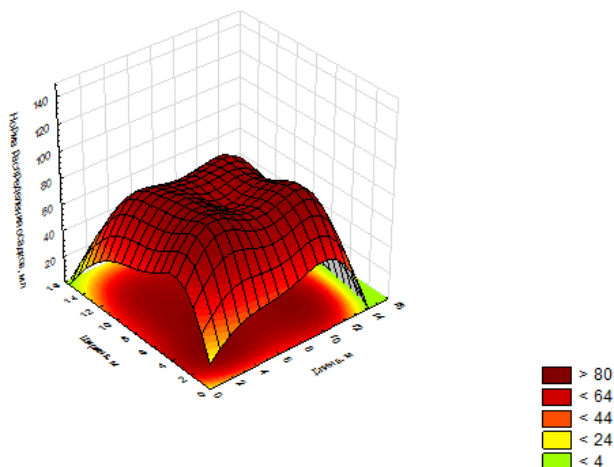


Рис. 5 – График поверхностного распределения воды при орошении дождевальной установкой позиционного действия с траекторией полива, близкой к прямоугольной

(A graph of the surface distribution of water during irrigation by a positional sprinkler system with a watering trajectory close to a rectangular one)

Анализируя данный график, можно отметить снижение высоты слоя осадков к периферии орошаемого участка, на расстоянии 0,5 м от его контуров, поэтому для выравнивания слоя на всей площади предлагается схема расположения данной дождевальной установки с перекрытием 0,5 м, указанная на рисунке 6.

Данная схема оказывает компенсирующий эффект, поскольку в указанной области высота слоя осадков находится в диапазоне от 24 до 44 мл, что, с учетом наложения, будет соответствовать показателю 60-65 мл для всей площади орошения, составляющей 72 м².

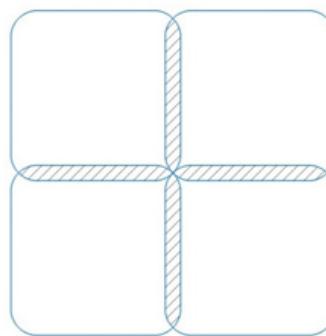


Рис. 6 – Схема расположения дождевальной установки с учетом зон перекрытия 0,5 м
(The layout of the sprinkler unit, taking into account the overlap zones of 0.5 m)

Заключение

Проведенные аналитические исследования позволили определить основные недостатки при использовании дождевальных установок с круговой траекторией орошения, в связи с чем была разработана и испытана конструкция дождевальной установки позиционного действия с траекторией полива, близкой к прямоугольной. В ходе экспериментальных исследований были определены параметры основных рабочих органов, способствующие обеспечению работоспособности конструкции в соответствии с агротехническими требованиями. Разработанная дождевальная установка позиционного действия обладает высокой равномерностью распределения осадков, при этом наблюдаемое снижение равномерности на краях траектории возможно компенсировать зонами перекрытий. При этом стоит отметить, что в данном случае перекрытия не будут способствовать созданию зон с избыточным увлажнением.

Список источников

1. Желязко В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки: БГСХА, 2020. – 250 с.
2. Базавлук В. А. Мелиоративное обустройство территорий [текст]: учебное пособие / А. В. Базавлук. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2014. – 184 с.
3. Васильев С. М., Шкура В. Н. Дождевание / С. М. Васильев, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 352 с.
4. Zhao W. Modeling sprinkler efficiency with consideration of microclimate modification effects / W. Zhao, J. Li, Y. Li. // Agricultural and Forest Meteorology. – 2012. – V. 161. P. 116-122.
5. Issaka Z. Water-smart sprinkler irrigation, prerequisite to climate change adaptation: A review / Z. Issaka, H. Li, J. Yue, P. Tang, R.O. Darko // Journal of Water and Climate Change – 2018. – V. 9. – P. 383-398.
6. Kostenko M. Yu., Ryazancev A.I., Rembalovich G. K., Beznosyuk, R.V., Murog I. Al. Bogdanchikov I. Yu. Influence of Drop-Rain Irrigation on the Erosion of Soil Substrate of Container Seedlings// International Journal of Advanced Biotechnology and Research – 2019. – Vol.10, Iss. 2, –P.344-355
7. Olgarenko, G.V., Ryazantsev, A.I., Kuznetsov,



- A.V., Umaev, D.M., Beznosyuk, R.V., Kostenko, M.Y. Sprinkler speed influence on soil substrate erosion// *EurAsian Journal of BioSciences*. – 2019. – Vol. 13(2). – P. 1221-1224
8. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: Учебник. – 3-е изд., 312 испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с., илл. – (Классический университетский учебник).
9. M. Shiva Shankar, A.V. Ramanjaneyulu, T.L. Neelima, & Anup Das (2018). Sprinkler Irrigation – An Asset in Water Scarce and Undulating Areas. 259-283
10. D.K. Dehkordi. Evaluation of uniformity coefficient of water distribution in sprinkler irrigation under different conditions. (2014). *Advances in Environmental Biology*. 8(13):781-786
11. Yuan S Q, Darko R O, Zhu X Y, Liu J P, Tian K. (2017). Optimization of movable irrigation system and performance assessment of distribution uniformity under varying conditions. *Int J Agric & Biol Eng*, 10(1): 72–79
12. Boja N. Research regarding the uniformity of sprinkler irrigation in forestry nursery / N. Boja, F. Boja, A. Teusdea, C. Maior, P.A. Darau // *Journal of Environmental Protection and Ecology*. – 2013. V 14 (4). – P. 1661-1672.
13. Голованов А. И. Мелиорация земель: учебник / ред. А. И. Голованов. – СПб.: Лань, 2015. – 816 с.
14. Тетерин В. С., Мельничук Д. С., Пестряков Е. В. // Разработка системы интеллектуального полива на базе дождевальной установки позиционного действия // *Вестник мелиоративной науки*. 2019. № 1. С. 80-83.
15. Тетерин В. С., Мельничук Д. С. // Разработка дождевальной установки позиционного действия и обоснование ее параметров // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2020. № 2 (46). С. 85-90.
16. Патент № 189173 Российская Федерация, МПК A01G 25/09 (2006.01). Дождевальная установка: 2018139223: заявл. 06.11.2018: опубл. 15.05.2019 / Костенко М. Ю., Новиков Н. Н., Мельничук Д. С., Тетерин В. С., Безносюк Р. В.; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.

References

1. ZHelyazko V. I. *Sel'skohozyajstvennyye melioracii: uchebno-metodicheskoe posobie* / V. I. ZHelyazko, V. M. Lukashovich. – Gorki: BGSKHA, 2020. – 250 s.
2. Bazavluk V. A. *Meliorativnoe obustroystvo territorij [tekst]: uchebnoe posobie* / A. V. Bazavluk. – Tomsk: Izd-vo Tom. politekhn. un-ta, 2014. – 184 s.
3. Vasil'ev S. M., SHkura V. N. *Dozhdevanie* / S. M. Vasil'ev, V. N. SHkura. – Novocherkassk: RosNIIPM, 2016. – 352 s.
4. Zhao W. Modeling sprinkler efficiency with consideration of microclimate modification effects / W. Zhao, J. Li, Y. Li. // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2012. – V. 161. P. 116-122.
5. Issaka Z. Water-smart sprinkler irrigation, prerequisite to climate change adaptation: A review / Z. Issaka, H. Li, J. Yue, P. Tang, R.O. Darko // *Journal of Water and Climate Change* – 2018. – V. 9. – P. 383-398.
6. Kostenko M. Yu., Ryazancev A.I., Rembalovich G. K., Beznosyuk, R.V., Murog I. Al. Bogdanchikov I. Yu. Influence of Drop-Rain Irrigation on the Erosion of Soil Substrate of Container Seedlings// *International Journal of Advanced Biotechnology and Research* – 2019. – Vol.10, Iss. 2, –R.344-355
7. Olgarenko, G.V., Ryazantsev, A.I., Kuznetsov, A.V., Umaev, D.M., Beznosyuk, R.V., Kostenko, M.Y. Sprinkler speed influence on soil substrate erosion//*EurAsian Journal of BioSciences*. – 2019. – Vol. 13(2). – P. 1221-1224
8. Zajdel'man F. R. *Melioraciya pochv: Uchebnik*. – 3-e izd., 312 ispr. i dop. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с., илл. – (Klassicheskij universitetskij uchebnik).
9. M. Shiva Shankar, A.V. Ramanjaneyulu, T.L. Neelima, & Anup Das (2018). Sprinkler Irrigation – An Asset in Water Scarce and Undulating Areas. 259-283
10. D.K. Dehkordi. Evaluation of uniformity coefficient of water distribution in sprinkler irrigation under different conditions. (2014). *Advances in Environmental Biology*. 8(13):781-786
11. Yuan S Q, Darko R O, Zhu X Y, Liu J P, Tian K. (2017). Optimization of movable irrigation system and performance assessment of distribution uniformity under varying conditions. *Int J Agric & Biol Eng*, 10(1): 72–79
12. Boja N. Research regarding the uniformity of sprinkler irrigation in forestry nursery / N. Boja, F. Boja, A. Teusdea, C. Maior, P.A. Darau // *Journal of Environmental Protection and Ecology*. – 2013. V 14 (4). – P. 1661-1672.
13. Golovanov A. I. *Melioraciya zemel': uchebnik* / red. A. I. Golovanov. – SPb.: Lan', 2015. – 816 s.
14. Teterin V. S., Mel'nichuk D. S., Pestryakov E. V. // *Razrabotka sistemy intellektual'nogo poliva na baze dozhdeval'noj ustanovki pozicionnogo dejstviya* // *Vestnik meliorativnoj nauki*. 2019. № 1. S. 80-83.
15. Teterin V. S., Mel'nichuk D. S. // *Razrabotka dozhdeval'noj ustanovki pozicionnogo dejstviya i obosnovanie ee parametrov* // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva*. 2020. № 2 (46). S. 85-90.
16. Patent № 189173 Rossijskaya Federaciya, MПК A01G 25/09 (2006.01). Dozhdeval'naya ustanovka: 2018139223: zayavl. 06.11.2018: opubl. 15.05.2019 / Kostenko M. YU., Novikov N. N., Mel'nichuk D. S., Teterin V. S., Beznosyuk R. V.; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie "Federal'nyj nauchnyj agroinzhenernyj centr VIM" (FGBNU FNAC VIM). – 7 s.: il. – Tekst: neposredstvennyj.

Статья поступила в редакцию 22.10.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 22.10.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 631.3:633.1
DOI: 10.36508/RSATU.2021.77.50.018

**Повышение эффективности хранения семенного зерна в малых
крестьянско-фермерских хозяйствах**

**Надежда Михайловна Латышенок¹✉, Александр Владимирович Шемякин²,
Михаил Борисович Латышенок³, Александр Андреевич Цымбал⁴, Фаррух Атауллахович Мусаев⁵**
^{1,2,3,4,5} Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

¹ t921621@mail.ru

²shem.alex62@yandex.ru

⁴tcimbalaa@yandex.ru

⁵musaev@rgatu.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Средние и малые крестьянско-фермерские хозяйства при производстве зерна сталкиваются с проблемой хранения семенного фонда. Существующие способы хранения малоэффективны: с одной стороны, из-за больших материальных и трудовых затрат, с другой стороны, из-за потери посевных качеств зерна. Для решения этой проблемы был разработан способ хранения семян в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой. Целью исследований являлось определение экономической оценки нового способа хранения семенного зерна и сравнение ее с экономическими показателями существующих способов хранения.

Методология. Для достижения поставленной цели был проведен хронометраж работ по подготовке зерноскладов к хранению, закладке зерна на хранение, хранению и отпуску зерна для посева; проводился также анализ бухгалтерской документации. К проведению хронометража привлекались работники со средним или высоким уровнем подготовки, ознакомленные с целью и порядком проведения хронометража. В качестве наблюдателей использовались специалисты, обладающие необходимыми знаниями и навыками в организации трудового процесса. Данные хронометража заносились в специально разработанные карты хронометража. Проверка корректности полученных результатов осуществлялась с помощью расчета коэффициента устойчивости хроноряда.

Результаты. Результаты настоящего исследования показали, что способ хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой имеет наилучшие показатели экономической эффективности: так, по качеству получаемой продукции годовая экономия совокупных денежных затрат составила 6,33-7,34 рублей на тонну, а по экономическому признаку 3,47-4,48 руб./т.

