

ВЕСТНИК Брянской ГСХА

№ 6 (82) 2020 года

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Учредитель ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Главный редактор **Ториков В.Е.** – доктор с.-х. наук, профессор, Заслуженный работник сельского хозяйства РФ

Редакционный совет:

06.01.00 – агрономия

Белоус Николай Максимович - доктор с.-х. наук, профессор, председатель редакционного совета, Заслуженный работник сельского хозяйства РФ, Брянский ГАУ

Балабко Петр Николаевич - доктор биологических наук, профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва)

Дьяченко Владимир Викторович - доктор с.-х. наук, профессор, Брянский ГАУ

Евдокименко Сергей Николаевич - доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ВСТИСП (г. Москва)

Завалин Алексей Анатольевич - доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва)

Исайчев Виталий Александрович - доктор с.-х. наук, профессор, Ульяновский ГАУ им. П.А. Столыпина (г. Ульяновск)

Малявко Галина Петровна - доктор с.-х. наук, профессор, Брянский ГАУ

Мельникова Ольга Владимировна - доктор с.-х. наук, профессор, Брянский ГАУ

Пасынков Александр Васильевич - доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Агрофизический научно-исследовательский институт (г. Санкт-Петербург)

Персикова Тамара Филипповна - доктор с.-х. наук, профессор, Белорусская ГСХА (г. Горки)

Просяников Евгений Владимирович - доктор с.-х. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Брянский ГАУ

Шаповалов Виктор Федорович - доктор с.-х. наук, профессор, Брянский ГАУ

05.20.00 - процессы и машины агроинженерных систем

Бердышев Виктор Егорович - доктор технических наук, профессор, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

Бойко Андрей Андреевич – доктор технических наук, доцент, ГГТУ имени П.О. Сухого (г. Гомель)

Гурьянов Геннадий Васильевич - доктор технических наук, профессор, Брянский ГАУ

Дубенок Николай Николаевич – доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

Ерохин Михаил Никитьевич - доктор технических наук, профессор, академик РАН, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

Купреенко Алексей Иванович - доктор технических наук, профессор, Брянский ГАУ

Михальченков Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор, Брянский ГАУ

Ожерельев Виктор Николаевич - доктор технических наук, профессор, Брянский ГАУ

06.02.00 – ветеринария и зоотехния

Гавриченко Николай Иванович - доктор биологических наук, профессор, Витебская ГАВМ (г. Витебск)

Гамко Леонид Никифорович - доктор с.-х. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Брянский ГАУ

Карпенко Лариса Юрьевна - доктор биологических наук, профессор, Санкт – Петербургская ГАВМ (г. Санкт-Петербург)

Козлов Сергей Анатольевич - доктор биологических наук, профессор, Московская ГАВМ им. К.И. Скрябина (г. Москва)

Крапивина Елена Владимировна - доктор биологических наук, профессор, Брянский ГАУ

Лебедько Егор Яковлевич - доктор с.-х. наук, профессор, Заслуженный работник с.-х. РФ, зам. председателя редакционного совета Брянский ГАУ

Танана Людмила Александровна - доктор с.-х. наук, профессор, Гродненский ГАУ (г. Гродно)

Усачев Иван Иванович - доктор ветеринарных наук, профессор, Брянский ГАУ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)

Адрес редакции: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а

Адрес издателя: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а

Адрес типографии: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-28094 от 27 апреля 2007 г.

Выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

VESTNIK of the Bryansk State Agricultural Academy

№ 6 (82) 2020

SCIENTIFIC JOURNAL OF FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION “Bryansk State Agrarian University”

Founder FSBEI HE “Bryansk State Agrarian University”

Editor-in-Chief **Torikov V.E.** - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Merited Worker of Agriculture of the RF

Editorial Board:

06.01.00 - Agronomy

Belous Nikolai Maximovich – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chairman, Merited Worker of Agriculture of the RF, Bryansk State Agrarian University

Balabko Petr Nikolaevich – Doctor of Science (Biology), Professor, Lomonosov Moscow State University (Moscow)

Dyachenko Vladimir Victorovich – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Bryansk State Agrarian University

Evdokimenko Sergey Nikolaevich - Doctor of Science (Agriculture), Leading Researcher, All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery, (Moscow)

Zavalin Alexei Anatolyevich – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Pryanishnikov All-Russia Scientific Research Institute of Agrochemistry (Moscow)

Isajchev Vitalij Aleksandrovich - Doctor of Science (Agriculture), Professor, P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agrarian University (Ulyanovsk)

Malyavko Galina Petrovna - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Bryansk State Agrarian University

Melnikova Olga Vladimirovna - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Bryansk State Agrarian University

Pasynov Alexander Vasilyevich - Doctor of Science (Biology), chief researcher, Agrophysical Research Institute, (Saint-Petersburg)

Persikova Tamara Phillipovna - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Belarusian State Academy of Agriculture (Horki)

Prosyannikov Evgeniy Vladimirovich - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Merited Worker of Russian Sciences, Bryansk State Agrarian University

Shapovalov Victor Fyodorovich - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Bryansk State Agrarian University

05.20.00 - Processes and Machines of Rural Systems

Berdyshev Viktor Egorovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow)

Boyko Andrey Andreevich – Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Sukhoi State Technical University Of Gomel (Gomel)

Guryanov Gennadiy Vasilyevich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University

Dubenok Nikolai Nikolaevich – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow)

Erockin Michail Nikityevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow)

Kuprenko Alexey Ivanovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University

Mihalchenkov Alexander Mikhailovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Agrarian University

Ozherelev Viktor Nikolaevich - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Bryansk State Agrarian University

06.02.00 – Veterinary and Animal Sciences

Gavrichenko Nikolai Ivanovich - Doctor of Science (Biology), Professor, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Vitebsk)

Gamko Leonid Nikiforovich - Doctor of Science (Agriculture), Professor, Merited Worker of Russian Sciences, Bryansk State Agrarian University

Karpenko Larisa Yurevna – Doctor of Science (Biology), Professor, Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint-Petersburg)

Kozlov Sergey Anatolyevich – Doctor of Science (Biology), Professor, Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabi, (Moscow)

Krapivina Elena Vladimirovna - Doctor of Science (Biology), Professor, Bryansk State Agrarian University

Lebedko Egor Yakovlevich – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Honored worker of agriculture, Vice-Chairman, Bryansk State Agrarian University

Tanana Lyudmila Aleksandrovna – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Grodno State Agrarian University (Grodno)

Usachev Ivan Ivanovich - Doctor of Science (Veterinary), Professor, Bryansk State Agrarian University

Articles to be published are provided for their expert evaluation.

The Journal has been included into RSCI (Russian Science Citation Index).

Edition address:

2a Sovetskaya St., Vygonichy District, Bryansk Region, Russia, 243365

The registration certificate of mass media PI № FS77-28094 of April 27, 2007.

ISSN-2500-2651

РАЗВИТИЕ АПК БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ – 2020
Development of The Bryansk Region Agro-Industrial Complex-2020

Белоус Н.М., д-р с.-х. наук, профессор, **Бельченко С.А.**, д-р с.-х. наук, профессор,
Ториков В.Е., д-р с.-х. наук, **Белоус И.Н.**, канд. с. х.-н., **Осипов А.А.**, канд. с. х.-н.
Belous N.M., Belchenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N., Osipov A.A.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Сельское хозяйство Брянской области представляет собой жизненно важную отрасль экономики региона, показывающую ежегодно устойчивый рост. Благодаря государственной поддержке и продуктивной работе каждого предприятия и фермерского хозяйства агропромышленный комплекс области лидирует по многим направлениям, является инвестиционно привлекательным, прибыльным сектором экономики. Доля продукции сельского хозяйства в валовом региональном продукте возросла за последние годы с семи до 19,1%. Создание всесторонне развитого высокопроизводительного сельского хозяйства требует соответствующего уровня развития материально-технической базы аграрных предприятий. Материально-техническая база сельскохозяйственных предприятий нашего брянского региона формируется и развивается с учетом сезонного характера производства. В связи с этим значительное количество сельскохозяйственных машин и орудий используется в течение непродолжительного периода, создаются соответствующие запасы семян, кормов и других средств. Это требует дополнительных затрат и влияет на эффективность использования материально-технических средств. Государственной программой развития сельского хозяйства на 2020 год предусмотрено финансирование в сумме порядка 11 млрд. рублей. Помимо этого предприятиям отрасли предоставляются скидка в размере 15% на приобретение отечественной сельскохозяйственной техники, льготные краткосрочные и инвестиционные кредиты со ставкой по процентам до 5%. С начала года в области за счет всех источников приобретено 60 тракторов, 26 зерноуборочных комбайнов, 8 кормоуборочных комбайнов, другая сельскохозяйственная техника и оборудование. С прошлого года к мероприятиям господдержки прибавилось важнейшее направление в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Брянская область – регион с интенсивно развивающимся АПК. В 2020, как и в предыдущие годы, продолжается работа по использованию сельскохозяйственных земель и их дополнительный ввод в оборот. На общероссийском фоне Брянщина в этом плане выглядит одним из самых передовых регионов.

Abstract. *Agriculture of the Bryansk region is a vital branch of the economy of the region, yearly showing steady growth. Thanks to the state support and efficient work of each enterprise and farm, the agro-industrial complex of the region is a leader in many areas. It is an investment-attractive, profitable sector of the economy. The share of agricultural products in the gross regional product has increased in recent years from 7 to 19.1%. Forming a fully developed highly efficient agriculture requires an appropriate level of development of the material and technical base of agricultural enterprises. The material and technical base of agricultural enterprises in the Bryansk region is formed and developed subject to the seasonal nature of production. In this regard, a significant number of agricultural machines and tools are used for a short period, and appropriate stocks of seeds, feed and other means are created. This requires additional costs and affects the efficiency of the use of material and technical means. The State Agriculture Development Program for 2020 provides funding in the amount of about 11 billion roubles. In addition, the industry provides a 15% discount on the purchase of domestic agricultural machinery, preferential short-term and investment loans with an interest rate of up to 5%. Since the beginning of the year, in the region the purchase of 60 tractors, 26 combine harvesters, 8 forage harvesters, and other agricultural machinery and equipment have been financed from all the sources. Since last year, the most im-*

portant direction in the framework of the national project "Small and Medium-Sized Businesses and Support for Individual Business Initiatives" has been added to the state support activities. The Bryansk region is a region with an intensively developing agricultural sector. In 2020, as in previous years, the initiative to use agricultural lands and to introduce them into circulation work continues. Against the all-Russian background, the Bryansk region looks like one of the most advanced regions in this regard.

Ключевые слова: агропромышленное производство, отрасль, культуры, госпрограмма, финансовая поддержка, растениеводство, животноводство, комплекс мер, сельскохозяйственная продукция.

Keywords: *agro-industrial production, industry, crops, state program, financial support, crop production, animal husbandry, set of measures, agricultural products.*

По данным департамента экономического развития Брянской области о прогнозе социально-экономического развития Брянской области на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов следует отметить, что объём производства сельскохозяйственной продукции во всех категориях хозяйств в 2019 году в фактических ценах составил 91,8 млрд. рублей, что в сопоставимой оценке немного выше уровня прошлого года и на 35,1 процента больше, чем в 2014 году. Производственную деятельность в агропромышленном комплексе Брянской области ведут более 700 сельскохозяйственных товаропроизводителей, 246 организаций пищевой и перерабатывающей промышленности. По объёму произведённой сельскохозяйственной продукции область занимает 24 место среди российских регионов, её доля в общероссийском производстве составляет 1,6 процента и 7 место по Центральному федеральному округу - 5,8 процента. В сельскохозяйственных организациях в прошлом году произведено 74,4 процента всей сельскохозяйственной продукции, их доля увеличилась по сравнению с 2018 годом на 2,3 процента, доля крестьянских хозяйств и индивидуальных предпринимателей уменьшилась с 8,9 до 8,2 процента, хозяйств населения снизилась с 18,3 до 17,4 процента.