Заключение. Применение в малых крестьянско-фермерских хозяйствах герметичных устройств с регулируемой воздушной средой для хранения семенного зерна экономически целесообразно, так как данный способ хранения позволяет сохранить посевные качества семян и имеет наименьшие материальные и трудовые затраты по сравнению с существующими способами хранения.

Ключевые слова: семенное зерно, способ хранения, герметичный контейнер с регулируемой воздушной средой

Для цитирования: Латышенок Н. М., Шемякин А. В., Латышенок М. Б., Цымбал А. А., Мусаев Ф. А. Повышение эффективности хранения семенного зерна в малых крестьянско-фермерских хозяйствах // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т.13, №4. С.144-151 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.77.50.018>

Technical sciences

Original article

Increasing the efficiency of seed grain storage in small peasant-farm farms

Nadezhda M. Latyshenok¹✉, Alexander V. Shemyakin², Mikhail B. Latyshenok³, Alexander A. Tsymbal⁴, Farrukh A. Musaev⁵

^{1,2}Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

¹ t921621@mail.ru

²shem.alex62@yandex.ru

⁴tcimbalaa@yandex.ru

⁵musaev@rgatu.ru



Abstract.

Problem and purpose. When producing grain, medium and small peasant farms face the problem of storing the seed fund. The existing storage methods are low efficient: on the one hand, due to high material and labor costs, on the other hand, due to the loss of the sowing quality of grain. To solve this problem, a method has been developed for storing seeds in sealed containers with a controlled air environment. The purpose of the research was to determine the economic assessment of a new storage method for seed grain and compare it with the economic indicators of existing storage methods.

Methods. To achieve this purpose, timing of work on the preparation of grain warehouses for storage, laying grain for storage, storage and release of grain for sowing was carried out; analysis of accounting records was also carried out. Employees with an average or high level of training, familiar with the purpose and procedure of timing, were involved in timing. Specialists with the necessary knowledge and skills in organizing the labor process were used as observers. Timing data were entered into specially developed timing cards. The verification of the correctness of the results obtained was carried out by calculating the stability coefficient of the chrono sequence.

Results. The results of this study showed that the method of storing seed grain in a sealed container with a controlled air environment has the best indicators of economic efficiency. For example, in terms of the quality of the products obtained, the annual savings in total cash costs amounted to 6.33-7.34 rubles per ton, and in terms of economic character it was 3.47-4.48 rubles/t.

Conclusion. The use of sealed devices with a controlled air environment for storing seed grain in small peasant farms is economically feasible, since this storage method allows to preserve the sowing quality of seeds and has the lowest material and labor costs compared to existing storage methods.

Key words: seed grain, storage method, sealed container with controlled air environment

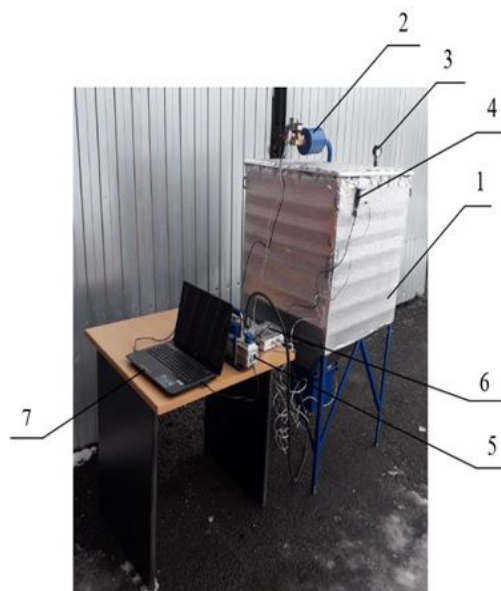
For citation: Latyshenok N. M., Shemyakin A. V., Latyshenok M.B., Tsybmal A. A., Musaev F.A. Increasing the efficiency of seed grain storage in small peasant-farm farms. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4):144-151 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.77.50.018>

Введение

Средние и малые крестьянско-фермерские хозяйства при производстве зерна сталкиваются с проблемой хранения семенного фонда. Существующие способы хранения малоэффективны: с одной стороны, из-за больших материальных и трудовых затрат, с другой стороны, из-за потери посевных качеств зерна. Для решения этой про-

блемы был разработан способ хранения семян в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой.

Для хранения семенного зерна на открытой площадке под навесом была разработана конструкция герметичного контейнера с регулируемой воздушной средой (рис. 1).



- 1 – корпус контейнера с теплозащитным покрытием; 2 – осушитель воздуха с атмосферным электромагнитным клапаном; 3 – вакуумметр GSGJ 27100; 4 – датчик контроля влажности и температуры воздуха DT-171; 5 – вакуумный насос RDC1-1 RT; 6 – электронный блок управления; 7 – персональный компьютер.

Рис. 1 – Патент на изобретение и общий вид устройства для хранения семенного зерна (КРВС) [6].
(Patent for the invention and general appearance of a device for storing seed grain (FARC))



Она состоит из корпуса 1, имеющего термозащитное покрытие, с герметичной крышкой. На герметичной крышке смонтированы осушитель воздуха 2 с атмосферным электромагнитным клапаном и контрольный вакуумметр 3. В нижней части корпуса имеется разгрузочная горловина, к которой через герметичную прокладку подсоединена емкость для сбора образовавшегося в результате дыхания зерна углекислого газа. Процесс аэрации воздуха в межзерновом пространстве осуществляется с помощью вакуумного насоса 5. Для автоматической аэрации межзернового пространства и создания необходимого разрежения воздуха в конструкцию герметичного контейнера входит электронный блок управления (ЭБУ) 6, который соединен с датчиками контроля давления и концентрации кислорода в воздушной смеси, смонтированными внутри рабочего объема контейнера. Периодический контроль состояния воздушной атмосферы внутри герметичного контейнера может осуществлять оператор с помощью персонального компьютера 7, соединенного с датчиком контроля температуры и влажности воздушной смеси 4 [1,17,18].

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что герметичный контейнер должен иметь рабочий объем порядка 1,2 м³, в нем должно постоянно поддерживаться давление воздушной смеси, равное 66 кПа. Семена, закладываемые на хранение, должны иметь влажность не выше 15,2 %. Аэрация зерновой насыпи внутри контейнера должна проводиться при снижении концентрации кислорода в воздушной смеси до 14 %. В качестве адсорбента в осушителе воздуха рекомендуется использовать силикагель марки КСКГ весом не менее 1 кг [1,2,13,14,16,19].

При поддержании вышеназванных параметров работы герметичного контейнера семена после хранения в течение 20 месяцев полностью сохраняют свои посевные качества.

Методика проведения исследования

Для определения экономической эффективности нового способа хранения семенного зерна проводились натурные испытания, в ходе которых устанавливалась степень снижения посевных качеств семенного материала, прошедшего длительное хранение (20 месяцев) новым и существующим способами хранения семян, хронометраж технологических операций по хранению семян и анализ бухгалтерских документов.

В качестве объекта исследований при проведении натурных испытаний использовались элитные семена яровой пшеницы «КВС Аквилон» категории РС-3. Проверка посевных качеств семян осуществлялась в соответствии с ГОСТ Р 52335-2005.

Основной целью хронометража выполнения технологических операций было определение нормы времени на операцию по хранению семенного зерна новым и аналоговыми способами хранения. В качестве наблюдателей-нормировщиков были использованы специалисты, обладающие необходимыми знаниями и навыками, находящиеся в курсе рабочего процесса и имеющие навыки в его организации. Работники, чьи действия на-

блюдались, были ознакомлены с целью проведения хронометража и имели средний или высокий уровень производительности.

Наблюдатель с помощью электронного секундомера с функцией запоминания результатов фиксировал время выполнения технологической операции и заносил его в специально разработанную карту хронометража, в которой, кроме времени, он вносил фамилию работника, его квалификацию, название и марку используемого оборудования. При проведении хронометража делалось от трех до пяти измерений времени выполнения каждой технологической операции, а потом длительность её выполнения рассчитывалась путем нахождения среднего арифметического значения. Проверка корректности полученных результатов осуществлялась с помощью расчета коэффициента устойчивости хроноряда [3,5,9-12,15].

После обработки материалов по хронометражу работ, связанных с хранением семенного зерна, и анализа бухгалтерской документации проводился расчет годовой экономии совокупных затрат денежных средств на хранение семенного зерна.

Годовая экономия совокупных денежных средств $\mathcal{E}_g$ на годовой фактический объем работ, выполняемых при новом и базовом способе хранения семенного зерна, вычислялась по формуле

$$\mathcal{E}_g = 3_{\text{сов.б}}^p - 3_{\text{сов.н}}^b \quad (1)$$

где $3_{\text{сов.б}}^p$, $3_{\text{сов.н}}^b$ – совокупные затраты денежных средств в расчёте на годовой фактический объем работ, выполняемых при новом и базовом способах хранения семенного зерна, руб.

Совокупные затраты денежных средств на выполнение работ по хранению семенного зерна $3_{\text{сов.н}}$, вычислялась по формуле

$$3_{\text{сов.н}} = 3_{\text{экс}} + I_{\text{пот}} + I_{\text{сем}}, \quad (2)$$

где $3_{\text{экс}}$ – прямые эксплуатационные затраты денежных средств на хранение семенного зерна, руб;

$I_{\text{пот}}$ – издержки денежных средств от потерь качества семенного зерна в процессе его хранения, руб;

$I_{\text{сем}}$ – издержки денежных средств от нерационального использования семенного зерна, руб.

Прямые эксплуатационные затраты складываются из затрат денежных средств на оплату труда обслуживающего персонала $3_{\text{ом}}$, на оплату горюче-смазочных материалов и электроэнергии $3_{\text{эсм}}$, затраты на ремонт и техническое обслуживание зданий и оборудования, амортизационные отчисления А и издержки денежных средств на вспомогательные технологические материалы $I_{\text{в.м}}$.

Затраты денежных средств на оплату труда обслуживающего персонала определялись по формуле

$$3_{\text{ом}} = \sum \lambda_k \cdot T_k \cdot T_k \cdot K_3, \quad (3)$$

где λ_k – количество обслуживающего персонала k -й квалификации, чел;

T_k – часовая ставка оплаты труда обслуживающего персонала k -й квалификации, руб/чел·час;

T_k – время выполнения работы обслужива-



ющим персоналом к-й квалификации, час;

K_3 – коэффициент, учитывающий уровень социальных отчислений от зарплаты, $K_3 = 1,3$ [3,4,8].

Затраты денежных средств на оплату горюче-смазочных материалов (электроэнергию) вычислялась по формуле

$$Z_{гсм} = g_{гсм} \cdot T_m \cdot \Pi \cdot K_{см} \quad (4)$$

где $g_{гсм}$ – часовой расход топлива (электроэнергии) машин и механизмов, л/час (кВт/час);

T_m – время работы машин и механизмов, час;

Π – цена моторного топлива (электроэнергии), руб/л (руб/кВт·час)

$K_{см}$ – коэффициент учета цены смазочных материалов, 1,1 [5,7,10].

Затраты денежных средств на ремонт и техническое обслуживание J-ой машины (оборудования) устанавливались из выражения

$$Z_{pj} = B_{ij} \cdot K_{pj} \cdot 0,01 T_{ij} \quad (5)$$

где B_{ij} – балансовая стоимость j-й машины (оборудования) занятой в процессе i-ого способа хранения семенного зерна, руб;

T_{ij} – фактическое время работы j-й машины (оборудования) занятой в процессе i-ого способа хранения семенного зерна, ч.

K_{pj} – коэффициент, учитывающий отчисления на ремонт и техническое обслуживание j-й машины на 100 ч работы, 1/ч.

а) для капитальных строений

$$A_{ci} = B_{cij} \cdot K_A \cdot K_S \quad (6)$$

где B_{cij} – балансовая стоимость j-ого капитального сооружения, руб;

K_A – коэффициент амортизационного отчисления j-ого капитального сооружения;

K_S – коэффициент использования сооружения, определяется из выражения

$$K_S = \frac{f}{F} \quad (7)$$

где f – используемая площадь (объем) капитального сооружения, м² (м³);

F – полезная площадь (объем) капитального сооружения, м² (м³);

б) для машин и оборудования

$$A_{mi} = B_{ij} \cdot R_{\phi} / R_i \quad (8)$$

где R_{ϕ} – фактическое время работы машины оборудования, ч.

R_i – амортизационный ресурс машины, ч.