В январе-августе 2020 года объём производства продукции сельского хозяйства в действующих ценах составил 60,4 млрд. рублей (103,0% в сопоставимой оценке к уровню прошлого года). В структуре валовой продукции сельского хозяйства 45,4 процента приходится на растениеводство и 54,6 процента на животноводство.

Интенсивное развитие сельского хозяйства связано с реализацией крупных инвестиционных проектов в отрасли животноводства и растениеводства, широким применением инновационных прогрессивных технологий, научных разработок и государственной поддержки. На современном этапе материально-техническая база сельского хозяйства представлена большим машинным производством, которое базируется на широком использовании достижений научно-технического прогресса.

В рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Брянской области» предусмотрены меры поддержки молочного и мясного скотоводства, овощеводства, производства зерновых и зернобобовых культур, картофеля и льноволокна, племенного дела и других направлений, что обеспечивает положительную динамику сельскохозяйственного производства. Решающую роль в развитии сыграла государственная поддержка. Товаропроизводители аграрного комплекса участвуют во всех федеральных программах и мероприятиях целевой поддержки [1; 2; 3, с.217-223; 4. с. 59-61].

Реализация двух федеральных целевых программ в 2020 году продолжается в рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Брянской области» (2017 – 2020 годы) в виде подпрограмм.

В подпрограмму «Развитие отраслей агропромышленного комплекса» (2017-2020 годы), целями которой являются увеличение (сохранение оптимального уровня) объёмов производства сельскохозяйственной продукции; достижение оптимального уровня самообеспечения Брянской области сельскохозяйственной продукцией и продовольствием включены следующие основные мероприятия:

В подпрограмму включены следующие основные мероприятия:

- кадровое обеспечение агропромышленного комплекса;
- взносы в уставные капиталы хозяйственных обществ.

Подпрограмма «Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе» (2017-2020 годы), целями которой являются: выполнение кредитных обязательств по кредитным ресурсам, привлеченным в агропромышленный комплекс на цели модернизации и развития производства, стимулирование ввода новых производственных мощностей в агропромышленном комплексе.

В подпрограмму включены следующие основные мероприятия:

- возмещение части процентной ставки по инвестиционным кредитам (займам) в агропромышленном комплексе;
- возмещение части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов агропромышленного комплекса, а также на приобретение техники и оборудования. В текущем году заключены инвестиционные соглашения на сумму 3,5 млрд. рублей по проектам строительства нового тепличного комбината, в молочном скотоводстве, по строительству промышленной кроликофермы, модернизации производства и технического переоснащения молочного перерабатывающего предприятия. Господдержка АПК Брянской области за последние 5 лет увеличилась с 7,7 млрд. рублей до 11,5 млрд. рублей.

В 2020 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в регионе составляет 922,4 тыс. га (103,2% к 2019 году или на 30 тыс. га больше 2019 года). В последние годы ежегодно в оборот вводится ранее неиспользуемых земель от 30 до 50 тыс. га. В 2020 году будет вовлечено в сельскохозяйственный оборот порядка 50 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

В посевной площади сельскохозяйственных культур зерновые и зернобобовые культуры занимают около 45% - 406,7 тыс. га. Относительно прошлого года площадь расширена на 15 тыс. га, в основном за счет кукурузы на зерно, площадь под которой составила 100 тыс. га (113% к 2019 году).

На долю технических культур приходится 7% - более 63 тыс. га. В текущем году увеличены площади под льном-долгунцом, рапсом, подсолнечником, коноплей.

Площади под картофелем, овощными культурами практически сохранены на уровне прошлого года и составили, соответственно, 43 тыс. га и 4,8 тыс. га.

Под кормовыми культурами в 2020 году в области занято 405 тыс. га (105,7% к 2019 году). В весенний период сельхозтоваропроизводителями области приобретено минеральных удобрений на 50 тыс. тонн больше прошлого года (213 тыс. тонн физического веса).

По прогнозу производство зерна в 2020 году превысит 2 млн. тонн. Рапс обмолочен на площади 29,4 тыс. га или 96% к плану. Собрано 95,1 тыс. тонн маслосемян, что на 26 тыс. тонн больше прошлогоднего показателя. Средняя урожайность составляет 32,4 ц/га. В сельхозпредприятиях Брянского и Клинцовского районов получили с одного гектара более 40 центнеров рапса. Под урожай 2021 года площадь рапса озимого расширена более чем в два раза относительно текущего года и составила 41,7 тыс. га. По урожайности зерновых культур и картофеля Брянская область в числе лидеров в Центральном Федеральном округе. Производство картофеля в 2020 году планируется выше уровня прошлого года – около 1200 тыс. тонн. Средняя урожайность картофеля в Клетнянском районе составляет 352,6 ц/га.

В области активно развивается приоритетное направление в отрасли растениеводства – зернопроизводство. Продукция зерновой подотрасли востребована в связи с увеличением поголовья сельскохозяйственных животных в крупных предприятиях отрасли животноводства (АПХ «Мираторг», агрохолдинг «ОХОТНО» и др.).

Брянская область является лидером среди регионов России по производству картофеля. 11% - доля брянского картофеля в объеме производства в России. Брянский картофель является «визитной карточкой» региона. Производством картофеля занимаются более 200 предприятий. Ежегодно около 800 тыс. тонн продукции хранится на объектах хранения и доработки. Нарастивание объемов производства картофеля позволило не только снизить зависимость внутреннего рынка от импорта и поддержать рост экспортных поставок, но освоить переработку картофеля.

По поголовью крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях Брянщина занимает 1 место в ЦФО и 2 место в России.

В настоящее время на территории области поголовье крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств составляет 529,0 тыс. голов, в том числе в предприятиях – 513,1 тыс. голов. Поголовье коров в хозяйствах всех категорий – 206,7 тыс. голов, свиней - 461,3 тыс. голов, птицы – 14,2 млн. голов.

По состоянию на 1 сентября 2020 года произведено мяса 287,0 тыс. тонн, молока – 214,3 тыс. тонн, яиц – 179,9 млн. шт.

По прогнозу в 2020 году производство мяса (скота и птицы на убой в хозяйствах всех категорий) составит 426 тыс. тонн, производство молока – 293,3 тыс. тонн.

Ежегодно в регионе осуществляется строительство, реконструкция и модернизация до 20 объектов молочного скотоводства.

Новые инвестиционные проекты - проекты суперсовременные и открывающие новые горизонты в АПК.

В текущем году ООО «Брянская мясная компания» (АПХ «Мираторг») запущено производство по переработке мясной продукции мощностью более 1 тыс. тонн готовых кулинарных блюд. Ежемесячно линия будет перерабатывать 1,8 тысяч тонн сырья. Перечень выпускаемой продукции включает супы, бульоны, соусы, жареный бекон и другие блюда. На завершающей стадии находится проект по строительству специализированной откормочной площадки (фидлот) для одновременного содержания 80 тыс. голов КРС.

Еще один крупный проект АПХ «Мираторг» реализует ООО «Брянский бройлер» по расширению комплекса по выращиванию, убою и переработке мяса цыплят бройлеров до 200 тыс. тонн мяса птицы в год.

В августе 2020 года ЗАО «Умалат» введена вторая очередь очистных сооружений, которые примут сточные воды как производства, так и всего города Севска, где располагается завод по производству сыров. Новая технология очистки основана на российских и европейских разработках и включает в себя пять ступеней очистки, главная из которых - биологическая.

Завершаются проекты по строительству свиноводческих комплексов в ООО «Мираторг-Курск» и Агрохолдинге «ОХОТНО» на 6400 и на 3000 голов свиноматок соответственно, что позволит увеличить производство мяса в регионе и удовлетворить потребности населения страны.

ООО «Дружба-2», входящая в состав Агрохолдинга «ОХОТНО» реализует новой инвестиционный проект по строительству молочно-товарной фермы на 3600 голов дойного стада.

ООО «Красный Октябрь» реализуется проект по строительству молочно-товарной фермы на 2248 скотомест. Завершено 2 этапа строительства фермы на 2064 скотоместа.

КФХ (ЮЛ) Агрохолдинг «Кролково» реализует проект по строительству кролиководческого хозяйства на 18 откормо-маточных корпусов.

Сделан серьезный задел в производстве плодов и овощей ООО «Брянский сад». В скором времени мы будем гордиться брянскими яблоневыми садами, которые закладывают по интенсивному типу.

Наравне с решением производственных задач в регионе активно реализуются мероприятия по устойчивому развитию сельских территорий.

В этом году 4 сельские семьи получили свидетельства о предоставлении социальных выплат на строительство и приобретение жилья в сельской местности, построено и реконструировано в сельской местности 8,333 км локальных водопроводов, в сельских поселениях велось строительство 7 детских игровых площадок, 6 из которых введены в эксплуатацию. Завершается реконструкция 4 сельских автомобильных дорог, общей протяженностью 24,948 км.

В июле 2020 года в Брянской области работала крупнейшая агротехническая выставка «Всероссийский день поля». В этом году мероприятие проходило еще и в онлайн-формате, что позволило широкой аудитории ознакомиться с важнейшими достижениями отечественного АПК. На выставке были представлены демонстрационные посевы сельскохозяйственных культур, новинки сельхозтехники, оборудования и передовых технологий производства. Министр сельского хозяйства РФ Дмитрий Патрушев отметил значительный вклад руководства Брянской области в работу по организации «Всероссийского дня поля».

В период с 7 по 10 октября состоится главное деловое событие российского АПК – 22-

я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень – 2020», приуроченная к празднованию Дня работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. В этом году мероприятие пройдет преимущественно в онлайн-формате на специально разработанной интернет-платформе золотая осень 2020. РФ. Брянская область как постоянный участник выставки также примет участие и в этом году. На онлайн-стенде региона будут представлены ведущие предприятия АПК Брянской области.

Реализация нескольких инвестиционных проектов в отрасли мясного скотоводства (АПК «Мираторг»), производство мяса в регионе поднялось на новый качественный уровень по уникальной системе «от поля до прилавка». В 2019 году производство говядины составило 44,5 тыс. тонн.

Регион входит в пятерку лучших по производству сыра и сырных продуктов. Предприятия молочной отрасли производят широкий ассортимент молочной продукции и детское питание. Доля брянских сыров и сырных продуктов в объеме производства в России составляет 7,4%.

В 2020 году прогнозируемый объем производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий составит 103,1 млрд. рублей, индекс производства продукции сельского хозяйства – 102,9 процента к уровню 2019 года, в том числе по продукции растениеводства – 104,0 процента, продукции животноводства – 101,9 процента.

Прогнозируемый объем продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в 2022 году составит 122,5 млрд. рублей, индекс производства продукции сельского хозяйства – 107,1 процента, в том числе продукции растениеводства – 105,6 процента и продукции животноводства – 108,1 процента. В 2024 году объем производства продукции сельского хозяйства достигнет 146,3 млрд. рублей, индекс производства продукции сельского хозяйства – 128,4 процента, в том числе по продукции растениеводства – 131,3 процента и продукции животноводства – 127,6 процента.

Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг. предусмотрено увеличить производства зерна-до 115млн. тонн, его интервенционного фонда - до 8,5 млн. тонн, экспортного потенциала зерна - до 30 млн. тонн.

Материально-техническая база является важнейшей составной частью производительных сил и имеет многогранное значение в развитии аграрного производства. Создание всесторонне развитого высокопроизводительного сельского хозяйства требует соответствующего уровня развития материально-технической базы аграрных предприятий. Материально-техническая база аграрного предприятия - это совокупность средств и предметов труда, используемых в сельскохозяйственном производстве. Она включает вещественные элементы производительных сил области и создает соответствующие материальные условия производства сельскохозяйственной продукции. На современном этапе материально-техническая база сельского хозяйства представлена большим машинным производством, которое базируется на широком использовании достижений научно-технического прогресса. Важное значение имеет эффективное использование производственного потенциала, созданного за многие годы в сельскохозяйственных предприятиях.

Первостепенную роль играют средства производства. К ним относятся: земля как главное средство сельскохозяйственного производства; тракторы, моторы комбайнов, автомобили, стационарные двигатели, электросиловые установки и рабочий скот. Эти элементы материально-технической базы составляют энергетические ресурсы предприятия. Силовые машины непосредственно не влияют на предметы труда, но их роль в развитии производительных сил сельского хозяйства чрезвычайно велика; сельскохозяйственные машины и орудия, оборудование животноводческих ферм и машины для приготовления кормов, другие рабочие машины, которые применяются в сельскохозяйственном производстве, электросети, водопроводы. Рабочие машины является основой выполнения всех работ в растениеводстве и животноводстве, а также в отраслях первичной переработки сельскохозяйственной продукции; производственные помещения и сооружения, транспортные средства и дороги; продуктивный скот и птица; корма, семена, органические и минеральные удобрения, средства

химизации растениеводства и животноводства, а также другие средства производства в аграрных предприятиях.

Материально-техническая база сельскохозяйственных предприятий нашего брянского региона формируется и развивается с учетом сезонного характера производства. В связи с этим значительное количество сельскохозяйственных машин и орудий используется в течение непродолжительного периода, создаются соответствующие запасы семян, кормов и других средств. Это требует дополнительных затрат и влияет на эффективность использования материально-технических средств. В рамках государственной программы развития сельского хозяйства на 2020 год предусмотрено финансирование в сумме порядка 11 млрд. рублей. Помимо этого предприятиям отрасли предоставляются скидка в размере 15% на приобретение отечественной сельскохозяйственной техники, льготные краткосрочные и инвестиционные кредиты со ставкой по процентам до 5%.

С начала года в области за счет всех источников приобретено 60 тракторов, 26 зерноуборочных комбайнов, 8 кормоуборочных комбайнов, другая сельскохозяйственная техника и оборудование.

С прошлого года к мероприятиям господдержки прибавилось важнейшее направление в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы».

При поддержке Правительства Брянской области и Губернатора Александра Богомаза на селе рождаются новые крупные и малые предприятия в сфере АПК. В этом году состоялось заседание конкурсной комиссии по отбору крестьянских (фермерских) хозяйств и граждан РФ на право предоставления грантов «Агростартап» по региональному проекту «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации» - 6 претендентов стали обладателями грантов по направлениям «разведение КРС молочного и мясного направления», а также на закладку товарной ягодной плантации и развитие питомника ягодных культур на основе инновационных технологий [5, с. 127-132; 6, с. 33-37; 7, с. 3; 8].

В 2020, как и в предыдущие годы, продолжается работа по использованию сельскохозяйственных земель и их дополнительный ввод в оборот. На общероссийском фоне Брянщина в этом плане выглядит одним из самых передовых регионов. О ее лидерских позициях во вводе сельхозземель в оборот, в частности, было отмечено во время рабочей поездки в регион главой Минсельхоза Дмитрием Патрушевым. Вводятся в оборот даже те земли, которые не использовались по 30-40 лет, то есть еще в советские времена и заросли мелколесьем. 2020 год не стал исключением, работа в этом направлении продолжается. Сегодня в регионе общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 1 976,2 тыс. га, в том числе пашня - 1 084,9 тыс. га. За 9 месяцев 2020 года всего по области введено в сельскохозяйственный оборот 50,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий (что составляет 98% выполнения целевого значения), в том числе 25,8 тыс. га пашни.

Наибольшие площади сельскохозяйственных угодий введены в Брасовском районе - 9,1 тыс. га, Карачевском - 6,2 тыс. га, Навлинском - 4,4 тыс. га и Климовском - 3,8 тыс. га. Площадь земельных участков сельскохозяйственного назначения, ранее не используемых и реализованных в 2020 году с торгов, составила 6 180 га. Продажа и сдача в аренду этих земель принесли в бюджеты муниципальных образований 44 785 811 руб. В 2020 году планируется выставить на торги более 11 тыс. га земельных участков сельскохозяйственного назначения.

Решающую роль в развитии сыграла государственная поддержка. Товаропроизводители агропромышленного комплекса участвуют во всех федеральных программах и мероприятиях целевой поддержки.

Выводы. В Брянской области за последние 5 лет отмечается стабильное увеличение объемов сельскохозяйственного производства. Применение современных высокоинтенсивных технологии, использование новейших селекционных достижений - семян, гибридов, пестицидов и минеральных удобрений, энергонасыщенной и эффективной сельскохозяйственной техники, модернизация производства, активная работа по внедрению научных достижений – эти позитивные тенденции находят свое практическое отражение в современной и конкурентоспособной сельскохозяйственной отрасли области.

Библиографический список

1. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Брянской области» (2017–2020 годы) [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/dokument/974044283>.
2. Об утверждении Государственной программы «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Брянской области»: постановление Правительства Российской Федерации от 30.01.2019 г. № 18-п.
3. Меры господдержки по развитию АПК Брянской области (2014-2020 годы) / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ф. Шаповалов, М.П. Наумова // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы 14 междунар. науч. конф. в рамках года экологии в России*. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 216-225.
4. Белоус Н.М., Ториков В.Е. Концепция развития животноводства Брянской области // *Вестник Брянской ГСХА*. 2015. Специальный выпуск. С. 59-61.
5. Бельченко С.А., Наумова М.П., Ковалев В.В. Технологическая модернизация – основа эффективности АПК // *Вестник Курской ГСХА*. 2018. № 7. С. 127-132.
6. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Методические аспекты оценки эффективности функционирования машинно-технологических станций // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2017. № 4. С. 33-37.
7. О состоянии сельскохозяйственного производства в Брянской области: стат. бюл. № 04-08/01 от 22.01.19 г. / *Брянскстат*. Брянск, 2019. 3 с.
8. Ториков В.Е., Журавков И.А., Резунов А.А. Основные угрозы экономической безопасности Брянской области и их преодоление // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 5 (81). С. 72-77.
9. Ториков В.Е., Подобай Н.В. Анализ и перспективы развития экономики Брянской области // *Агроконсультант*. 2017. № 4. С. 45-48.
10. Совершенствование межрегионального обмена в системе территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве евразийского экономического союза / А.И. Алтухов, Л.П. Силаева, В.М. Солошенко, Р.В. Солошенко, А.И. Трубилин, Л.Б. Винничек, Е.И. Семенова, Ж.Т. Кульчикова, П.В. Михайлушкин, М.Л. Яшина, А.В. Моисеев, С.А. Измайлова, И.Ф. Петрова, Т.Н. Полутина, А.С. Пятинский, О.В. Солнцева, В.А. Семенов, С.А. Алексеев, А.С. Дидык, А.П. Захарова и др. Москва-Костанай, 2017.

References

1. *Gosudarstvennaya programma «Razvitie selskogo hozyaystva i regulirovanie rynkov selskohozyaystvennoy produktsii, syrya i prodovolstviya Bryanskoy oblasti» (2017–2020 gody) [Elektronnyy resurs] URL: <http://docs.cntd.ru/dokument/974044283>.*
2. *Ob utverzhdenii Gosudarstvennoy programmy «Razvitiya selskogo hozyaystva i regulirovaniya rynkov selskohozyaystvennoy produktsii, syrya i prodovolstviya Bryanskoy oblasti»: postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 30.01.2019 g. № 18-p.*
3. *Mery gospodderzhki po razvitiyu APK Bryanskoy oblasti (2014-2020 gody) / S.A. Belchenko, V.E. Torikov, V.F. Shapovalov, M.P. Naumova // Agroekologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya APK: materialy 14 mezhdunar. nauch. konf. v ramkah goda ekologii v Rossii. Bryansk: Izd-vo Bryanskiy GAU, 2017. S. 216-225.*
4. *Belous N.M., Torikov V.E. Kontsepsiya razvitiya zhivotnovodstva Bryanskoy oblasti // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2015. Spetsialnyy vypusk. S. 59-61.*
5. *Belchenko S.A., Naumova M.P., Kovalev V.V. Tehnologicheskaya modernizatsiya – osnova effektivnosti APK // Vestnik Kurskoy GSHA. 2018. № 7. S. 127-132.*
6. *Dyachenko O.V., Belchenko S.A., Belous I.N. Metodicheskie aspekty otsenki effektivnosti funktsionirovaniya mashinno-tehnologicheskikh stantsiy // Ekonomika selskohozyaystvennyh i pererabatyvayuschih predpriyatiy. 2017. № 4. S. 33-37.*
7. *O sostoyanii selskohozyaystvennogo proizvodstva v Bryanskoy oblasti: stat. byul. № 04-08/01 ot 22.01.19 g. / Bryanskstat. Bryansk, 2019. 3 s.*
8. *Torikov V.E., Zhuravkov I.A., Rezunov A.A. Osnovnye ugrozy ekonomicheskoy bezopasnos-*

ti Bryanskoj oblasti i ih preodolenie // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii. 2020. № 5 (81). S. 72-77.

9. Torikov V.E., Podobay N.V. Analiz i perspektivy razvitiya ekonomiki Bryanskoj oblasti // Agrokonsultant. 2017. № 4. S. 45-48.

10. Sovershenstvovanie mezhregionalnogo obmena v sisteme territorialno-otraslevogo razdeleniya truda v agropromyshlennom proizvodstve evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza / A.I. Altuhov, L.P. Silaeva, V.M. Soloshenko, R.V. Soloshenko, A.I. Trubilin, L.B. Vinnichuk, E.I. Semenova, Zh.T. Kulchikova, P.V. Mihaylushkin, M.L. Yashina, A.V. Moiseev, S.A. Izmaylova, I.F. Petrova, T.N. Polutina, A.S. Pyatinskiy, O.V. Solntseva, V.A. Semenov, S.A. Alekseev, A.S. Didyk, A.P. Zaharova i dr. Moskva-Kostanay, 2017.