Издержки денежных средств на вспомогательные технологические материалы в процессе i-ого способа хранения семенного зерна (мешки, шпа-

гат, пленка и др.) вычислялись по формуле

$$I_{e.m.i} = \sum q_{fi} \cdot \Pi_{e.m.f} \quad (9)$$

где q_{fi} – расход f-го вспомогательного технологического материала в процессе i-ого способа хранения семенного зерна, шт.;

$\Pi_{e.m.f}$ – цена единицы f-го вспомогательного технологического материала, руб/шт.

Издержки денежных средств от потерь (снижения качества) семенного зерна складываются из убытка от естественных потерь зерна при i-ом способе его хранения и потерь от снижения критерия семян и вычислялись по формуле

$$I_{ni} = (m_{ci1} - m_{ci2}) \Pi_{cin1} + m_{ci2} (\Pi_{cin1} - \Pi_{cin2}) \quad (10)$$

где m_{ci1} , m_{ci2} – соответственно масса семенного зерна по приходу и расходу при i-м способе его хранения, тонн;

Π_{cin1} , Π_{cin2} – соответственно рыночная цена семенного зерна n – категории по приходу и расходу его при i-ом способе хранения, руб./тонн.

Издержки денежных средств от нерационального использования семенного материала $I_{n.i}$ в процессе i-ого способа хранения

$$I_{n.i} = m_{ci2} (1 - W_{всх}) \Pi_{cin1} \quad (11)$$

где $W_{всх}$ – полевая всхожесть семян.

Результаты исследования

По результатам натурных испытаний изменения посевных качеств семян в процессе хранения было установлено, что после периода длительного хранения в полном объеме сохранили свои репродуктивные качества семена, хранящиеся в затаренном состоянии в закрытом помещении и в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой. Семена, заложенные на хранение в помещении зерносклада в напольном состоянии, снизили свою лабораторную всхожесть до 87,6 %, что соответствовало семенам с репродуктивными свойствами, пригодными для производства товарной продукции (категория семян РСт). Самые большие изменения посевных качеств семян наблюдались после хранения их в металлических элеваторах, семена были щуплые и имели посторонний амбарный запах, лабораторная всхожесть снизилась до 63,9 %, такие семена были пригодны для высевания на кормовые цели или сидераты (категория семян КС).

Для определения эффективности хранения семенного зерна в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой была установлена структура себестоимости разработанного устройства, представленная в таблице 1.

Таблица. 1 – Структура себестоимости изготовления устройства для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной средой (руб.)

Наименование показателя	Количество, шт.	Сумма затрат
Затраты на оплату труда с учетом отчислений на социальные нужды	-	2472
Затраты на материалы и амортизацию используемого оборудования	-	3614



Продолжение таблицы 1

Затраты на комплектующие изделия В том числе:	1	11892
Вакуумный насос с датчиком давления газа Vluе VE115N	10	450
Электромагнитный клапан СК-11-15	10	970
Вакуумметр МТП 1М		230
Регистратор контроля влажности и температуры воздуха DT-171	11	6710
Датчик контроля содержания кислорода в воздухе ME-O2-Ф20	10	458
Электронный блок управления	10	3074
Затраты на электроэнергию	-	42
Себестоимость изготовления одного герметичного контейнера с регулируемой воздушной средой	-	18050

На основе результатов, полученных в ходе хронометража работ по хранению семенного зерна, и анализа бухгалтерских документов за период проведения исследований был проведен расчет эконо-

номической оценки способов хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели экономической оценки способов хранения семенного зерна

№ п/п	Показатели экономической оценки, тыс. руб./т	Способ хранения семенного зерна			
		Элеватор	Склад		Герметичный контейнер
			Тара	Насыпь	
1	Прямые эксплуатационные затраты денежных средств на хранение семенного зерна	6,24	13,49	4,72	5,5
	1.1. Затраты на оплату труда обслуживающего персонала с учетом отчислений на социальные нужды	2,21	5,0	0,91	0,94
	1.2. Сумма амортизационных отчислений	2,44	6,05	2,67	3,16
	1.3. Расходы на ремонт и техническое обслуживание машин и оборудования	0,49	1,51	0,67	1,01
	1.4. Расходы на ГСМ	0,18	0,73	0,37	0,32
	1.5. Расходы на электроэнергию	0,92	0,1	0,07	0,07
	1.6. Издержки денежных средств на вспомогательные технологические материалы	-	0,1	0,03	-
2	Издержки денежных средств от потерь качества семенного зерна	4,03	0,01	4,04	0,01
3	Издержки денежных средств от нерационального использования семенного зерна	6,49	3,24	5,22	3,99
	Приведённые затраты на хранение зерна	16,76	16,74	13,98	9,5

Из анализа полученных результатов видно, что за счет снижения посевных качества семян и издержек от нерационального использования семян приведённые затраты на хранение семенного зерна насыпью в помещении зерносклада превышают затраты хранения в герметичном контейнере на 32 %. При хранении семенного зерна в мешках (в затаренном виде), несмотря на сохранение репродуктивных свойств семян, за счет высоких затрат на оплату труда обслуживающего персонала,

приведённые затраты составили 16,74 тыс. руб./т., что на 43,4 % больше, чем при хранении в герметичном контейнере.

Годовая экономия совокупных денежных затрат $\mathcal{E}_{\text{э. пр}}$ от внедрения в эксплуатацию нового способа хранения на одну тонну семенного зерна определялась по качеству полученной продукции и по экономическому признаку, результаты вычислений представлены в таблице 3.



Таблица 3 – Показатели сравнительной экономической эффективности хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой

Наименование показателя	Контейнер с регулируемой воздушной средой на открытой площадке под навесом	
	По качеству получаемой продукции (базовый способ хранения: зерносклад, семенное зерно затарено в мешки)	По экономическому признаку (зерносклад, зерно хранится насыпью на полу)
Годовая экономия совокупных затрат, тыс. руб.	7,34	4.48
Снижение себестоимости выполнения работы, %	43,59	32.05
Срок окупаемости капиталовложений, лет	2,46	4.03
Снижение трудоемкости выполнения работ, %	82.3	3.5
Снижение потребности в моторном топливе и электроэнергии, %	61,9/30,2	14,32/5.1

Расчет экономического эффекта показал, что применение способа хранения семенного зерна в герметичном контейнере с разреженной атмосферой снизил себестоимость работ по сезонному хранению семян на 32,05 %. Полученная при этом прибыль составила 4480 рублей на тонну семян. Срок окупаемости сделанных капиталовложений равен 4,03 года.

Вывод

Способ хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой с воздушной средой является экономически эффективным как по качеству получаемой продукции, так и по экономическому признаку, поэтому он может быть рекомендован для внедрения в малых крестьянско-фермерских хозяйствах.

Список источников

1. Комплекс для сохранения зерна в металлических силосах / Г.А. Закладной // Хлебопродукты. 2014.- №8. – с.40-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21736883>
2. Изучение физико - механических характеристик кукурузных кормов / Ульянов В., Утолин В., Лузгин Н., Крыгин С., Паршина М. // BIO Web of Conferences 2019.– Т. 17 – 2020 -№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>
3. Результаты исследований жизнедеятельности насекомых вредителей в период хранения зерна в контейнере с разреженной атмосферой/ М.Б. Латышенок, Н.М. Латышенок, А.В. Ивашкин, Н.А. Костенко // Вестник РГАУ. – 2019. №1 - С 119-123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38247187>
4. Особенности вентиляции зерновой насыпи находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой/ М.Б. Латышенок, В.А. Макаров, Н.М., Латышенок, А.А. Слободскова, А.В. Ивашкин // Наука в центральной России. Тамбов. 2020 №3 С40-46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>
5. Особенности хранения семенного зерна в металлических силосах/ Н.М. Латышенок, А.В. Ивашкин, А.А. Слободскова // Знания молодых – будущее России. Материалы XVIII Международ-

ной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов. В 5 частях. 2020. С. 203-204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>

6. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде/ А.А. Слободскова, Н.М. Латышенок // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+студенческого конструкторского бюро Рязанского государственного агротехнологического университета имени А.А. Костычева 2020. С. 53-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44163773>

7. Изменения температуры пристенного слоя зерна в металлических элеваторах / В.Ф. Сорочинский // Хранение и переработка сельхозсырья. -2016-№4 С.13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26255493>

8. Эффективность и единство посадочно - уборочных комплексов в зерновом под комплексе / Бышов Н., Макаров В., Макарова О., Гаспарян С., Новожилова З. // Серия конференций ИОП: Наука о земле и окружающей среде.-2019.-403(1).-012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097

9. Amcost, 2006. Technologiestoreducepostharvestfoodloss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O. Anyim, (1991).

10. Benavides, C. Design of grain handling and storage facilities for tropical countries / C. Benavides, Don Sup Chung // Food and feed Grain Institute. – Manhattan, 1989.

11. Flinna, P.W. Simulation model of Rhyzoperthadominica population dynamics in concrete grain bins / P.W. Flinna, D.W. Hagstruma, C. Reed, T.W. Phillips. // Journal of Stored Products Research. – 2004. – №40. – С. 39-45.

12. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov , N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth



Environ. Sci. 624 012118.DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012118

13. Влияние способа хранения семенного зерна на структуру его естественных потерь / А.Н. Зазуля, М.Б. Латышенков, В.А. Макаров, Н.М. Латышенков, С.В. Гаспорян // Наука в центральной России. – 2021. №4 (52) С. 5-12. DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-5-12

14. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе / А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, М.Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. с. 1061-1070. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187947>

15. Моделирование тепловых процессов нагрева семян рапса при обработке в ЭМП СВЧ / Е.С. Семина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2020. № 2 (11). С. 123-129. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44620700>

16. Разработка новых технических средств для термической обработки кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах / Е.С. Семина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского госу-

дарственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2020. № 2 (11). С. 135-140. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44628315>

17. К вопросу повышения посевных качеств семенного материала / Е.С. Семина, А.А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2020. № 2 (11). С. 153-157. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44653470>

18. Использование акселерометров для определения технологических параметров миксера кормораздатчика / А.А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2015. № 2 (26). - С. 112-115. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24832639>

19. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя / Д.Е. Каширин А.А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2017 № 1 (33). - С. 75-79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409334>

Вклад авторов:

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. *Kompleks dlya sohraneniya zerna v metallicheskih silosah* / G.A. Zakladnoj // *Hleboprodukty*. 2014. - №8. – s.40-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21736883>

2. *Izuchenie fiziko - mekhanicheskikh harakteristik kukuruznykh kormov* / Ul'yanov V., Utohin V., Luzgin N., Krygin S., Parshina M. // *BIO Web of Conferences* 2019. – T. 17 - 2020-№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>

3. *Rezultaty issledovaniy zhiznedeyatel'nosti nasekomykh vreditel'ev v period hraneniya zerna v kontejnere s razrezhyonnoy atmosferoy* M.B. Latyshenok, N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin, N.A. Kostenko // *Vestnik RGATU*. – 2019. №1 - S 119-123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38247187>

4. *Osobennosti ventilyatsii zernovoy nasypy nahodyashcheysya na hranenii v germetichnom silose s reguliruemoy vozduшной sredoy* M.B. Latyshenok., V.A. Makarov, N.M., Latyshenok, A.A. Slobodskova, A.V. Ivashkin // *Nauka v central'noj Rossii. Tambov*. 2020 №3 S40-46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>

5. *Osobennosti hraneniya semennogo zerna v metallicheskih silosah* N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin, A.A. Slobodskova // *Znaniya molodykh – budushchee Rossii. Materialy XVIII Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii: Sbornik nauchnykh trudov. V 5 chastyah*. 2020. S. 203-204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>

6. *Kontejner dlya hraneniya semennogo zerna v reguliruemoy vozduшной srede* A.A. Slobodskova, N.M. Latyshenok // *Materialy vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchyonnoy 40-letiyu so dnya organizatsii studencheskogo konstruktorskogo byuro (SKB). Vserossiyskij festival' nauki NAUKA 0+ studencheskogo konstruktorskogo byuro Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni A.A. Kostycheva* 2020. S. 53-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44163773>

7. *Izmeneniya temperatury pristennogo sloya zerna v metallicheskih elevatorah* / V.F. Sorochinskij // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. -2016-№4 S.13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26255493>

8. *Effektivnost' i edinstvo posadochno - uborochnykh kompleksov v zernovom pod komplekse* / Byshov N., Makarov V., Makarova O., Gasparyan S., Novozhilova Z. // *Seriya konferencij IOP: Nauka o zemle i okruzhayushchej srede*. -2019.-403(1).-012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097

9. *Amcost, 2006. Technologiestoreducepostharvestfoodloss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa* <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O. Anyim, (1991).