УДК 633.2.03:631.438.2 (470.333)

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РАДИОАКТИВНО
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**
*Current State of Soil Fertility of Radioactively Contaminated Floodplain Ecosystems
of the Bryansk Region*

Силаев А.Л., канд. с-х. наук, доцент, **Чекин Г.В.**, канд. с-х. наук, доцент,
Смольский Е.В., канд. с-х. наук, **Новиков А.**
Silaev A.L., Chekin G.V., Smolsky E.V., Novikov A.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Статья посвящена оценки современного состояния плодородия почв радиоактивно загрязненных пойменных экосистем рек Брянской области, территории которых наиболее пострадали после выпадения «чернобыльских осадков» в результате аварии на ЧАЭС. Исследования проводили в 2019 году в поймах рек Ипути, Унечи, Беседи, расположенных в юго-западных районах Брянской области и наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. После аварии на Чернобыльской АЭС данные территории находились в различных зонах по плотности радиоактивного загрязнения: Клинцовский район, с. Лопатни, правый берег р. Унеча – 185-555 кБк/м², Новозыбковский район, с. Перевоз, левый берег р. Ипуть – 555-1480 кБк/м², Красногорский район, с. Батуровка, левый берег р. Беседь – более 1480 кБк/м². Проведен мониторинг плодородия пойменных почв. Установлено, что содержание органического вещества, кальция и магния росло в экосистеме поймы по подсистемам: прирусловой → центральной → притеррасной. Выявили высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия соответственно от 227 до 362 и 122 до 266 мг/кг в притеррасной подсистеме исследуемых пойм. Установили, что влияние плодородия на увеличение продуктивности положительное, за исключением влияния кислотности и отрицательное на увеличение удельной активностью ¹³⁷Cs. Выявили среднюю роль показателей плодородия в увеличении продуктивности, коэффициент корреляции (r) находился в пределах от 0,41 до 0,64 и –0,38, выявили сильную роль содержания доступного для растения фосфора в уменьшении удельной активности ¹³⁷Cs воздушно-сухой массы трав, r = –0,70.

Abstract. The article is devoted to assessing the current state of soil fertility of radioactively contaminated floodplain ecosystems of the rivers of the Bryansk region, which territories were most affected after "Chernobyl precipitation" as a result of the Chernobyl accident. The research was carried out in 2019 in the floodplains of the Iput, Unechi, Besed rivers, located in the southwestern regions of the Bryansk region and the most affected by the Chernobyl accident. According to the density of radioactive pollution after the Chernobyl accident these territories were in various zones: the Klintsey district, the village of Lopatni, the right bank of the river Unecha (185-555 kBq/m²), the Novozybkov district, the village of Perevoz, the left bank of river Iput (555-1 480 kBq/m²), the

Krasnaya Gora district, the village of Baturovka, the left bank of the river Besed (more than 1 480 kBq/m²). The fertility of floodplain soils was monitored. It was found that the content of organic matter, calcium and magnesium grew in the floodplain ecosystem according to subsystems: near-riverbed → central → near-terraced. In the near-terraced subsystem of the floodplains high content of mobile phosphorus and exchange potassium was revealed: from 227 to 362 and 122 to 266 mg/kg, respectively. It was found that the fertility effect on the increase in the yield is positive, with the exception of the acidity; and negative regarding the specific activity of ¹³⁷Cs. The average role of fertility indicators in productivity increase was revealed, the correlation coefficient (r) ranged from 0.41 to 0.64 and -0.38. The strong role of the phosphorus content available for the plant in reducing the specific activity of the ¹³⁷Cs of dry mass of herbs was revealed, r = -0.70.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, пойма, аллювиальная почва, плодородие, продуктивность, удельная активность ¹³⁷Cs, корреляция.

Keywords: radioactive contamination, floodplain, alluvial soil, fruit, productivity, ¹³⁷Cs specific activity, correlation.

Введение. Среди различных почв особое место принадлежит пойменным почвам, которые имеют сильное отличие от почв водораздельных территорий как по своему происхождению и характеристикам, так и по использованию в процессе хозяйствования. Занимая сравнительно небольшую площадь, они все же представляют значительную ценность для сельскохозяйственного производства [1-3].

Особенно большую ценность представляют пойменные почвы в центральных районах европейской части России, которые остро нуждаются в производстве молочных продуктов для снабжения городов и промышленных центров [4], которое в значительной степени осложняется радиоактивным загрязнением обширной территории [5-7].

Нечерноземная зона России, имеет все возможности для ускоренного развития молочного животноводства: обширные земельные ресурсы, кормовую базу [8-10], особую важность кормопроизводства приобретает в условиях радиоактивного загрязнения территории искусственными долгоживущими радионуклидами, когда развитие региона связано с возвратом в оборот сельскохозяйственных территорий, выведенных из сельскохозяйственного оборота в результате выпадения на них чернобыльских осадков [11-14].

Цель работы – оценить современное состояние плодородия почв радиоактивно загрязненных пойменных экосистем юго-запада Брянской области и выявить роль показателей плодородия в изменении продуктивности и удельной активности ¹³⁷Cs естественного травостоя.

Материал и методика исследований. Методологической основой проведения исследования явилась концепция экологического мониторинга, системный подход и научные положения сельскохозяйственной радиологии.

В пределах пойменных экосистем рек Ипуть, Унеча, Беседь расположенных на юго-западе Брянской области, радиоактивно загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в 2019 году по прошествии 33 лет после аварии, отбирали почвенные и растительные образцы для определения современного состояния плодородия почв и пригодности пойменных экосистем в луговодстве.

Территория поймы в зависимости от удаленности её от русла реки делится на 3 подсистемы: прирусловую, центральную и притеррасную. Они различаются по составу аллювиальных отложений, рельефу, гидрологии и как следствие по растительности и почвенному покрову (рис.).

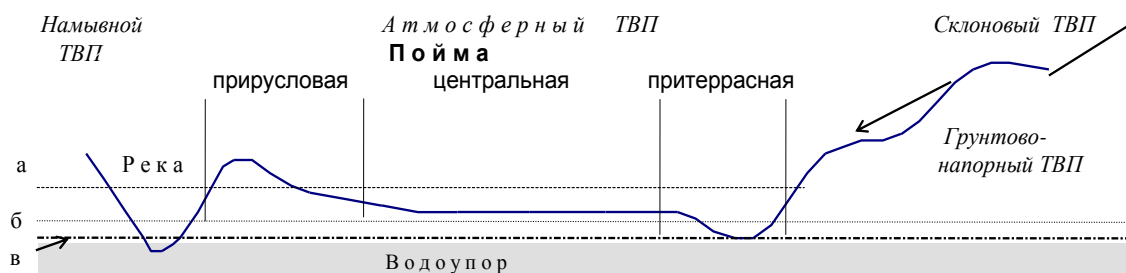


Рисунок – Профиль типичной пойменной экосистемы

Почвы исследуемой территории и данные о техногенном загрязнении ^{137}Cs представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объекты исследования, и их техногенное загрязнение

Пойма	Плотность загрязнения ^{137}Cs территории после аварии на ЧАЭС, кБк/м ²	Почва
р. Унеча	185-555	Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная
		Аллювиальная луговая кислая маломощная укороченная легкосуглинистая
		Аллювиальная перегнойно-болотная среднесуглинистая
р. Ипуть	555-1480	Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная
		Аллювиальная луговая кислая маломощная укороченная среднесуглинистая
		Аллювиальная перегнойно-болотная тяжелосуглинистая
р. Беседь	свыше 1480	Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная
		Аллювиальная дерновая кислая маломощная укороченная тяжелосуглинистая
		Аллювиальная перегнойно-болотная тяжелосуглинистая

Органическое вещество, обменную кислотность, содержание подвижного фосфора и обменного калий, кальция и магния в почвенных образцах определяли в центре коллективного пользования научным оборудованием при Брянском ГАУ по общепринятым методикам.

Проводили корреляционный анализ продуктивности и удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухого вещества трав и показателей почвенного плодородия, количество пар при анализе равнялось 9.

Результаты исследования. Климатические условия юго-запада Брянской области, растительность, гидрология, геоморфология, литология территории формируют показатели плодородия пойменных почв (табл. 2).

Установили следующие закономерности показателей плодородия: органическое вещество почв пойм рек Унеча, Ипуть, Беседь возрастало от прирусловой к притеррасной подсистеме соответственно в 7,0, 2,7, и 13,4 раз, что связано с распределением аллювия и гидрологическим и геоморфологическим условиям участка; при изменении содержания кальция и магния наблюдали аналогичные тенденции как при изменении органического вещества.

Условия юго-запада Брянской области обуславливают кислую реакцию почвенного раствора, которая варьирует в зависимости от местоположения пойм и почв в пределах от 4,12 до 5,26 ед.

Таблица 2 – Показатели почвенного плодородия пойм

Почва	Органическое вещество	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
	%	ед.	мг/кг		ммоль / 100 г	
пойма реки Унеча						
Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная	1,98	5,26	310	54	5,47	1,16
Аллювиальная луговая кислая маломощная укороченная легкосуглинистая	3,15	4,52	241	73	9,72	1,66
Аллювиальная перегнойно-болотная среднесуглинистая	13,83	4,50	362	156	22,47	2,22

пойма реки Ипуть						
Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная	3,93	4,12	57	102	5,82	1,10
Аллювиальная луговая кислая маломощная укороченная среднесуглинистая	7,15	4,13	116	140	12,32	1,35
Аллювиальная перегнойно-болотная тяжелосуглинистая	10,67	4,36	339	122	19,12	2,06
пойма реки Беседь						
Аллювиальная дерновая кислая слоистая примитивная укороченная супесчаная	1,23	4,67	83	75	3,53	1,03
Аллювиальная дерновая кислая маломощная укороченная тяжелосуглинистая	1,89	4,39	77	39	12,03	1,26
Аллювиальная перегнойно-болотная тяжелосуглинистая	16,48	4,45	227	266	22,76	2,97

Выявили высокое содержание подвижного фосфора вне зависимости от пойм рек, в притеррасной части, которое варьировала от 227 до 362 мг/кг. В пойме реки Унеча высокое содержание обнаружено также и в остальных частях поймы, что по-видимому обусловлено наличием осадочных пород с высокой концентрацией фосфора. Для прирусловой и центральной подсистем пойм рек Ипути и Беседи наблюдали более низкие значения 57 до 116 мг/кг.

Обнаружили аналогичную тенденцию высокого содержания обменного калия вне зависимости от пойм рек, в притеррасной части, которое варьировала от 122 до 266 мг/кг, в пойме реки Ипуть высокое содержание обнаружено также и в остальных частях поймы, что по-видимому обусловлено применением каливания при хозяйственном использовании радиоактивно загрязненных кормовых угодий. Для прирусловой и центральной подсистем пойм рек Унечи и Беседи наблюдали более низкие значения 39 до 79 мг/кг.

Проведя корреляционный анализ продуктивности пойм и удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухого вещества трав и показателей почвенного плодородия (табл. 2) установили, что коэффициенты корреляции влияния показателей плодородия на продуктивность положительный, за исключением обменной кислотности, и отрицательные при взаимосвязи с удельной активностью ^{137}Cs . С повышением плодородия почвы увеличивается продуктивность пойменной экосистемы и уменьшается содержание ^{137}Cs в продукции получаемой с лугов пойм [15-17].

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции продуктивности, удельной активности ^{137}Cs и воздушно-сухого вещества трав и показателей почвенного плодородия

Показатель почвенного плодородия	Продуктивность, т/га	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Органическое вещество, %	0,64	-0,29
pH _{KCl} , ед.	-0,38	-0,67
P ₂ O ₅ , мг/кг	0,41	-0,70
K ₂ O, мг/кг	0,52	-0,24
Ca, ммоль / 100 г почвы	0,64	-0,22
Mg, ммоль / 100 г почвы	0,49	-0,47

Выявили среднюю роль ($0,30 < r < 0,70$) показателей плодородия в увеличении продуктивности, коэффициент корреляции (r) находился в пределах от 0,41 до 0,64 и $-0,38$, что говорит о том, что с увеличением содержания органического вещества и доступных для растений фосфора, калия, кальция и магния и с уменьшением обменной кислотности, продуктивность пойменного травостоя растет. Наибольший коэффициент ($r = 0,64$) зависимости показателей выявлен для органического вещества и содержания кальция.

Выявили слабую роль ($r < 0,30$) органического вещества, содержания доступных для растения калия и кальция в уменьшении удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухой массы трав. Коэффициент корреляции (r) находится в пределах от $-0,22$ до $-0,29$, среднюю роль ($0,30 < r < 0,70$) содержания доступного для растения магния и кислотности в уменьшении удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухой массы трав, коэффициент корреляции (r) нахо-

дился в пределах от $-0,47$ до $-0,67$ и сильную роль ($r > 0,70$) содержания доступного для растения фосфора в уменьшении удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухой массы трав, коэффициент корреляции (r) был равен $-0,70$.

Заключение. Проведенный экологический мониторинг современного состояния радиоактивно загрязненных пойменных угодий юго-запада Брянской области обнаружил следующие результаты, тенденции и закономерности:

- содержание органического вещества, кальция и магния росло в экосистеме поймы по подсистемам: прирусловой → центральной → притеррасной;
- высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия соответственно от 227 до 362 и 122 до 266 мг/кг обнаружили в притеррасной подсистеме исследуемых пойм;
- влияние плодородия на увеличение продуктивности положительное, за исключением влияния кислотности и отрицательное на увеличение удельной активностью ^{137}Cs ;
- установили среднюю роль ($0,30 < r < 0,70$) показателей плодородия в увеличении продуктивности, коэффициент корреляции (r) находился в пределах от 0,41 до 0,64 и $-0,38$;
- выявили сильную роль ($r > 0,70$) содержания доступного для растения фосфора в уменьшении удельной активности ^{137}Cs воздушно-сухой массы трав, коэффициент корреляции (r) был равен $-0,70$.

Библиографический список

1. Alluvial soils of river floodplains and deltas and their zonal differences / G.V. Dobrovolski, P.N. Balabko, N.V. Stasjuk, E.P. Vykova // *Arid Ecosystems*. 2011. V. 1, № 3. PP. 119–124.
2. Почвы мелиорированной поймы верхнего течения реки Оки, используемые в интенсивном земледелии / П.Н. Балабко, А.А. Снег, Т.В. Локалина, В.Н. Щедрин // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2016. № 3 (23). С. 116–137.
3. Lead in iron-manganese concretions of varying size from alluvial soils and deposits / V.N. Oreshkin, V.S. Kuzmenkova, T.I. Ulyanochkina, P.N. Balabko // *Geochemistry International*. 2000. V. 38, № 6. PP. 619–623.
4. Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: МГУ, 2005. 289 с.
5. Prosyannikov E.V., Silaev A.L., Koshelev I.A. Specific ecological features of ^{137}Cs behavior in river floodplains // *Russian Journal of Ecology*. 2000. V. 31, № 2. PP. 132–135.
6. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ^{137}Cs на территории юго-запада Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.М. Белоус, П.В. Прудников, А.М. Щеглов, Е.В. Смольский, И.Н. Белоус, А.Л. Силаев // *Радиация и риск*. 2019. Т. 28, № 3. С. 36–46.
7. Aleksakhin R.M., Sanzharova N.I., Fesenko S.V. Radioecology and the accident at the Chernobyl nuclear power plant // *Atomic Energy*. 2006. V. 100, № 4. PP. 257–263.
8. Чирков Е.П., Дробышевская Т.В. Роль лугопастбищного хозяйства в воспроизводстве кормовой базы // *Вестник Брянской ГСХА*. 2016. № 5 (57). С. 21–32.
9. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Травяные экосистемы в сельском хозяйстве России // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. 2010. № 4. С. 37–40.
10. Современное состояние экосистемы правобережной поймы Средней Десны и перспективы её рационального использования / Д.Е. Просянников, П.Н. Балабко, Е.В. Просянников, Г.В. Чекин // *Агрохимический вестник*. 2012. № 5. С. 9–13.
11. Белоус Н.М. Дела чернобыльские // *Вестник Брянской ГСХА*. 2016. № 2 (54). С. 3–8.
12. Почвенно-радиоэкологическое районирование радиоактивно загрязнённых сельскохозяйственных земель Беларуси и России / Н.Н. Цыбулько, А.В. Панов, И.Е. Титов, В.В. Кречетников // *Радиация и риск*. 2020. Т. 29, № 2. С. 115–127.
13. Aleksakhin, R.M. Radioactive contamination as a type of soil degradation // *Eurasian Soil Science*. 2009. V. 42, № 12. PP. 1386–1396.
14. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязнённых радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Панов, П.В. Прудников, И.Е. Титов, В.В. Кречетников, А.Н. Ратников, О.А. Шубина // *Радиационная гигиена*. 2019. Т. 12, № 1. С. 25–35.

15. Прогнозирование накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостоях основных типов лугов Белорусского Полесья по агрохимическим свойствам почв / Л.Г. Подоляк, С.Ф. Тимофеев, Н.В. Гребенщикова, Т.В. Арастович, В. Жданович // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. Т. 45, № 1. С. 100–111.
16. Белоус Н.М., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Оптимальные параметры плодородия почвы для производства нормативно чистой сельскохозяйственной продукции на территориях загрязненных радионуклидами: монография. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. 92 с.
17. К проблеме ведения земледелия в условиях техногенного воздействия на агроландшафты / Р.М. Алексахин, А.С. Филипас, Л.Н. Ульяненко, Т.Л. Жигарева, В.С. Анисимов // Вестник РАСХН. 2007. № 3. С. 26–28.
18. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычѳев, Г.П. Гамзиков, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С.Сапаров. М., 2017.
19. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, П.М. Орлов, Н.М. Белоус. М., 2016.
20. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, И.Н. Белоус, Ю.И. Иванов // Агрохимический вестник. 2015. № 5. С. 29-31.
21. Воробьев Г.Т. Агрохимические основы реабилитации почв центра русской равнины, загрязненных радионуклидами: дис. ... д-ра с/х наук / Всерос. науч.-исслед. ин-т радиологии и агроэкологии. М., 1999.
22. Цезий-137 в почвах и продукции растениеводства Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей за 1986-1992 годы / Г.Т. Воробьев, Д.Е. Гучанов, А.А. Курганов, З.Н. Маркина, А.А. Новиков, В.А. Светов. Брянск, 1993.

References

1. *Alluvial soils of river floodplains and deltas and their zonal differences* / G.V. Dobrovolski, P.N. Balabko, N.V. Stasjuk, E.P. Bykova // *Arid Ecosystems*. 2011. V. 1, № 3. PP. 119–124.
2. *Pochvy meliorirovannoj pojmy verhnego techeniya reki Oki, ispol'zuemye v intensivnom zemledelii* / P.N. Balabko, A.A. Sneg, T.V. Lokalina, V.N. Shchedrin // *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii*. 2016. 3 (23). S. 116–137.
3. *Lead in iron-manganese concretions of varying size from alluvial soils and deposits* / V.N. Oreshkin, V.S. Kuzmenkova, T.I. Ulyanochkina, P.N. Balabko // *Geochemistry International*. 2000. V. 38, № 6. PP. 619–623.
4. *Dobrovolskij, G.V. Pochvy rechnyh pojmv centra Russkoj ravniny: 2-e izdanie* / G.V. Dobrovolskij. M.: MGU, 2005. 289 s.
5. *Prosyannikov E.V., Silaev A.L., Koshelev I.A. Specific ecological features of ^{137}Cs behavior in river floodplains* // *Russian Journal of Ecology*. 2000. V. 31, № 2. PP. 132–135.
6. *Veroyatnost' polucheniya moloka i kormov, ne sootvetstvuyushchih dopustimym urovnjam sodержaniya ^{137}Cs na territorii yugo-zapada Bryanskoj oblasti v otdalyonnyj period posle avarii na Chernobyl'skoj AES* / N.M. Belous, P.V. Prudnikov, A.M. Shcheglov, E.V. Smol'skij, I.N. Belous, A.L. Silaev // *Radiaciya i risk*. 2019. T. 28, №3. S. 36–46.
7. *Aleksakhin R.M., Sanzharova N.I., Fesenko S.V. Radioecology and the accident at the Chernobyl nuclear power plant* // *Atomic Energy*. 2006. V. 100, № 4. PP. 257–263.
8. *Chirkov, E.P. Rol' lugopastbishchnogo hozyajstva v vosproizvodstve kormovoj bazy* / E.P. Chirkov, T.V. Drobyshevskaya // *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2016. № 5 (57). S. 21–32.
9. *Trofimov, I.A. Travyanye ekosistemy v sel'skom hozyajstve Rossii* / I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Yakovleva // *Ispol'zovanie i ohrana prirodnyh resursov v Rossii*. 2010. № 4. S. 37–40.
10. *Sovremennoe sostoyanie ekosistemy pravoberezhnoj pojmy Srednej Desny i perspektivy eyo racional'nogo ispol'zovaniya* / D.E. Prosyannikov, P.N. Balabko, E.V. Prosyannikov, G.V. Chekin // *Agrohimicheskij vestnik*. 2012. № 5. S. 9–13.
11. *Belous, N.M. Dela chernobyl'skie* / N.M. Belous // *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2016. № 2 (54). S. 3–8.

12. Pochvenno-radioekologicheskoe rajonirovanie radioaktivno zagryaznyonnyh sel'skohozyajstvennyh zemel' Belarusi i Rossii / N.N. Cybul'ko, A.V. Panov, I.E. Titov, V.V. Krechetnikov // *Radiaciya i risk*. 2020. T. 29, № 2. S. 115–127.

13. Aleksakhin, R.M. Radioactive contamination as a type of soil degradation // *Eurasian Soil Science*. 2009. V. 42, № 12. PP. 1386–1396.

14. Radioekologicheskaya ocenka sel'skohozyajstvennyh zemel' i produkcii yugo-zapadnyh rajonov Bryanskoj oblasti, zagryaznennyh radionuklidami v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AES / A.V. Panov, P.V. Prudnikov, I.E. Titov, V.V. Krechetnikov, A.N. Ratnikov, O.A. Shubina // *Radiacionnaya gigiena*. 2019. T. 12, № 1. S. 25–35.

15. Prognozirovanie nakopleniya ^{137}Cs i ^{90}Sr v travostoyah osnovnyh tipov lugov Belorusskogo Poles'ya po agrohimicheskim svojstvam pochv / L.G. Podolyak, S.F. Timofeev, N.V. Grebenshchikova, T.V. Arastovich, V. Zhdanovich // *Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2005. T. 45, № 1. S. 100–111.

16. Belous, N.M. Optimal'nye parametry plodorodiya pochvy dlya proizvodstva normativno chistoj sel'skohozyajstvennoj produkcii na territoriyah zagryaznennyh radionuklidami: monografiya / N.M. Belous, L.A. Vorob'eva, I.N. Belous. Bryansk: Izd-vo BGSKHA, 2012. 92 s.