10. Benavides, C. *Design of grain handling and storage facilities for tropical countries* / C. Benavides, Don Sup Chung // *Food and feed Grain Institute*. – Manhattan, 1989.

11. Flinna, P.W. *Simulation model of Rhyzoperthadominica population dynamics in concrete grain bins* /



P.W. Flinna, D.W. Hagstruma, C. Reed, T.W. Phillips. // *Journal of Stored Products Research*. – 2004. – №40. – S. 39-45.

12. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov, N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118.DOI: 10.1088/1755- 1315/624/1/012118

13. Vliyanie sposoba hraneniya semennogo zerna na strukturu ego estestvennykh poter/ A.N. Zazulya, M.B. Latyshenok, V.A. Makarov, N.M. Latyshenok, S.V. Gasporyan//*Nauka v central'noj Rossii*. – 2021. №4 (52) S. 5-12. DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-5-12

14. Ispol'zovanie uravneniya Fokkera-Planka dlya analiticheskogo obosnovaniya processa smeshivaniya v shnekovom smesitele / A.A. Polyakova, D.E. Kashirin, M.YU. Kostenko // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 128. s. 1061-1070. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187947>

15. Modelirovanie teplovykh processov nagreva semyan rapsa pri obrabotke v EMP SVCH/ E.S. Semina, O.O. Maksimenko, A.A. Slobodskova[i dr.] // *Vestnik Soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva*. 2020. № 2 (11). S. 123-129. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44620700>

16. Razrabotka novykh tekhnicheskikh sredstv dlya termicheskoy obrabotki kormov v fermerskikh i lichnykh podsobnykh hozyajstvah/ E.S. Semina, O.O. Maksimenko, A.A. Slobodskova[i dr.] // *Vestnik Soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva*. 2020. № 2 (11). S. 135-140. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44628315>

17. K voprosu povysheniya posevnykh kachestv semennogo materiala/ E.S. Semina, A.A. Slobodskova[i dr.] // *Vestnik Soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva*. 2020. № 2 (11). S. 153-157. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44653470>

18. Ispol'zovanie akselerometrov dlya opre- Tekhnicheskie nauki 101 deleniya tekhnologicheskikh parametrov miksera kormorazdatchika /A.A. Polyakova // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*, 2015. № 2 (26). - S. 112-115. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24832639>

19. Obosnovanie parametrov mekhanicheskogo aktivatora smesitelya-obogatitelya / D.E. Kashirin A.A. Polyakova // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*, 2017 № 1 (33). - S. 75-79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409334m>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.09.2021; одобрена после рецензирования 01.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 24.09.2021; approved after reviewing 01.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





Научная статья
УДК 632.08:631.2
DOI: 10.36508/RSATU.2021.47.31.019

Исследование температурного и влажностного режима хранения семенного зерна в герметичной металлической емкости

Надежда Михайловна Латышенок¹, Александр Владимирович Шемякин², Анастасия Анатольевна Слободскова³, Светлана Валентиновна Гаспарян⁴, Александр Андреевич Цымбал⁵, Фаррух Атауллахович Мусаев⁶

^{1,2,3}Рязанский государственный аграрно-технологический университет имени П.А. Костычева, г.Рязань, Россия

⁴Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, г. Рязань, Россия

¹ t921621@mail.ru

²shem.alex62@yandex.ru

³ nastasia_19882010@mail.ru

⁴gasparyan.svetlana@yandex.ru

⁵ tcimbalaa@yandex.ru

⁶ musaev@rgatu.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Проблема хранения зерна особенно остро стоит для сельхозпроизводителей осенью, когда необходимо решить, сколько зерна и куда отправить его на хранение. Сохранение качества зерновой массы – основная цель технологии хранения зерна. Целью настоящего исследования является изучение температурно-влажностного режима зерновой насыпи, которая хранится в герметичной металлической емкости, а также его взаимосвязь с окружающей средой. Объект исследования: герметичная металлическая емкость с регулируемой воздушной средой.

Методология. Для достижения цели были проведены лабораторные исследования, которые проводились на модели герметичного контейнера с контролируемой воздушной средой двумя способами: хранение на открытом пространстве под навесом, хранение в неотапливаемом закрытом зерновом складе. Для каждого способа были установлены две группы контейнеров, первая группа – герметичные контейнеры с теплоизоляционным покрытием, вторая группа – без теплоизоляционного покрытия. Материалом исследования служили подготовленные репродуктивные семена. Семена взвешивали, определяли влажность – не более 15,2%, температуру – 20-22 °С и помещали на хранение. Для определения температуры и влажности воздушной смеси в рабочем объеме герметичного контейнера и в окружающей среде использовались регистраторы влажности и температуры модели ДТ-171, закрепленные на специальных опорах. Все регистраторы были подключены к персональным компьютерам. Результаты проведенных исследований показали, что применение герметичной емкости под навесом позволит снизить себестоимость, защитить зерно от солнечных лучей и атмосферных осадков.

Заключение. Было установлено, что во время сезонного хранения зерна из-за разной температуры воздуха в периферийных и внутренних слоях зерновой массы, которая находится в закрытом контейнере без тепловой защиты, происходит процесс отпотевания зерна, что негативно сказывается на сохранности зернового продукта.

Ключевые слова: хранение, семенное зерно, металлическая емкость

Для цитирования: Латышенок Н. М., Шемякин А. В., Слободскова А. А., Гаспарян С. В., Цымбал А.А., Мусаев Ф.А. Исследование температурного и влажностного режима хранения семенного зерна в герметичной металлической емкости.// Вестник Рязанского государственного аграрно-технологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С152-158 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.47.31.019>

Technical sciences

Original article

**Investigation of the temperature and humidity of grain storage
in a sealed metal container**



Nadezhda M. Latyshenok^{1✉}, Alexander V. Shemyakin², Anastasia A. Slobodskova³, Svetlana V. Gasparyan⁴, Alexander A. Tsymbal⁵, Farrukh A. Musaev⁶

^{1,2,3} Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev, Ryazan, Russia

⁴Penal Enforcement System Academy of Law and Management of the Federal Penitentiary Service, Ryazan, Russia

¹ t921621@mail.ru

² shem.alex62@yandex.ru

³ nastasia_19882010@mail.ru

⁴ gasparyan.svetlana@yandex.ru

⁵ tcimbalaa@yandex.ru

⁶ musaev@rgatu.ru

Abstract.

Problem and purpose. The problem of grain storage is especially acute for agricultural producers in the autumn, when it is necessary to decide how much grain and where to send it for storage. Preserving the quality of grain mass is the main goal of grain storage technology. The purpose of this study is to study the temperature and humidity regime of a grain mound, which is stored in a sealed metal container, as well as its relationship with the environment. The object of research: a sealed metal container with an adjustable air environment.

Methods. To achieve the research goal and answer the research questions posed, laboratory studies were conducted on the possibility of storing seeds in a sealed metal container with a controlled air environment. The research was carried out on the model of a sealed container with a controlled air environment in two ways: storage in an open space under a canopy, storage in an unheated closed grain warehouse. Two groups of containers were installed for each method, the first group-sealed containers with thermal insulation coating, and the second group - without thermal insulation coating. The research material was prepared reproductive seeds. The seeds were stored, weighed and had a humidity of no more than 15.2%, a temperature of 20-22 ° C. To determine the temperature and humidity readings of the air mixture in the working volume of the sealed container and the environment, humidity and temperature recorders of the DT-171 model, mounted on special supports, were used. All the recorders were connected to personal computers.

Results. The results of the conducted research have shown that the use of a sealed container under a canopy will reduce the cost, protect grain from sunlight and precipitation.

Conclusion. As a result of the study, it was found that during seasonal grain storage, due to different air temperatures in the outer layers of the grain mass, which are located in a closed container without thermal protection, the process of grain sweating occurs, which negatively affects the safety of the grain product.

Key words: storage, seed grain, metal container

For citation: Latyshenok N. M., Shemyakin A. V., Slobodskova A. A., Gasparyan S. V., Tsymbal A. A., Musaev F. A. Investigation of the temperature and humidity of grain storage in a sealed metal container. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev 2021; 13 (4):152-158. (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.47.31.019>

Введение

Температура и влажность зерна важны для безопасного хранения семян. Когда влажность в зерне повышается, оно начинает интенсивно дышать, выделяя большую часть тепла в окружающую среду. Таким образом, температура зерновой насыпи является точным естественным показателем качества хранения зерна [5,6].

Процессы теплообмена в результате изменения климатических условий между герметичной металлической емкостью и окружающей средой протекают постоянно. Тепло Q , подводимое к емкости, которая установлена на открытом пространстве, из окружающей среды и расходуемое на изменение его температуры, состоит из тепла от действия солнечного излучения Q_E , тепла, возникающего в результате радиационно-конвективного теплообмена поверхности емкости с окружающей средой Q_S и тепла от атмосферных осадков в виде дождя, снега, росы Q_A . Оно может быть определено выражением [12,18]:

$$Q = Q_E + Q_S \quad (1)$$

Количество тепла, подводимого к металлической емкости, является переменным, поэтому условия теплового баланса для временного интервала dt определяются выражением [4]:

$$g_A dt + g_E dt + g_S dt - \gamma G \Delta T = 0, \quad (2)$$

где g_A – количество тепла, поступившего к металлической емкости с атмосферными осадками за единицу времени, Вт/с;

g_E – количество тепла, поступившего к машине от действия солнечной радиации за единицу времени, Вт/с;

g_S – количество тепла, поступившего к металлической емкости в результате лучисто-конвективного теплообмена между поверхностью емкости и окружающей средой, Вт/с;

γ – коэффициент теплопроводности металлической емкости с зерном, Вт/(кг·°K);

G – масса металлической емкости с зерном, кг;

ΔT – разница температуры емкости и окружающей среды, °K.

Осенью и зимой при резких колебаниях температуры наружного воздуха наблюдается повышенная интенсивность движения воздушной смеси. Смесь движется в направлении от более теплого слоя зерна, находящегося в центре зерновой насыпи, к более холодному, расположенному у стенок металлической емкости; этот процесс сопровождается переносом влаги внутри металлической емкости [3].

В процессе переноса влаги могут возникнуть условия для образования конденсата влаги на внутренней поверхности металлической стенки емкости. Для предупреждения конденсации влаги должно соблюдаться условие:

$$0 = T_{\text{с}} - T_{\text{с}} < T_{\text{с}} - T_{\text{м.р}} \quad (3)$$

где $T_{\text{с}}$ – температура стенки металлического силоса, °K;

$T_{\text{м.р}}$ – температура точки росы, °K.

Для улучшения условий хранения семенного зерна необходимо уменьшить теплообмен пристенного слоя зерна с окружающей средой за счет применения теплозащитного покрытия. Представив пристенный слой зерновой насыпи в герметичной емкости с теплозащитным покрытием как многослойную стенку, термическое сопротивление которой R будет равно

$$R = R_{\text{с}} + R_{\text{из}} + R_{\text{в}} = \delta_{\text{с}} / \lambda_{\text{с}} + \delta_{\text{из}} / \lambda_{\text{из}} + \delta_{\text{в}} / \lambda_{\text{в}} \quad (4)$$

где $R_{\text{с}}$ – термическое сопротивление металлической стенки емкости, (м²·°K)/Вт;

$R_{\text{из}}$ – термическое сопротивление слоя теплоизоляционного материала, (м²·°K)/Вт;

$R_{\text{в}}$ – термическое сопротивление внешней облицовки теплоизоляционного материала, (м²·°K)/Вт;

$\delta_{\text{с}}, \delta_{\text{из}}, \delta_{\text{в}}$ – толщина металлической стенки силоса, тепловой защиты и внешней облицовки теплозащиты, соответственно, м;

$\lambda_{\text{с}}, \lambda_{\text{из}}, \lambda_{\text{в}}$ – коэффициенты теплопроводности металлической стенки силоса, тепловой защиты и внешней облицовки, Вт/м·°C.

Для оценки влияния составляющих на общий процесс теплообмена был выбран теплоизоляционный материал из вспененного полистирола, защищенного металлической фольгой. Материал устойчив к агрессивным средам, устойчив к разложению в средах с любым микробиологическим составом [5].

После оценки влияния отдельных слоев многослойной стенки на общий процесс теплообмена между зерновой массой и окружающей средой, проведенной с помощью критерия Био, необходимая толщина теплозащитного слоя может быть определена по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \{ R' - (1/\alpha_{\text{н}}) \} \quad (5)$$

где R' – общее тепловое сопротивление теплозащитной плоской конструкции (м²·°K)/Вт;

$\delta_{\text{из}}$ – толщина теплоизоляционного слоя, м;

$\lambda_{\text{из}}$ – коэффициент теплопроводности выбранного типа изоляции, Вт/м·°K,

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи со стороны

наружного ограждения, Вт/м²·°K.

Общее тепловое сопротивление теплозащитной плоской конструкции, расположенной на открытом воздухе, необходимое для предотвращения конденсации влаги из воздушной смеси, расположенной в межзерновом пространстве внутри емкости, можно определить по формуле:

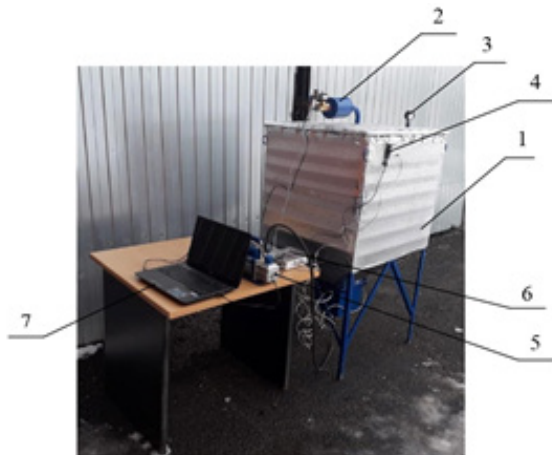
$$R' = (T_{\text{с}} - T_{\text{о.о}}) / \alpha_{\text{зм}} (T_{\text{с}} - T_{\text{м.р}}), \quad (6)$$

где $T_{\text{м.р}}$ – температура точки росы, °K; может быть установлена из выражения [специальная теория относительности СТО]

Проведенный расчет показал, что толщина теплозащитного слоя герметичной металлической емкости, достаточная для предупреждения процесса образования конденсации влаги в пристенных слоях зерновой насыпи, должна быть не менее 5 мм.

Материалы и методы

Для подтверждения научной гипотезы и результатов теоретических исследований были проведены лабораторные исследования возможности хранения семенного зерна в герметичной металлической емкости с регулируемой воздушной средой. Исследования проводились с помощью модели герметичной емкости (рис. 1) [1, 2, 3].



- 1 – корпус емкости с теплозащитным покрытием;
- 2 – осушитель воздуха с атмосферным электромагнитным клапаном;
- 3 – вакуумметр GSGJ 27100;
- 4 – датчик контроля влажности и температуры воздуха DT-171;
- 5 – вакуумный насос RDC1-1 RT;
- 6 – контрольно-управляющее устройство;
- 7 – персональный компьютер.

Рис. 1 – Модель герметичной емкости для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде (Model of a sealed container for storing seed grains in a controlled air environment)

Для осуществления способа хранения зерна в емкости с разреженной воздушной средой емкость через горловину заполнялась семенами яровой пшеницы «КВС Аквилон». Затем крышка герметично закрывалась, и модель устанавливалась в камеру искусственного климата KOMEKMHW-6, где в ходе проведения экспериментов поддерживалась относительная влажность воздуха 90 % и



создавался перепад температур согласно плану проведения эксперимента.

В ходе лабораторных исследований осуществлялся многофакторный эксперимент по плану Бокса-Бенкина второго порядка. В качестве параметров оптимизации были взяты разреженность воздушной среды в рабочем объеме емкости, влажность закладываемого на хранение зерна и толщина теплозащитного покрытия. Исследованию подлежали два способа хранения семенного зерна в герметичной емкости с регулируемой воздушной средой: хранение на открытой площадке под навесом, хранение в закрытом неотапливаемом помещении зерносклада.

По каждому способу устанавливались две группы емкости; в первую группу входили герметичные емкости с теплозащитным покрытием, во вторую – без теплозащитного покрытия. В качестве исследуемого материала были использованы подготовленные репродуктивные семена. Семена, закладываемые на хранение, взвешивались и имели влажность не более 15,2 %, температуру –20-22 °С.

Для регистрации температуры и влажности воздушной смеси в рабочем объеме герметичной емкости и в окружающей среде использовались регистраторы влажности и температуры воздуха модели DT-171, которые крепились на специальных держателях. Все регистраторы были соединены с персональными компьютерами.

Состав воздушной смеси контролировался датчиком контроля кислорода ME-O2-Ф20, установленного в рабочем объеме герметичной емкости. Компьютер одновременно фиксировал результаты замеров температуры, относительной влажности и состава воздушной смеси. Замеры проводились через каждые 6 часов.

Перед началом наблюдений в емкости засыпались по 1000кг семян яровой пшеницы, затем емкости с помощью погрузчика устанавливались на место хранения.

Весь период сезонного хранения семенного зерна в герметичной металлической емкости был разделен по месяцам [3, 4, 10, 11].

Полученные результаты фиксировались с помощью персонального компьютера (рис. 2)



Рис.2 – Экран персонального компьютера с полученными результатами натурных испытаний (Personal computer screen with the obtained results of field tests)

Результаты и обсуждение

В ходе лабораторных исследований было установлено, что оптимальными конструктивно-технологическими показателями, при которых семенное зерно может закладываться на хранение, являются [1,7,8,9]:

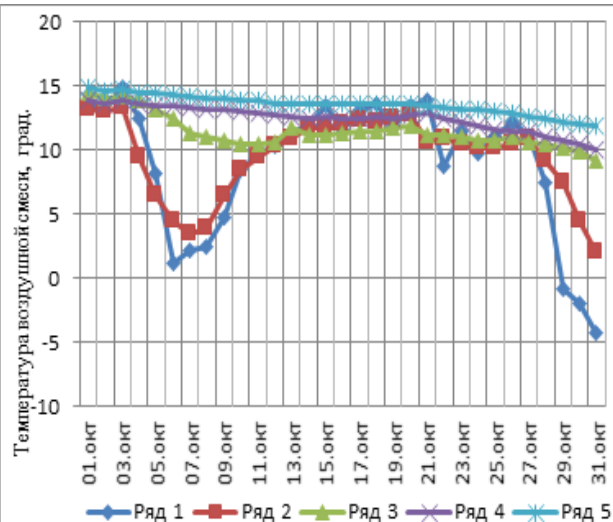
– рабочее давление воздушной смеси в емкости – 66 кПа;

– зерно, закладываемое на хранение, должно иметь влажность порядка 15,2 %, температуру 20-22 °С, чистоту не менее 95%.

Анализ результатов натурных испытаний был проведен по показателям октября, имеющего самый высокий показатель технической жесткости климата [14, 15, 16, 17]; его результаты представлены на рисунках 3 и 4.

Хранение емкости под навесом позволит снизить себестоимость, навес позволит защитить зерно от солнечных лучей и атмосферных осадков.

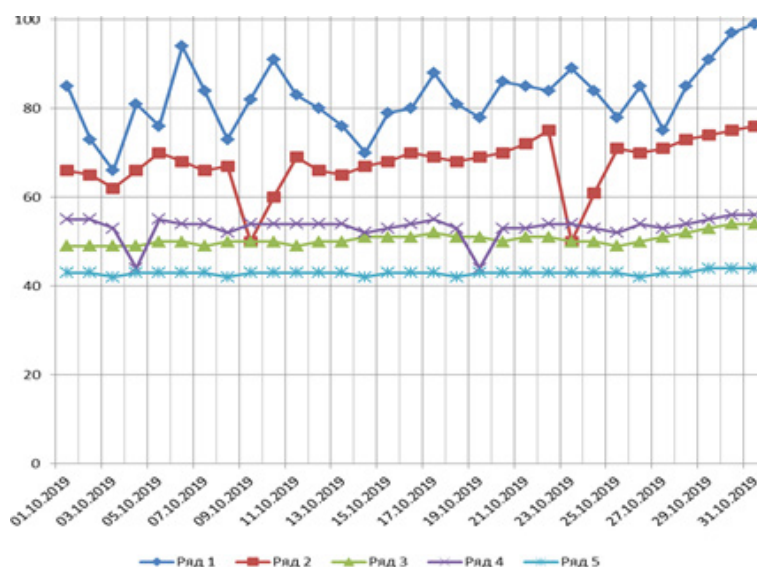
Результаты исследований свидетельствуют о том, что солнечная радиация при сезонном хранении зерна в герметичных емкостях, размещенных на открытом пространстве под навесом, существенно не влияла на температурный режим насыпи зерна. Разница температур между стенками и крышками емкости наблюдалась только в весенние месяцы и составляла не более 0,8 °С. Также не было изменений температуры поверхности емкости под действием тепла от осадков.



- 1 – среднесуточная температура воздуха на открытой площадке;
- 2 – температура в периферийном слое зерновой насыпи в емкости без теплоизоляционного покрытия;
- 3 – температура в центре зерновой насыпи в емкости без теплоизоляционного покрытия;
- 4 – температура в периферийном слое зерновой насыпи в емкости с теплоизоляционным покрытием;
- 5 – температура в центре зерновой насыпи в емкости с теплоизоляционным покрытием.

Рис.3 – Изменение температуры воздушной смеси внутри герметичной металлической емкости, установленной на открытой площадке под навесом

(Change in the temperature of the air mixture inside a sealed metal container installed in an open area under a canopy)



- 1 – среднесуточная относительная влажность воздуха на открытой площадке; 2 – среднесуточная относительная влажность в периферийном слое зерновой насыпи в емкости без теплоизоляционного покрытия; 3 – среднесуточная относительная влажность в центре зерновой насыпи в емкости без теплоизоляционного покрытия; 4 – среднесуточная относительная влажность в периферийном слое зерновой насыпи в емкости с теплоизоляционным покрытием; 5 – среднесуточная относительная влажность в центре зерновой насыпи в емкости с теплоизоляционным покрытием.

Рис. 4 – Изменение относительной влажности воздуха в окружающей среде и воздушной смеси в зерновой насыпи внутри герметичной металлической емкости, установленной на открытой площадке под навесом в октябре

(Changes in the relative humidity of the air in the environment and the air mixture in the grain mound inside a sealed metal container installed in an open area under a canopy in October)

Закключение

Результаты, полученные в ходе исследования, позволяют сделать вывод о том, что при сезонном хранении семян из-за разницы температур воздуха в окружающей среде и в периферийных слоях зерновой насыпи, находящихся внутри герметичной емкости без термозащиты, происходит процесс переноса влаги, а, следовательно, отпотевание зерна, что может привести к саморазогреву зерновой массы.

Список источников

1. Комплекс для сохранения зерна в металлических силосах / Г.А. Закладной // Хлебопродукты. 2014.- №8. – с.40-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21736883>
2. Изучение физико - механических характеристик кукурузных кормов / Ульянов В., Утолин В., Лузгин Н., Крыгин С., Паршина М. // BIO Web of Conferences 2019.– Т. 17 - 2020-№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>
3. Результаты исследований жизнедеятельности насекомых вредителей в период хранения зерна в контейнере с разреженной атмосферой / М.Б. Латышенок, Н.М. Латышенок, А.В. Ивашкин, Н.А. Костенко // Вестник РГАТУ. – 2019. №1 - С 119-123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38247187>
4. Особенности вентиляции зерновой насыпи находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М.Б. Латышенок, В.А. Макаров, Н.М., Латышенок, А.А. Слободскова, А.В. Ивашкин // Наука в центральной России. Тамбов. 2020 №3 С40-46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>

5. Особенности хранения семенного зерна в металлических силосах / Н.М. Латышенок, А.В. Ивашкин, А.А. Слободскова // Знания молодых – будущее России. Материалы XVIII Международной студенческой научной конференции: Сборник научных трудов. В 5 частях. 2020. С. 203-204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>

6. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / А.А. Слободскова, Н.М. Латышенок // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвященной 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Всероссийский фестиваль науки NAUKA 0+студенческого конструкторского бюро Рязанского государственного агротехнологического университета имени А.А. Костычева 2020. С. 53-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44163773>

7. Изменения температуры пристенного слоя зерна в металлических элеваторах / В.Ф. Сорочинский // Хранение и переработка сельхозсырья. -2016-№4 С.13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26255493>

8. Эффективность и единство посадочно - уборочных комплексов в зерновом подкомплексе / Бышов Н., Макаров В., Макарова О., Гаспарян С., Новожилова З. // Серия конференций ИОП: Наука о земле и окружающей среде.-2019.-403(1).-012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097

9. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst>



- org/platforms/foodloss.shtml [5] C. O. Anyim, (1991).
10. Benavides, C. Design of grain handling and storage facilities for tropical countries / C. Benavides, Don Sup Chung // Food and feed Grain Institute. – Manhattan, 1989.
11. Flinna, P.W. Simulation model of Rhyzoperthadominica population dynamics in concrete grain bins / P.W. Flinna, D.W. Hagstruma, C. Reed, T.W. Phillips. // Journal of Stored Products Research. – 2004. – №40. – С. 39-45.
12. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov, N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012118
13. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров смесителя - обогатителя концентрированных кормов на энергоемкость процесса смешивания / Д.Е. Каширин, А.А. Полякова // Вестник КрасГу, 2016. № 9 (120). С. 107-113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26673580>
14. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе / А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, М.Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. с. 1061-1070. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187947>
15. Моделирование тепловых процессов нагрева семян рапса при обработке в ЭМП СВЧ / Е.С. Семина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2020. № 2 (11). С. 123-129. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44620700>
16. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока / Н. В. Бышов, И. Е. Куцев, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань, 2011. – С. 21-26 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21327902>
17. Хранения зерна в силосах с регулируемой воздушной средой / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенок, Е. С. Семина, И. И. Садовая // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 29–30 апреля 2021 года / Под общей редакцией В.А. Трушкина. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2021. – С. 198-200. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46510170>
18. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогатителя / А. А. Полякова, Д. Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 75-79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409334>
- Вклад авторов:
Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. *Kompleks dlya sohraneniya zerna v metallicheskih silosah* / G.A. Zakladnoj// Hleboprodukty. 2014.- №8. – s.40-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21736883>
2. *Izuchenie fiziko - mekhanicheskikh harakteristik kukuruznykh kormov* /Ul'yanov V., Utolin V., Luzgin N., Krygin S., Parshina M. // BIO Web of Conferences 2019.– T. 17 - 2020-№00209. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44146625>
3. *Rezultaty issledovaniy zhiznedeyatel'nosti nasekomykh vreditel'ej v period hraneniya zerna v kontejnere s razrezhyonnoj atmosferoj* [Tekst] M.B. Latyshenok, N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin, N.A. Kostenko // Vestnik RGATU. – 2019. №1 - S 119-123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38247187>
4. *Osobennosti ventilyacii zernovoj nasypi nahodyashchejsya na hranenii v germetichnom silose s reguliruemoy vozdushnoy sredoj* [Tekst] M.B. Latyshenok., V.A. Makarov, N.M., Latyshenok, A.A. Slobodskova, A.V. Ivashkin // Nauka v central'noj Rossii. Tambov. 2020 №3 S40-46. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>
5. *Osobennosti hraneniya semennogo zerna v metallicheskih silosah* [Tekst] N.M. Latyshenok, A.V. Ivashkin, A.A. Slobodskova // Znaniya molodyh – budushchee Rossii. Materialy XVIII Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii: Sbornik nauchnykh trudov. V 5 chastyah. 2020. S. 203-204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43079694>
6. *Kontejner dlya hraneniya semennogo zerna v reguliruemoy vozdushnoy srede* [Tekst] A.A. Slobodskova, N.M. Latyshenok // Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchyonnoj 40-letiyu so dnya organizacii studencheskogo konstruktorskogo byuro (SKB). Vserossijskij festival' nauki NAUKA 0+studencheskogo konstruktorskogo byuro Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni A.A. Kostycheva 2020. S. 53-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44163773>
7. *Izmeneniya temperatury pristennogo sloya zerna v metallicheskih elevatorah* / V.F. Sorochinskij // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. -2016-№4 S.13-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26255493>
8. *Effektivnost' i edinstvo posadochno - uborochnykh kompleksov v zernovom podkomplekse* /Byshov N., Makarov V., Makarova O., Gasparyan S., Novozhilova Z. // Seriya konferencij IOP: Nauka o zemle i okruzhayushchej srede.-2019.-403(1).-012097. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012097
9. Amcost, 2006. Technologies to reduce post-harvest food loss. The African Ministerial Council on Science



and Technology (AMCOST) of the African Union (AU), Pretoria, South Africa <http://www.nepadst.org/platforms/foodloss.shtml> [5] C. O. Anyim, (1991).

10. Benavides, C. Design of grain handling and storage facilities for tropical countries / C. Benavides, Don Sup Chung // Food and feed Grain Institute. – Manhattan, 1989.

11. Flinna, P.W. Simulation model of *Rhyzoperthadominica* population dynamics in concrete grain bins / P.W. Flinna, D.W. Hagstruma, C. Reed, T.W. Phillips. // Journal of Stored Products Research. – 2004. – №40. – S. 39-45.

12. Prospects and method of seed grain storage in a container with gasregulating medium To cite this article: N V Byshov M B Latyshenok, V A Makarov, N M Latyshenok et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 624 012118. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012118

13. Issledovanie vliyaniya konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov smesitelya - obogatitelya koncentrirovannykh kormov na energoemkost' processa smeshivaniya / D.E. Kashirin, A.A. Polyakova // Vestnik KrasGau, 2016. № 9 (120). S. 107-113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26673580>

14. Ispol'zovanie uravneniya Fokkera-Planka dlya analiticheskogo obosnovaniya processa smeshivaniya v shnekovom smesitele / A.A. Polyakova, D.E. Kashirin, M.YU. Kostenko // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 128. s. 1061-1070. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187947>

15. Modelirovanie teplovykh processov nagreva semyan rapsa pri obrabotke v EMP SVCH / E.S. Semina, O.O. Maksimenko, A.A. Slobodskova [i dr.] // Vestnik Soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2020. № 2 (11). S. 123-129. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44620700>

16. Sinhronizatsiya i upravlenie skorost'yu vrashcheniya elektroprivoda postoyannogo toka / N. V. Byshov, I. E. Kushchev, N. G. Kiparisov, A. A. Polyakova // Aktual'nye problemy i ih innovacionnye resheniya v APK : Sbornik nauchnykh trudov. Posvyashchaetsya 60-letiyu inzhenernogo fakul'teta / Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet imeni P.A. Kostycheva. – Ryazan', 2011. – S. 21-26 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21327902>

17. Hraneniya zerna v silosah s reguliruemoy vozduшной sredoj / A. A. Slobodskova, N. M. Latyshenok, E. S. Semina, I. I. Sadovaya // Aktual'nye problemy energetiki APK: Materialy XII Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Saratov, 29–30 aprelya 2021 goda / Pod obshchej redakciej V.A. Trushkina. – Saratov: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Amirit", 2021. – S. 198-200. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46510170>

18. Obosnovanie parametrov mekhanicheskogo aktivatora smesitelya-obogatitelya / A. A. Polyakova, D. E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2017. – № 1(33). – S. 75-79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29409334>

Contribution of the authors:

All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.09.2021; одобрена после рецензирования 06.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 24.09.2021; approved after reviewing 06.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.





ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 629.025

DOI: 10.36508/RSATU.2021.45.51.020

Исследование износов деталей регулируемых аксиально-поршневых насос-моторов

Алексей Владимирович Столяров¹, Сергей Викторович Червяков²✉, Олеся Валерьевна Рогонова³

^{1,2,3} Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Россия

¹ cabto@mail.ru

² sergey.chervyakov@yandex.ru

Аннотация.

Проблема и цель. Целью исследований явилось установление величин износов ресурсопределяющих поверхностей насос-мотора марки МГЭ 112. Объект исследования: сферическая поверхность распределителя и блока цилиндров, поршень, отверстие блока цилиндров качающего узла аксиально-поршневого насос-мотора, подверженные износу в процессе эксплуатации.

Методология. С целью получения первичных данных проводились микрометричные измерения и профилографирование поверхностей качающего узла насос-мотора.

Результаты. Микрометричные измерения 70 поршней показали значения износов в интервале от 2 до 90 мкм, при среднем значении 22,5 мкм. Для отверстий блока цилиндров значения износов имеют соответственно следующие значения 4, 88 и 21,1 мкм. Исследование профилей износов сферических поверхностей показали следующие результаты: площадь износа распределителя имеет интервал от 10,2 до 38,9 тыс. мкм², у блока цилиндров площадь износа находится в более широком интервале от 5,2 до 53,6 тыс. мкм², а суммарное значение износа обеих поверхностей составило от 17,2 до 88,9 тыс. мкм² при среднем значении 36,5 тыс. мкм². Проведенные микрометричные исследования деталей показали, что поршни и отверстия блока цилиндров изнашиваются равномерно, разность в скорости износа составляет 4-7 %. Было установлено, что средний зазор в поршневой паре достигает значений в 65-70 мкм при максимально допустимом значении в 45 мкм. Максимальное значение зазора достигает 230 мкм. Исследования площади износов сферических поверхностей показали, что в среднем распределитель изношен в 1,2 раза меньше блока цилиндров, но при этом износ распределителя по высоте значительно превосходит износ блока цилиндров (за счет этого ослабевает натяг в качающем узле и происходит расклинивание).

Заключение. Анализ полученных результатов говорит о различном характере изнашивания. Так, у распределителя величина износа составила 3,6 мкм с одним характерным провалом. У блока цилиндров величина износа составила 5,8 мкм, при этом видны три провала, они соответствуют местам контактов границ окон, здесь происходят утечки жидкости и появляются данные дефекты, в результате загрязненности продуктами износа. Полученные данные по величинам износов поршня и отверстия блока, площади износа сферических поверхностей распределителя и блока цилиндров явились исходными при определении степени технологического воздействия на них.

Ключевые слова: аксиально-поршневой насос-мотор, распределитель, поршень, блок цилиндров, износ, микрометр

Для цитирования: Столяров А. В., Червяков С. В., Рогонова О. В. Исследование износов деталей регулируемых аксиально-поршневых насос-моторов// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2021. Т13, №4. С159-166 <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.45.51.020>

Technical sciences

Original article

Study of wear of parts of adjustable axial piston pump motors

Alexey V. Stolyarov¹, Sergei V. Chervyakov²✉, Olesya V. Rogonova³

^{1,2,3} N.P. Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia

¹ cabto@mail.ru

² sergey.chervyakov@yandex.ru

Abstract.

Problem and purpose. The purpose of the research was to establish the wear values of the resource-determining surfaces of the MGE 112 pump-motor. The object of research: the spherical surface of the distributor and the cylinder block, the piston, the bore of the cylinder block of the pumping unit of the axial-piston pump-motor, subject to wear during operation.

Methodology. In order to obtain primary data, micrometer measurements and profilography of the surfaces of the pumping unit of the pump-motor were carried out.

Results. Micrometric measurements of 70 pistons showed the values of minimum wear of 2 microns, maximum of 90 microns, while the average values were 22.5 microns. For the cylinder block bores, the wear values are respectively 4, 88 and 21.1 μm . Investigation of the wear profiles of spherical surfaces showed the following results: the wear area of the distributor is in the range of 10 250 ... 38 920 μm^2 with an average value of 29 025 μm^2 . The wear area of the cylinder block is in the range of 5 210 ... 53 680 μm^2 with an average value of 37 410 μm^2 . The total area of wear is in the range of 17,200 ... 88,905 μm^2 with an average value of 36,500 μm^2 . The micrometric studies of the parts showed that the pistons and cylinder block bores wear evenly, the difference in the wear rate is 4-7%. It was also found that in some cases wear may appear several times higher than the maximum permissible values, this occurs when rings break; the average clearance in the piston pair reaches values of 65-70 microns with a maximum allowable value of 45 microns. The maximum gap value reaches 230 μm . Studies of the area of wear of spherical surfaces showed that, on average, the distributor is worn 1.2 times less than the cylinder block, but at the same time, the wear of the distributor in height significantly exceeds the cylinder block (due to this, the tension in the swinging unit is weakened and wedging occurs). This confirms the hypothesis that waterjet is the main wear mechanism.

Conclusion. Analysis of the results obtained indicates a different nature of wear. For example, the wear of the distributor was 3.6 μm with one characteristic failure. At the cylinder block, the wear value was 5.8 microns, while three dips are visible, they correspond to the contact points of the window boundaries, fluid leaks here and these defects appear, as a result of its contamination with wear products. The data obtained on the values of the piston and block bore wear, the wear area of the spherical surfaces of the distributor and the cylinder block were the initial ones when determining the degree of technological impact on them.

Key words: axial piston pump-motor, distributor, piston, cylinder block, wear, micrometry.