17. K probleme vedeniya zemledeliya v usloviyah tekhnogennogo vozdejstviya na agrolandshafty / R.M. Aleksahin, A.S. Filipas, L.N. Ul'yanenko, T.L. Zhigareva, V.S. Anisimov // *Vestnik RASKHN*. 2007. №3. S. 26–28.

18. Agrohimiya: uchebnik / V.G. Mineev, V.G. SychYov, G.P. Gamzikov, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M. Belous, B.C. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov. M., 2017.

19. Chernobyl: radiatsionnyy monitoring selskohozyaystvennyh ugodiy i agrohimicheskie aspekty snizheniya posledstviy radioaktivnogo zagryazneniya pochv / V.G. Sychev, M.I. Lunev, P.M. Orlov, N.M. Belous. M., 2016.

20. Produktivnost i kachestvo odnovidovyh i smeshannyh posevov kormovyh kultur v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya / V.F. Shapovalov, N.M. Belous, I.N. Belous, Yu.I. Ivanov // *Agrohimicheskij vestnik*. 2015. № 5. S. 29–31.

21. Vorobev G.T. Agrohimicheskie osnovy reabilitatsii pochv tsentra russkoj ravniny, zagryaznennyh radionuklidami: dis. ... d-ra s/h nauk / Vseros. nauch.-issled. in-t radiologii i agroekologii. M., 1999.

22. Tseziy-137 v pochvah i produkcii rastenievodstva Bryanskoj, Kaluzhskoy, Orlovskoy i Tul'skoj oblastey za 1986–1992 gody / G.T. Vorobev, D.E. Guchanov, A.A. Kurganov, Z.N. Markina, A.A. Novikov, V.A. Svetov. Bryansk, 1993.

УДК 633.13:631.82:539.16

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ
В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

*Effectiveness of Chemization in Oat Cultivating on Radioactively Contaminated Soils
in the Long-Term Period after the Chernobyl Accident*

Шаповалов В.Ф., д-р с.-х. наук, профессор, **Белоус Н.М.**, д-р с.-х. наук, профессор,
Малявко Г.П., д-р с.-х. наук, профессор, **Харкевич Л.П.**, д-р с.-х. наук, доцент,
Силаев А.Л., канд. с.-х. наук, доцент, **Милютин Е.М.**, аспирант, **Ситнов Д.М.**, аспирант
*Shapovalov V.F., Belous N.M., Malyavko G.P., Kharkevich L.P., Silaev A.L.,
Milyutina E.M., Sitnov D.M.*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Представлены результаты многолетних экспериментальных исследований в стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязнённой почве по агроэкологической оценки действия минеральных удобрений при различной

степени насыщенности как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит при возделывании овса сорта Скакун на зерно. Показано, что обработка посевов овса препаратом Альбит на фоне внесения минерального удобрения $N_{90}P_{90}$, с последовательно возрастающими дозами калия (K_{90}, K_{120}, K_{150} кг/га д.в.), способствовало формированию урожайности овса в среднем на уровне 4,28-4,36 т/га. Установлено, что максимальную урожайность зерна овса 4,36 т/га при окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая зерна 5,39 кг зерна в среднем способствовало применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит. Применяемые средства химизации оказали положительное влияние на содержание и сбор сырого белка, величину его сбора с единицы площади посева. Максимальный сбор сырого белка 0,621 т/га в среднем получен в варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит. Показано также увеличение массы 1000 зерён с 38,2 до 48,1 г, натура зерна с 471 до 487 г/л, выхода крупы с 54,8 до 60,3%, содержание крахмала в зерне овса под влиянием средств химизации возросло в среднем с 52,4 до 54,6%. Под влиянием применяемых средств химизации отмечено повышение концентрации остаточных нитратов в зерне овса, однако их концентрация не превышало установлено норматива ПДК. Наиболее высокая концентрация остаточных нитратов в зерне овса 84 мг/кг в среднем отмечено при внесении полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ на фоне применения биопрепарата Альбит. Под влиянием минеральных удобрений с последовательно возрастающими дозами как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит уменьшались размеры поступления ^{137}Cs из почвы в растения овса. Наименьшая удельная активность (65 Бк/кг) и кратность снижения поступления ^{137}Cs в товарную часть урожая овса в 3,5 раза в сравнении с контролем получена при внесении полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ на фоне применения биопрепарата Альбит.

Abstract. *The results of long-term researches on the assessment of the effect of mineral fertilizers of different saturation, including their separate application, as well as in combination with the biopreparation Albit, on the yields and grain quality of oats variety Skakun on sod-podzolic radioactively contaminated sandy loam soil have been presented. It has been found, that the treatment of oats crops with the biopreparation Albit on the background of the application of $N_{90}P_{90}$ with consistently increasing rates of potassium (K_{90}, K_{120}, K_{150} kg/ha a.s.), contributed to the formation of grain yields on average at the level of 4.28-4.36 t/ha. It was found that the maximum yield of oat grain of 4.36 t/ha with a payback of 1 kg NPK by and an increase in the grain yield of 5.39 kg on average was due to the application of the complete mineral fertilizer $N_{90}P_{90}K_{150}$ in combination with the biopreparation Albit. The applied chemical means had a positive effect on the content and collection of raw protein, its amount per unit of the area sown. The maximum crude protein yield of 0.621 t/ha was obtained on average in the variant with $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Albit. There was also an increase in the thousand-kernel weight from 38.2 to 48.1 g, the nature of grain from 471 to 487 g/l, the yield of cereals from 54.8 to 60.3%. Under the influence of chemical fertilizers the starch content in oat grain increased on average from 52.4 to 54.6%. Besides, there was an increase in the concentration of residual nitrates in oat grain, but their concentration did not exceed the established Maximum Permissible Concentration. The highest concentration of residual nitrates in oat grain of 84 mg/kg on average was observed when applying the complete mineral fertilizer $_{90}P_{90}K_{150}$ on the background of the biopreparation Albit. Under the influence of mineral fertilizers with consistently increasing rates, both when applied separately and in combination with the biopreparation Albit, the size of ^{137}Cs intake from the soil to oat plants decreased. The lowest specific activity (65 Bq/kg) and the multiplicity of reduction of ^{137}Cs intake in the cash crop by 3.5 times in comparison with the control was obtained when applying the complete mineral fertilizer $N_{90}P_{90}K_{150}$ on the background of applying the biopreparation Albit.*

Ключевые слова: овес, минеральные удобрения, биопрепарат Альбит, урожайность, качество, ^{137}Cs .

Key words: oats, mineral fertilizers, biopreparation Albit, productivity, quality, ^{137}Cs .

Введение. Решение проблемы продовольственной безопасности России во многом определяется объемом производства зерна и повышением его конкурентоспособности на ми-

ровом рынке (1,2). Важнейшим фактором, обеспечивающим высокую, устойчивую по годам продуктивность основных зерновых культур при своевременном и качественном выполнении всех предусмотренных технологией возделывания агротехнических мероприятий, является широкое применение современных средств интенсификации земледелия, включая различные виды удобрений, мелиорантов, средств защиты растений и других средств химизации (3,4,5). Особенно это справедливо для почв дерново-подзолистого типа, легкого гранулометрического состава в условиях радиоактивного загрязнения юго-запада Центрального региона России, для которых характерен низкий уровень почвенного плодородия и промывной режим (6,7,8,9,10,11,12).

Одной из важнейших наиболее востребованных продовольственных и кормовых культур в Российской Федерации является овес, посевные площади которого в последнее десятилетие не превышали 4,4 млн. га, при уровне урожайности зерна в пределах 1,5-2,0 т/га по валовому сбору зерна он занимал третье место после пшеницы и ячменя.

Применение современных средств химизации, основой которых являются минеральные удобрения, обеспечивающие сбалансированное минеральное питание при главенствующей роли минерального азота (13,14,15) в условиях достаточной влагообеспеченности растений, к которой овес в сравнении с другими зерновыми хлебами более чувствителен. Использование стимуляторов роста и других биологически активных препаратов в комплексе со средствами защиты растений способствует увеличению продуктивности овса и биологизации земледелия в целом (16, 17). При радиоактивном загрязнении агроландшафтов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС получение продукции соответствующей по содержанию в ней долгоживущих радионуклидов действующим санитарно – гигиеническим нормам одна из приоритетных задач сельхозпроизводителей. При этом следует исходить из того, что применение повышенных доз калийных удобрений наиболее эффективный агрохимический приём, снижающий переход радионуклидов из почвы в растения (18,19).

Цель исследований – дать оценку эффективности минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании овса на радиоактивно – загрязненной почве.

Методика. Исследования проводили в 2017-2019 гг. на опытном поле Новозыбковского стационара Брянского ГАУ. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная перед закладкой опыта содержала органического вещества (по Тюрину) 2,26-2,63%, подвижных форм фосфора и обменного калия (по Кирсанову) 386-512 и 122-155 мг/кг соответственно; рН КС1 5,28-5,48 мг/кг. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs -232-248 кБк/м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок – систематическое. Общая площадь опытной делянки – 120 м², учетная площадь делянки первого порядка – 50 м², второго порядка – 50 м².

Объект исследования – сорт овса Скаун. Технология возделывания общепринятая для зоны. Опыт проводили в пятипольном полевом севообороте: люпин на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень - овес – озимая рожь. Схема опыта представлена следующими вариантами: контроль (без удобрений); N₆₀P₆₀ – фон I; фон I + K₆₀; фон I + K₉₀; фон I + K₁₂₀; N₉₀P₉₀ – фон II; фон II + K₉₀; фон II + K₁₂₀; фон II + K₁₅₀; Контроль + Альбит; фон II + Альбит; фон II + K₉₀+Альбит; фон II + K₁₂₀+Альбит; фон II + K₁₅₀+Альбит. В опыте применяли следующие формы удобрений: азотные – Naa, фосфорные Pcd, калийные – Kx. Обработку растений овса Альбитом проводили в фазу выметывания из расчета расхода препарата 50 мл/га совмещая с обработкой против болезней и вредителей при норме расхода рабочей жидкости 300 л/га. Урожай зерна с каждой делянки учитывали методом сплошной уборки малогабаритным комбайном «Сампо 500» в пересчете на 100% чистоту и стандартную влажность. Анализ почвы и зерна выполняли руководствуясь соответствующими ГОСТ и ОСТ по общепринятым в агрохимической службе методикам в Центре коллективного пользования научным и приборным оборудованием Брянского ГАУ. Содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91); рН (ГОСТ 24483-84), содержание P₂O₅ и K₂O (ГОСТ 26207-84). Качество зерна анализировали стандартными методами (ГОСТ 13586.3-83), массу 1000 зерен (ГОСТ 10840-89), натуру зерна (ГОСТ 28673-90), общий азот (ГОСТ 13496.19-93), нитраты (ГОСТ 13496.19-2015), сырой белок пересчетом N_{общ} x 5,7; удельную активность ^{137}Cs в основной

продукции овса определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс 2000» в геометрии Маринелли. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову (1985) (20).

Метеорологические условия в годы проведения полевых опытов различались по условиям увлажнения к температурному режиму. Наиболее благоприятными для овса по сумме атмосферных осадков и среднесуточной температуре воздуха вегетационных периодов были 2017 и 2019 годы.