For citation: Stolyarov A. V., Chervyakov S. V., Rogonova O. V. Study of wear of parts of adjustable axial piston pump motors. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2021; 13 (4):159-166 (in Russ.). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.45.51.020>

Введение

Ежегодно в России и в мире появляются новые модели гидроаппаратуры, которые становятся все более энергоемкими и более сложными как в изготовлении, так и в управлении ими. Это сказывается и на стоимости самих агрегатов, например, по данным сайта Гидромотор (Строймаш сервис, URL:<https://zao-sms.ru/katalog/gidromotor%7Bpage-3%7D.html?>) стоимость МГЭ 112/32М составляет 114 756 рублей, а стоимость гидромотора МГ 112/32М без электрогидравлического управления только 77 094 рубля, т.е. на 37 662 рубля меньше (по данным на 20 сентября 2021 года). Такая высокая стоимость комплектующих автотракторной техники с гидроагрегатами приводит к возрастанию спроса на ремонт выходящих из строя агрегатов [1]. Поэтому данная работа посвящена исследованию износов деталей регулируемых аксиально-поршневых насос-моторов серии МГЭ, которые используются в погрузчиках, дорожно-строительной технике и других машинах, применяемых в различных областях народного хозяйства, с целью дальнейшего определения способа ремонта изнашивающихся элементов.

Объекты и методы

Исследования, проводимые рядом авторов в области разработки технологий восстановления работоспособности отечественных и импортных гидроагрегатов [2-5, 6-8] выдвигают ряд требований при проведении исследований, в частности, первичными результатами, которые необходимы для выбора технологии ремонта, должны быть

микрометражные исследования и профилографирование поверхностей ресурсопределяющих соединений.



Рис. 1 – Профилограф-профилометр TaylorHobson (TaylorHobson Profiler)

Как указывают авторы работ [9-11], микрометражные исследования направлены на выявление поверхностей деталей, наиболее подверженных износу. Для этого в работах [12, 13] рекомендуются различные методы оценки износа деталей (взвешивание, микрометраж, профилографирование, определение продуктов износа в масле и др.). Однако из предложенных методов наиболее



доступными в условиях ремонтных предприятий являются микрометраж с использованием измерительного инструмента (для поршней – микрометр стрелочный, для отверстий блока цилиндров – индикаторный нутромер) и профилографирование поверхности, например, с использованием профилографа-профилометра TaylorHobson (рис. 1).

Микрометрические измерения поршней, уплотнительных колец и отверстий блока цилиндров применяются при лабораторных и эксплуатационных испытаниях для изучения износов поверхностей ресурсопределяющих деталей [14-16].

Экспериментальная часть

Регулируемый аксиально-поршневой насос-мотор типа МГЭ 112/32М с дискретным электрогидравлическим управлением используется как приводной механизм для вращающихся частей (режим гидромотора) или как устройство для привода рабочих органов посредством перекачивания жидкости (режим насоса), при этом имеется возможность изменения скорости выполнения операций дискретно, посредством регулирования рабочего объема. МГЭ 112/32М имеет рабочий объем 112 см³; развивает крутящий момент в 524 Нм; его предельная частота вращения от 1500 до 2000 об/мин; мощность максимальная 80,7 кВт; расход (максимальный) – 182,6 л/мин.

Насос-мотор имеет увеличенный угол наклона блока, поэтому в нем используются поршни конического строения (рис. 2) и установлены уплотнительные кольца (рис. 3).

В процессе работы данных насосов появляются задиры на распределителе и поршнях, изнашиваются отверстия блока цилиндров (рис. 4) и его сферические поверхности в результате попадания продуктов износа.

Микрометрические исследования проводятся при температуре 18-20° С, для чего измеряемые детали вместе с измерительным инстру-

ментом выдерживают в помещении два-три часа. Перед проведением замеров детали промываются и обезжириваются, а в процессе самого измерения для определения действительного размера производят не менее трех замеров и принимают среднее значение. Измерение блока цилиндров и поршней проводили в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Плоскость симметрии детали принималась за основную, для блока цилиндров (рис. 5) – это плоскость, проходящая через ось отверстия и блока.

Поршень при отсчете от сферы измерялся по трем сечениям (рис. 6), при этом измерения проводились во взаимно перпендикулярных плоскостях – 00 и 900.

Конечным этапом измерений является обработка данных, которая показывает погрешности формы, износ по каждому поршню и отверстию, а также зазор в сопряжении. Данные проводимых измерений записывались в карты микрометража (рис. 7)

По методике, изложенной в работах [17, 18] изучались условные износы. Авторы работ указывают, что в связи с отсутствием сведений о начальных размерах цилиндрических поверхностей поршней и отверстий блока следует изучать именно условные износы, т.е. найденные при условии, что износом по поверхности с максимальным диаметром для поршней с кольцами и минимальным для отверстий можно пренебречь.

В то же время параметры шероховатости поверхности – важный показатель качества изделий, измерить их можно методом профилографирования.

Для проведения профилографирования деталей гидромотора МГЭ 112/32М в условиях ООО «Агросервис» используется профилограф-профилометр Taylor Hobson Talyrond серии 365.



Рис. 2 – Поршень (The piston)



Рис. 3 – Кольцо (Ring)



Рис. 4 – Задиры на отверстиях блока цилиндров (Bullies on cylinder block holes)

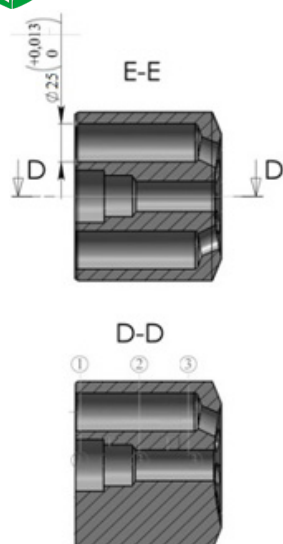


Рис. 5 – Схема измерения блока цилиндров (Cylinder block measurement scheme)

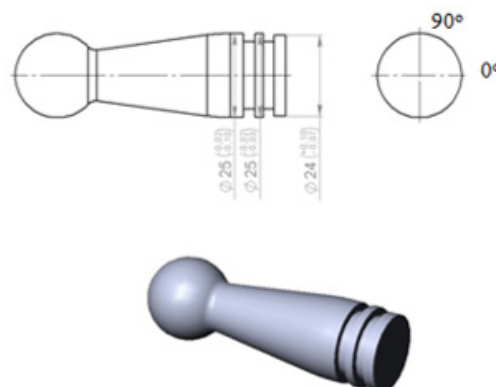
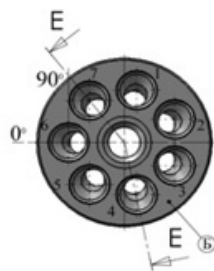


Рис. 6 – Схема измерения поршня (Piston measurement scheme)

Номер/ Плоскость		Поршень			Кольцо		Отверстие		
		Сеч. 1	Сеч. 2	Сеч. 3	Верхнее	Нижнее	Сеч. 1	Сеч. 2	Сеч. 3
1	0°								
	90°								
...	0°								
	90°								
7	0°								
	90°								

Рис. 7 – Образец карты микрометража (Sample micrometer map)

Результаты и выводы

В результате микрометричных измерений 70 поршней были получены значения износов в пределах от 2 до 90 мкм, при среднем значении 22,5 мкм. Для отверстий блока цилиндров значения износов имеют соответственно следующие значения: 4, 88 и 21,1 мкм. Столь близкие значения по изнашиваемости могут свидетельствовать о соответствии физико-механических свойств ма-

териалов исследуемых деталей.

Исследование плотности распределения фактического зазора в поршневой паре показало значения в интервале от 14 до 230 мкм, при среднем значении 68,2 мкм. Обобщенные данные по микрометричным исследованиям деталей качающего узла и статистические параметры сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщенные данные по микрометричным исследованиям

Параметр	Значение, мкм	Математическое ожидание, m_x	Среднеквадратическое отклонение, σ_x	Козф. вариации, v	Параметры закона Вейбулла	
					m	b_m
Износ отверстия блока	4-88	19,9	21,1	0,86	1,18	0,948
Износ поршня	2-90	21,6	22,5	0,84	1,2	0,942

Проведенные в дальнейшем исследования профиля изношенных сферических поверхностей распределителя и блока цилиндров показали глубину износа и основные места которые наиболее

подвержены эффектам гидроабразивного износа. Результаты профилографирования представлены в таблице 2 и на рисунках 8,9

Таблица 2 – Параметры профилографирования поверхностей

Параметр	Распределитель	Блок цилиндров	Единицы
Rp	0,194	0,598	мкм
Rv	0,701	2,02	мкм
Rz	0,895	2,62	мкм

Rc	0,269	0,759	МКМ
Rt	2,59	5,98	МКМ
Ra	0,0722	0,231	МКМ
Rq	0,109	0,347	МКМ
Rsk	-4,33	-3,76	
Rku	40,4	29,7	

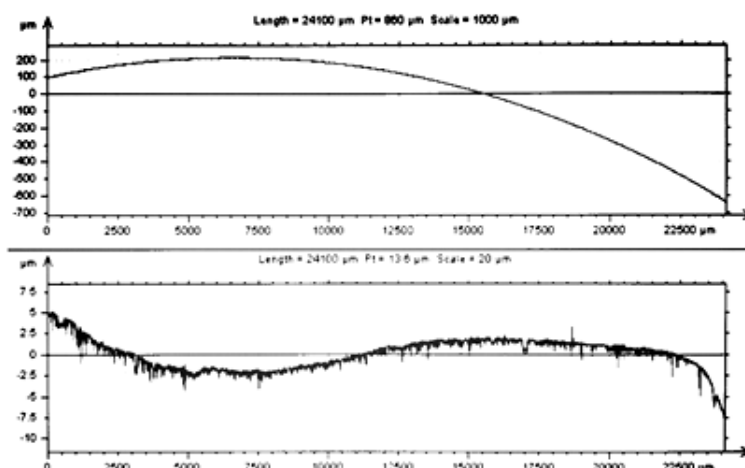


Рис. 8 – Профилограмма износа распределителя
(Profilogram of distributor wear)

Профилограмма изношенной поверхности распределителя снималась относительно контактирующей с ним поверхности блока цилиндров. Анализируя рисунок 8 и профиль распределителя, видим, что он имеет форму сферы с перепадом высот 800 мкм при соотношении высоты к длине

1/24. Проведя масштабирование профиля сферической поверхности до соотношения 1/1200, отметим появление характерных мест износа по шкале длины, их два: от 2500 до 12000 мкм и от 20000 до 25000 мкм. При этом значение износа составляет 7-7,5 мкм.

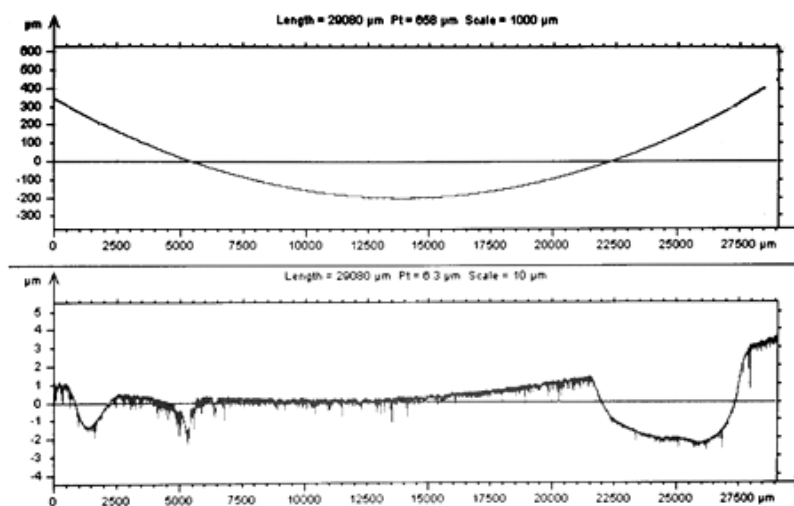


Рис. 9 – Профилограмма износа блока цилиндров
(Cylinder block wear profilogram)

При анализе профиля сферической поверхности блока цилиндров отметим три провала (износа) по длине сферы: от 500 до 2500, 4500 до 6000 и от 19500 до 27500 мкм при величине износа в 2-6 мкм.