Результаты исследований. В зависимости от погодных условий периодов вегетации в годы проведения опытов урожайность овса в определенной степени изменялась. Наименьший уровень урожайности зерна овса 2,14-4,26 по вариантам опыта получен в 2018 году в сравнении с 2017 и 2019 годами (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние удобрений и препарата Альбит на урожайность зерна овса (т/га)

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	В среднем	Прибавка к контролю	Окупаемость удобрений прибавкой, кг/кг
Контроль	2,63	2,14	2,59	2,54	-	-
N ₆₀ P ₆₀ – фон I	3,30	2,55	3,32	3,06	0,61	5,08
фон I + K ₆₀	3,56	2,88	3,74	3,39	0,94	5,22
фон I + K ₉₀	3,50	3,16	3,62	3,45	1,00	4,76
фон I + K ₁₂₀	3,46	3,21	3,64	3,44	0,90	3,30
N ₉₀ P ₉₀ – фон II	3,68	2,81	3,78	3,42	0,97	5,39
фон II + K ₉₀	3,80	3,31	3,86	3,66	1,21	4,48
фон II + K ₁₂₀	3,75	3,90	3,81	3,65	1,20	4,00
фон II + K ₁₅₀ ;	3,72	3,42	3,73	3,62	1,17	3,55
Контроль+Альбит;	2,97	2,29	2,93	2,73	0,28	-
фон II + Альбит	3,88	3,10	4,37	3,78	1,33	7,39
фон II K ₉₀ +Альбит	4,52	3,69	4,63	4,28	1,83	6,78
фон II K ₁₂₀ +Альбит	4,41	4,18	4,46	4,35	1,90	6,39
фон II K ₁₅₀ +Альбит	4,39	4,26	4,43	4,36	1,91	5,79
В среднем по опыту	3,68	3,24	3,78	3,57		
НСР _{0,5} , т/га	0,20	0,12	0,17			

Более высокий урожай зерна по изучаемым вариантам опыта формировался в сложившихся погодно – климатических условиях 2019 года, варьируя в изучаемых вариантах в пределах 2,59-4,63 т/га, составляя в среднем по опыту 3,78 т/га. В среднем за 3 года проведения исследований урожайность зерна овса на контрольном варианте составила от 2,54 т/га, а на вариантах с применением систем удобрения варьировала в пределах 2,54 т/га (контроль) до 4,36 т/га на варианте N₆₀P₉₀K₁₅₀+ Альбит.

Внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе N₆₀P₆₀ (фон I) способствовало повышению урожайности зерна овса относительно контрольного варианта на 0,61 т/га или 24,9%, при увеличении дозы азотно-фосфорного удобрения до N₆₀P₉₀ (фон II) она повышалась по сравнению с контролем на 0,97 т/га или на 39,6%, а относительно варианта N₆₀P₆₀ (фон I) на 0,36 т/га или 11,8%.

Внесение последовательно возрастающих доз калийного удобрения K₆₀, K₉₀, K₁₂₀ кг/га д.в. в составе N₆₀P₆₀ – фон I способствовало повышению урожайности зерна овса относительно контроля на 0,94; 1,00 и 0,99 т/га, или на 38,3; 40,8; 40,4%. Применение последовательно возрастающих доз калия K₆₀, K₉₀, K₁₂₀ K₁₅₀ д.в. на фоне азотно-фосфорного удобрения N₉₀P₉₀ – фон II способствовало повышению урожайности зерна по сравнению с контрольным вариантом на 1,21; 1,19 и 1,17 т/га или на 49,4; 48,6 и 47,7%.

Следует отметить что во влагообеспеченные (2017 и 2019) годы увеличение доз калийного удобрения в составе NPK способствовало повышению урожайности овса, но с увеличением каждой последовательной дозы калия величина прибавки урожайности в сравнении с предыдущей несколько уменьшалась.

При обработке посевов овса биопрепаратом Альбит в фазе выметывания урожайность зерна овса увеличивалась в сравнении с контролем в среднем на 0,28 т/га или на 11,4%. Применение препарата Альбит, при обработке растений овса на фоне азотно–фосфорного удобрения N₉₀P₉₀ способствовало повышению урожайности овса в сравнении с контролем на 1,33 т/га, или на 54,3%, а относительно варианта N₉₀P₉₀ – фон II на 0,36 т/га или на 10,5%. Обработка посевов овса биопрепаратом Альбит на фоне полного минерального удобрения NPK с последовательно возрастающими дозами калия K₉₀, K₁₂₀, K₁₅₀ кг/га д.в. обеспечило повышение урожайности зерна овса в сравнении с контролем в среднем на 1,83, 1,93, 1,97 т/га или на 74,7, 78,8, 77,9%. В среднем за годы проведения опытов самый высокий урожай зерна овса 4,36т/га формировался при применении полного минерального удобрения N₉₀P₉₀K₁₅₀ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

Повышение доз применяемых удобрений снижало окупаемость удобрений прибавкой урожая зерна. Наиболее высокая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая овса в среднем 7,39 кг была получена в варианте N₉₀P₉₀+Альбит.

Под влиянием минеральных удобрений отмечено повышение белковости зерна.

Таблица 2 - Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на содержание и сбор сырого белка урожаем зерна овса (2017-2019 гг.)

№	Вариант	Содержание, %			В среднем	Сбор белка, т/га
		2017	2018	2019		
1	Контроль	11,0	10,5	10,2	10,6	0,260
2	N ₆₀ P ₆₀ – фон I	12,4	11,3	10,8	11,5	0,352
3	фон I + K ₆₀	12,4	11,4	11,6	11,8	0,400
4	фон I + K ₉₀	12,5	11,7	12,2	12,1	0,417
5	фон I + K ₁₂₀	12,7	12,1	12,6	12,5	0,430
6	N ₉₀ P ₉₀ – фон II	13,0	12,6	11,1	12,2	0,417
7	фон II + K ₉₀	13,2	13,0	13,1	13,1	0,479
8	фон II + K ₁₂₀	13,3	13,2	13,2	13,2	0,780
9	фон II + K ₁₅₀ ;	13,5	13,3	13,3	13,4	0,785
10	Контроль +Альбит;	11,7	10,9	10,7	11,3	0,308
11	фон II + Альбит	13,5	13,2	13,4	13,4	0,506
12	фон II + K ₉₀ +Альбит	13,6	13,4	13,5	13,5	0,578
13	фон II + K ₁₂₀ +Альбит	13,8	13,6	13,6	13,7	0,596
14	фон II + K ₁₅₀ +Альбит	14,1	14,0	13,8	14,0	0,621
В среднем по опыту		12,9	12,4	12,4	12,6	
НСР ₀₅		0,5	0,4	0,4		

В среднем за годы проведения исследований содержание сырого белка по вариантам опыта изменялась от 10,6 до 14%. Применение азотно - фосфорного удобрения N₆₀P₆₀ – фон I повышало содержание белка в зерне овса в сравнении с контролем на 0,9%. При внесении калийного удобрения в возрастающих дозах от 60, 90 и 120 кг/га д.в. в составе NPK повышало содержание сырого белка в зерне овса по сравнению с контролем в среднем на 0,9, 1,5, 1,9%. От внесения последовательно возрастающих доз калийного удобрения K₉₀, K₁₂₀, K₁₅₀ кг/га д.в. в составе N₉₀P₉₀ белковость зерна овса в сравнении с контролем в среднем повышалась на 2,5, 2,6, 2,8% соответственно. Обработка посевов овса препаратом Альбит повышала содержание сырого белка в зерне относительно контроля на 0,7%, данная обработка на фоне применяемых систем удобрения (вар. 11, 12, 13, 14) способствовала повышению белковости зерна овса в среднем с 13,4 до 14,0%. Величина сбора сырого белка по вариантам опыта изменялась от 0,260 до 0,621 т/га, в том числе от применения препарата Альбит она увеличивалась с 0,308 до 0,621 т/га. Применяемые системы удобрения оказывали влияние на изменение физико-химических показателей зерна овса (табл. 3).

Таблица 3 - Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на физико-химические показатели зерна овса (среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант	Масса 1000 зерен	Натура г/л	Выход крупы, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
Контроль	38,2	471	54,8	52,4	61
N ₆₀ P ₆₀ – фон I	39,1	478	56,2	53,2	72
фон I + K ₆₀	39,5	480	56,8	53,6	74
фон I + K ₉₀	40,1	481	57,1	53,9	76
фон I + K ₁₂₀	40,7	483	57,7	53,9	79
N ₉₀ P ₉₀ – фон II	39,4	440	56,9	53,6	73
фон II + K ₉₀	40,2	482	57,6	53,9	76
фон II + K ₁₂₀	41,5	486	58,5	53,9	80
фон II + K ₁₅₀	39,0	486	59,0	54,3	84
Контроль + Альбит;	40,1	475	56,7	53,7	66
фон II + Альбит	40,3	481	58,2	53,9	73
фон II + K ₉₀ + Альбит	40,8	483	59,3	53,9	76
фон II + K ₁₂₀ + Альбит	41,5	485	59,9	54,9	78
фон II + K ₁₅₀ + Альбит	41,8	487	60,3	54,6	81
НСР ₀₅	1,45	4,6	1,47	4,8	5,2

В среднем за годы проведения исследований под влиянием минеральных удобрений, применяемых как отдельно, так и в комплексе с препаратом Альбит отмечено повышение массы 1000 зерен овса с 38,2 (контроль) до 41,9 на варианте N₉₀P₉₀K₁₅₀ + Альбит. Под влиянием применяемых систем удобрения повышались такие важнейшие показатели качества зерна овса как натура, выход крупы, содержание крахмала. Концентрация остаточных нитратов в зерне овса по вариантам опыта варьировала в пределах 71-90 мг/кг, но не превышала ПДК (93 мг/кг) (21).

Величина удельной активности ¹³⁷Cs в зерне изменялась по вариантам опыта в среднем от 21 до 6 Бк/кг при наиболее высоких показателях удельной активности ¹³⁷Cs овса в 2018 году, характеризующимся неравномерностью выпадения атмосферных осадков в течение периода вегетации (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние средств химизации на изменение удельной активности ¹³⁷Cs в зерне овса, Бк/кг

Вариант	Удельная активность			В среднем	Кратность снижения, раз
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Контроль	20	22	19	21	-
N ₆₀ P ₆₀ – фон I	15	16	16	16	1,3
фон I + K ₆₀	13	15	14	14	1,5
фон I + K ₉₀	12	13	12	12	1,8
фон I + K ₁₂₀	11	13	10	11	1,91
N ₉₀ P ₉₀ – фон II	17	18	15	17	1,23
фон II + K ₉₀	12	11	11	11	1,91
фон II + K ₁₂₀	11	10	10	10	2,10
фон II + K ₁₅₀	10	9	8	9	2,33
Контроль + Альбит;	13	14	11	13	1,61
фон II + Альбит	11	10	7	9	2,3
фон II + K ₉₀ + Альбит	10	9	8	9	2,3
фон II + K ₁₂₀ + Альбит	9	8	7	8	2,6
фон II + K ₁₅₀ + Альбит	8	6	5	6	3,5
НСР ₀₅	5	4	4		

Примечание: допустимый уровень 60 кБк/кг. Нормативные документы: ГОСТ Р 54040. Технический регламент таможенного Союза «О безопасности зерна» ТРТС 015/90011 от 9 декабря 2011 г. №874.

Применение минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с препаратом Альбит уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса. Наибольший эффект при этом достигался от внесения повышенных доз калийного удобрения K_{120} и K_{150} на фоне азотно-фосфорного удобрения $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$, уменьшение удельной активности ^{137}Cs на этих вариантах в сравнении с контролем составляло в 1,9-2,3 раза соответственно. Препарат Альбит уменьшал удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в 1,6 раза.