На рисунке 10 представлена эпюра износа рас-

пределителя и блока цилиндров. По эпюре износа подсчитывались площади износа S_1 , S_2 . Затем определялась суммарная площадь изношенной области распределителя и блока:

$$S_p = S_1 + S_2, \text{ мм}^2.$$

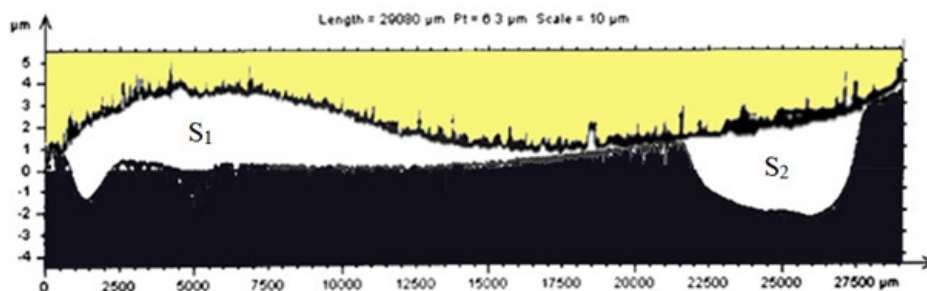


Рис. 10 – Совмещенные профили сферических поверхностей распределителя (желтый) и блока цилиндров (черный)
(Combined profiles of spherical surfaces of the distributor (yellow) and cylinder block (black))

Исследование профилей износов показали следующие результаты: площадь износа распределителя имеет интервал от 10,2 до 38,9 тыс. мкм², у блока цилиндров площадь износа находится в более широком интервале от 5,2 до 53,6 тыс. мкм², а суммарное значение износа обеих поверхностей составило от 17,2 до 88,9 тыс. мкм² при среднем значении 36,5 тыс. мкм².

Заключение

Проведенные микрометричные исследования деталей показали, что поршни и отверстия блока цилиндров изнашиваются равномерно, разность в скорости износа составляет 4-7 %. Средний зазор в поршневой паре достигает значений в 65-70 мкм при максимально допустимом значении в 45 мкм. Максимальное значение зазора достигает 230 мкм.

Исследования площади износов сферических поверхностей показали, что в среднем распределитель изношен в 1,2 раза меньше блока цилиндров, но при этом износ распределителя по высоте значительно превосходит износ блока цилиндров (за счет этого ослабевает натяг в качающем узле и происходит расклинивание).

Анализ полученных результатов говорит о различном характере изнашивания. Так, у распределителя величина износа составила 3,6 мкм с одним характерным провалом (рис. 8). У блока цилиндров величина износа составила 5,8 мкм при этом видны три провала (рис. 9), они соответствуют местам контактов границ окон, здесь происходят утечки жидкости, а в результате ее загрязненности продуктами износа как раз и появляются данные дефекты – это результат гидроабразивного износа.

Полученные данные по величинам износов поршня и отверстия блока, площади износа сферических поверхностей распределителя и блока цилиндров явились исходными при определении степени технологического воздействия на них.

Список источников

1. Столяров, А.В. Повышение межремонтного ресурса аксиально-поршневого гидронасоса с наклонным блоком восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дисс. канд. техн. наук. Саранск, 2009. 19 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15941520>

2. Силин, Е.В. Технология восстановления деталей наплавкой. / Е.В. Силин // В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Мате-

риалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах. 2020. С. 151. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43462903>

3. Агеева, Е.В., Алтухов А.Ю. Технология восстановления изношенных деталей композиционными гальваническими покрытиями с использованием электроэрозионных порошков. / Е.В. Агеева, А.Ю. Алтухов // В сборнике: Будущее науки-2020. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах. 2020. С. 54-57. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42797147>

4. Drabløs, L. S. (2005). Testing of Danfoss APP1.0-2.2 with APP pumps as water hydraulic motors for energy recovery. Desalination, 183(1-3), 41-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.022>

5. Pivnyak, G., Samusia, V., Oksen, Y., & Radiuk, M. (2015). Efficiency increase of heat pump technology for waste heat recovery in coal mines. New developments in mining engineering 2015: Theoretical and practical solutions of mineral resources mining (pp. 1-4). URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b19901-2/anchor-strengthening-rock-walls-extraction-mine-workings-kovalevska-malykhin-barabash-gusiev>

6. Бурумкулов, Ф.Х. Восстановление и упрочнение деталей и инструментов концентрированными источниками тепла. / Ф.Х. Бурумкулов, В.И.Иванов, В.В. Черкасов, С.Н. Петровский // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2020. № 6. С. 30-36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43579401>

7. Сенин, П.В. Оценка работоспособности объемных гидроприводов трансмиссий тракторов и комбайнов при эксплуатации в южных регионах страны. / П.В.Сенин, К.Г. Казаков, А.Ю. Бюрчиев // В сборнике: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2017. С. 534-537. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32543905>

8. Земсков, А.М. Повышение долговечности объемного гидропривода (на примере ГСТ-112). / А.М.Земсков, П.А. Ионов, П.В. Сенин // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 4. С. 21-26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24323790>

9. Bavencoffe, M., Tembhurnikar, N., Negulescu, B., Wolfman, J., & Feuillard, G. (2018). Modelling and experimental measurements of the mechanical response of piezoelectric structures from millimetre to



micrometre. *Advances in Applied Ceramics*, 117(5), 285-290. DOI: <https://doi.org/10.1080/17436753.2018.1458475>

10. Надежность технических систем / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, П. П. Лезин [и др.]. – М.: УМЦ «Триада», 2005. 353 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002838892>

11. Ипатов, А.Г. Технология восстановления работоспособности вала-шестерни гидромотора BOSCH REXROTH AZMF. / А.Г.Ипатов, С.Н. Шмыков, В.А. Баженов, В.И. Ширококов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (66). С. 43-49. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46211226>

12. Deng, Y., Wu, Y., & Xu, Y. (2016). Energy recovery of testing bed for high speed hydraulic pumps. Paper presented at the AUS 2016 - 2016 IEEE/CSAA International Conference on Aircraft Utility Systems, 1122-1127. DOI: <https://doi.org/10.1109/AUS.2016.7748227>

13. Oksen, Y., & Samusia, O. (2014). Economic efficiency of heat pump technology for geothermal heat recovery from mine water. *Progressive technologies of coal, coalbed methane, and ores mining* (pp. 191-194). DOI: <https://doi.org/10.1201/b17547>

14. Червяков, С.В. Использование методов инструментального контроля при исследовании золотниковых пар агрегатов рулевого управления. / С.В. Червяков, А.В. Столяров // Научное обозре-

ние. Технические науки. 2019. № 5. С. 16-20. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41415176>

15. Червяков, С.В. Неисправности рулевого управления автомобилей семейства КАМАЗ/ С.В. Червяков., А.В.Столяров // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саранск. 2018. С. 300-306. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36800113>

16. Власов, М. В. Повышение долговечности пластинчатых гидронасосов восстановлением изношенных рабочих поверхностей методом электроискровой обработки (на примере пластинчатого гидронасоса 5320 системы ГУР автомобилей системы КамАЗ): автореф. дис. канд. техн. наук. Саранск, 2003. 19 с. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/155749/info>

17. Корнеев, В. Н. Исследование долговечности и разработка методики ускоренных стендовых испытаний распределителей тракторных гидросистем: автореф. дисс канд. техн. наук. М., 1974.- 26 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007412904>

18. Давыдкин, А. М. Повышение межремонтного ресурса интегрального рулевого механизма комплексным восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дисс. канд. техн. наук. Саранск, 2008. 19 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16149616>

References

1. Stolyarov A. V. *Povyshenie mezhremontno goresursa aksial'no-porshnevo go gidronasosa s naklonnym blokom vosstanovleniem i uprochneniem iznoshennykh poverkhnostey detalej: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk.* Saransk, 2009. 19 s. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15941520>

2. Silin E.V. *Tekhnologiya vosstanovleniya detalej naplavkoj. V knige: Gorinskiechteniya. Innovacionnye resheniyadya APK. Materialy Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii. V 4-h tomah.* 2020. S. 151. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=4346290>

3. Ageeva E.V., Altuhov A.YU. *Tekhnologiya vosstanovleniya iznoshennykh detalej kompozicionnymi gal'vanicheskimi pokrytiyami s ispol'zovaniem elektroerozionnykh poroshkov. V sbornike: Budushchee nauki-2020. Sbornik nauchnykh statej 8-j Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii. V 5-ti tomah.* 2020. S. 54-57. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=4279714>

4. Drabløs, L. S. (2005). Testing of Danfoss APP1.0-2.2 with APP pumps as water hydraulic motors for energy recovery. *Desalination*, 183(1-3), 41-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.022>

5. Pivnyak, G., Samusia, V., Oksen, Y., & Radiuk, M. (2015). Efficiency increase of heat pump technology for waste heat recovery in coal mines. *New developments in mining engineering 2015: Theoretical and practical solutions of mineral resources mining* (pp. 1-4) URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b19901-2/anchor-strengthening-rock-walls-extraction-mine-workings-kovalevskaya-malykhin-barabash-gusiev>

6. Burumkulov F.H., Ivanov V.I., Cherkasov V.V., Petrovskij S.N. *Vosstanovlenie i uprochnenie detalej i instrumentov koncentrirovannymi istochnikami tepla. Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont.* 2020. № 6. S. 30-36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43579401>

7. Senin P.V., Kazakov K.G., Byurchiev A.YU. *Ocenka rabotosposobnosti ob'emnyh gidroprivodov transmissij traktorov i kombajnov pri ekspluatatsii v yuzhnykh regionah strany. V sbornike: Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii i isistemy. Mezhvuzovskij sbornik nauchnykh trudov.* Saransk, 2017. S. 534-537. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32543905>

8. Zemskov A.M., Ionov P.A., Senin P.V. *Povyshenie dolgovechnosti ob'emnogo gidroprivoda (na primere GST-112). Tekhnologiya kolesnykh i gusenichnykh mashin.* 2015. № 4. S. 21-26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24323790>

9. Bavencoffe, M., Tembhurnikar, N., Negulescu, B., Wolfman, J., & Feuillard, G. (2018). Modelling and experimental measurements of the mechanical response of piezoelectric structures from millimetre to micrometre. *Advances in Applied Ceramics*, 117(5), 285-290. DOI: <https://doi.org/10.1080/17436753.2018.1458475>

10. *Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem / E. A. Puchin, O. N. Didmanidze, P. P. Lezin [i dr.]. – М.: УМЦ «Триада», 2005. 353 с.* URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002838892>

11. Ipatov A.G., Shmykov S.N., Bazhenov V.A., Shirobokov V.I. *Tekhnologiya vosstanovleniya*



rabotosposobnosti vala-shesterni gidromotora BOSCHREXROTHAZMF. Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 2 (66). S. 43-49. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46211226/>

12. Deng, Y., Wu, Y., & Xu, Y. (2016). Energy recovery of testing bed for high speed hydraulic pumps. Paper presented at the AUS 2016 - 2016 IEEE/CSAA International Conference on Aircraft Utility Systems, 1122-1127. DOI: <https://doi.org/10.1109/AUS.2016.7748227>

13. Oksen, Y., & Samusia, O. (2014). Economic efficiency of heat pump technology for geothermal heat recovery from mine water. Progressive technologies of coal, coalbed methane, and ores mining (pp. 191-194). DOI: <https://doi.org/10.1201/b17547>

14. Chervyakov S.V., Stolyarov A.V. Ispol'zovanie metodov instrumental'nogo kontrolya pri issledovanii zolotnikovyh par agregatov rulevogo upravleniya. Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki. 2019. № 5. S. 16-20. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41415176>

15. Chervyakov S. V., Stolyarov A. V. Neispravnosti rulevogo upravleniya avtomobilej semejstva KAMAZ // Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii I sistemy: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Saransk. 2018. S. 300-306. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36800113>

16. Vlasov M. V. Povyshenie dolgovechnosti plastinchatyh gidronasosov vosstanovleniem iznoshennyh rabochnih poverhnostej metodom elektroiskrovoj obrabotki (na primere plastinchatogo gidronasosa 5320 sistemy GUR avtomobilej sistemy KamAZ): avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Saransk, 2003. 19 s. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/155749/info>

17. Korneev V. N. Issledovanie dolgovechnosti I razrabotka metodiki uskorenykh stendovykh ispytaniy raspredelitelej traktornykh gidrosistem: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. M., 1974. - 26 s. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007412904>

18. Davydkin A. M. Povyshenie mezhremontnogo resursa integral'nogo rulevogo mekhanizma kompleksnym vosstanovleniem I uprochneniem iznoshennyh poverhnostej detalej: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. Saransk, 2008. 19 s. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16149616>.

Статья поступила в редакцию 10.11.2020; одобрена после рецензирования 02.12.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was submitted 10.11.2020; approved after reviewing 02.12.2021; accepted for publication 10.12.2021.