Зерно овса, полученное с опытных участков по удельной активности в нём ^{137}Cs соответствует санитарно-гигиеническому нормативу и может быть использовано на продовольственные цели без ограничений.

Обработка растений овса препаратом Альбит на фоне НРК с повышенными дозами калия 90, 120 и 150 кг/га д.в. уменьшала удельную активность ^{137}Cs в зерне овса относительно контроля в 2,3-2,6 раза.

Заключение. Результаты исследований, проведенных на дерново – подзолистой радиоактивно загрязненной почве свидетельствуют о том, что при возделывании сорта овса Скакун наибольший эффект получен при комплексном применении полного минерального удобрения $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ и препарата Альбит. Применение этой системы удобрения обеспечило в среднем прибавку урожайности зерна на уровне 1,91 т/га, в том числе от препарата Альбит 0,28 т/га, при окупаемости 1 кг д.в. НР прибавкой урожая зерна 7,39 кг. Под влиянием применяемых средств химизации повышалось содержание сырого белка и сбор его с единицы площади, увеличивалась масса 1000 зерен, натура, выход крупы и содержание крахмала в зерне овса. Применяемые средства химизации способствовали повышению концентрации остаточных нитратов в урожае зерна в пределах ПДК. Внесение возрастающих доз калия в составе НРК в комплексе с препаратом Альбит уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в среднем в 2,3-2,6 раза. Полученное в опыте зерно овса по комплексу качественных показателей пригодно для использования на продовольственные цели без ограничений.

Библиографический список

1. Чекмарев П.А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса // Земледелие. 2009. № 4. С. 3-4.
2. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
3. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии. СПб., 2017.
4. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С. Сапаров. М., 2017. 854 с.
5. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. Брянск, 2012. 240 с.
6. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, И.Н. Белоус, Ю.И. Иванов // Агрохимический вестник. 2015. № 5. С. 29-31.
7. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов / Е.А. Дробышевская, Е.М. Милютин, Н.М. Белоус, А.В. Кубышкин, В.Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф. Брянск, 2018. С. 135-140.
8. Калинов А.Г., Милютин Е.М. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно загрязненной почве // Агрохимический вестник. 2020. № 3. С. 77-82.

9. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, П.М. Орлов, Н.М. Белоус. М., 2016. 183 с.
10. Производство овса в севообороте в зависимости от технологических факторов и погодных условий в Центральном Нечерноземье / В.В. Конончук, В.Д. Штырхунов, А.Д. Кабашов, С.И. Тимошенко, С.В. Соболев, Т.В. Назарова // Агрохимический вестник. 2017. № 1. С. 25-30.
11. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2006. 452 с.
12. Урожайность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур, возделываемых на сенаж при радиоактивном загрязнении / Ю.И. Иванов, И.Н. Белоус, С.Ф. Чесалин, А.С. Кононов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 1. С. 55-58.
13. Федулова А.Д., Мерзлая Г.Е., Постников Д.А. Влияние различных систем удобрения в последствии на микробиологическую активность почвы и урожайность овса // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 4. С. 31-33.
14. Конончук В.В., Гончаренко М.С. Оптимизация азотного питания овса в севооборотах Центрального Нечерноземья // Агрохимический вестник. 2011. № 5. С. 20-22.
15. Завалин А.А., Потапов В.И. Формирование урожая и качество зерна ячменя и овса в зависимости от доз и сроков внесения азота // Агрохимия. 1996. № 11. С. 20-26.
16. Синяшин О.Г., Шаповал О.А., Шулаев М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2016. № 5. С. 38-42.
17. Матюхина М.В. Эффективность средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения юго-запада Центрального региона России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. Брянск, 2013. 20 с.
18. Ведение земледелия на территориях подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р.М. Алексахин, Т.Л. Жигарева, А.Н. Ратников, Т.И. Попова // Земледелие. 2006. № 3. С. 22-27.
19. Формирование продуктивности овса в условиях радиоактивного загрязнения почвы / Е.М. Милютина, Е.А. Дробышевская, В.Ф. Шаповалов, М.М. Нечаев, А.Л. Силаев // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 59-62.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Воробьева Н.М. Лукашевич Л.Г., Лапченко В.С. Содержание нитратов и нормирование их в зерновых культурах // Минеральные удобрения и качество пищевых продуктов. Таллин, 1980. С. 37-41.
22. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации кормовых угодий России и Беларуси, загрязненных после катастрофы на Чернобыльской АЭС / Н.М. Белоус, А.Г. Подоляк, А.Ф. Карпенко, Е.В. Смольский // Радиационная биология. Радиоэкология. 2016. Т. 56, № 4. С. 405-413.
23. Цезий-137 в почвах и продукции растениеводства Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей за 1986-1992 годы / Г.Т. Воробьев, Д.Е. Гучанов, А.А. Курганов, З.Н. Маркина, А.А. Новиков, В.А. Светов. Брянск, 1993.
24. Воробьев Г.Т. Агрохимические основы реабилитации почв центра русской равнины, загрязненных радионуклидами: дис. ... д-ра с/х наук / Всерос. науч.-исслед. ин-т радиологии и агроэкологии. М., 1999.

References

1. Chekmarev P.A. *Proizvodstvo kachestvennogo zerna – vazhneyshaya zadacha agropromyshlennogo kompleksa* // *Zemledelie*. 2009. № 4. S. 3-4.
2. *Aktualnye zadachi po razvitiyu prodovolstvennoy sfery APK Bryanskoy oblasti* / S.A. Belchenko, A.V. Dronov, V.E. Torikov, I.N. Belous // *Kormoproizvodstvo*. 2016. № 9. S. 3-7.
3. Torikov V.E., Melnikova O.V. *Nauchnye osnovy agronomii*. SPb., 2017.
4. *Agrohimiya: uchebnik* / V.G. Mineev, V.G. Sychev, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M.

Belous, V.S. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov. M., 2017. 854 s.

5. *Effektivnost tehnologiy vozdeleyvaniya selskohozyaystvennykh kultur v sevoob-rotah yugo-zapada Nechernozemnoy zony Rossii* / N.M. Belous, M.G. Draganskaya, I.N. Belous, S.A. Belchenko. Bryansk, 2012. 240 s.

6. *Produktivnost i kachestvo odnovidovykh i smeshannykh posevov kormovykh kultur v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya* / V.F. Shapovalov, N.M. Belous, I.N. Belous, Yu.I. Ivanov // *Agrohimicheskii vestnik*. 2015. № 5. S. 29-31.

7. *Effektivnost kompleksnogo primeneniya sredstv himizatsii pri vozdeleyvanii ovsa v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya agrolanshaftov* / E.A. Drobyshevskaya, E.M. Milyutina, N.M. Belous, A.V. Kubyshekin, V.F. Shapovalov // *Agroekologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya APK: materialy XV mezhdunar. nauch. konf. Bryansk, 2018. S. 135-140.*

8. Kalinov A.G., Milyutina E.M. *Primenenie mineralnykh udobreniy i biopreparatov pri vozdeleyvanii yarovogo yachmenya i ovsa na radioaktivno zagryaznennoy pochve* // *Agrohimicheskii vestnik*. 2020. № 3. S. 77-82.

9. *Chernobyl: radiatsionnyy monitoring selskohozyaystvennykh ugodiy i agrohimicheskie aspekty snizheniya posledstviy radioaktivnogo zagryazneniya pochv* / V.G. Sychev, M.I. Lunev, P.M. Orlov, N.M. Belous. M., 2016. 183 s.

10. *Proizvodstvo ovsa v sevooborote v zavisimosti ot tehnologicheskikh faktorov i pogodnykh usloviy v Tsentralnom Nechernozeme* / V.V. Kononchuk, V.D. Shtyrhunov, A.D. Kabashov, S.I. Timoshenko, S.V. Sobolev, T.V. Nazarova // *Agrohimicheskii vestnik*. 2017. № 1. S. 25-30.

11. Belous N.M., Shapovalov V.F. *Produktivnost pashni i rehabilitatsiya peschanykh pochv*. Bryansk: Izd-vo Bryanskaya GSHA, 2006. 452 s.

12. *Urozhaynost i kachestvo odnovidovykh i smeshannykh posevov kormovykh kultur, vozdeleyvaemykh na senazh pri radioaktivnom zagryaznenii* / Yu.I. Ivanov, I.N. Belous, S.F. Chesalin, A.S. Kononov // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2016. T. 30, № 1. S. 55-58.

13. Fedulova A.D., Merzlaya G.E., Postnikov D.A. *Vliyanie razlichnykh sistem udobreniya v posledstviy na mikrobiologicheskuyu aktivnost pochvy i urozhaynost ovsa* // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2018. № 4. S. 31-33.

14. Kononchuk V.V., Goncharenko M.S. *Optimizatsiya azotnogo pitaniya ovsa v sevooborotah Tsentralnogo Nechernozemya* // *Agrohimicheskii vestnik*. 2011. № 5. S. 20-22.

15. Zavalin A.A., Potapov V.I. *Formirovanie urozhayev i kachestvo zerna yachmenya i ovsa v zavisimosti ot doz i srokov vneseniya azota* // *Agrohimiya*. 1996. № 11. S. 20-26.

16. Sinyashin O.G., Shapoval O.A., Shulaev M.M. *Innovatsionnye regulatory rosta rasteniy v selskohozyaystvennom proizvodstve* // *Plodorodie*. 2016. № 5. S. 38-42.

17. Matyuhina M.V. *Effektivnost sredstv himizatsii pri vozdeleyvanii ovsa v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya yugo-zapada Tsentralnogo regiona Rossii: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.04. Bryansk, 2013. 20 s.*

18. *Vedenie zemledeliya na territoriyah podvergshihsy radioaktivnomu zagryazneniyu* / R.M. Aleksahin, T.L. Zhigareva, A.N. Ratnikov, T.I. Popova // *Zemledelie*. 2006. № 3. S. 22-27.

19. *Formirovanie produktivnosti ovsa v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya pochvy* / E.M. Milyutina, E.A. Drobyshevskaya, V.F. Shapovalov, M.M. Nechaev, A.L. Silaev // *Plodorodie*. 2019. № 4 (109). S. 59-62.

20. Dospheov B.A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy*. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

21. Vorobeva N.M. Lukashevich L.G., Lapchenko V.S. *Soderzhanie nitratov i normirovanie ih v zernovykh kulturah* // *Mineralnye udobreniya i kachestvo pischevykh produktov*. Tallin, 1980. S. 37-41.

22. *Effektivnost zaschitnykh meropriyatiy pri rehabilitatsii kormovykh ugodiy Rossii i Belarusi, zagryaznennykh posle katastrofy na Chernobylskoy AES* / N.M. Belous, A.G. Podolyak, A.F. Karpenko, E.V. Smolskiy // *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2016. T. 56, № 4. S. 405-413.

23. *Tsezij-137 v pochvah i produktsii rastenievodstva Bryanskoy, Kaluzhskoy, Orlovskoy i*

Tulskoy oblasti za 1986-1992 gody / G.T. Vorobev, D.E. Guchanov, A.A. Kurganov, Z.N. Markina, A.A. Novikov, V.A. Svetov. Bryansk, 1993.

24. Vorobev G.T. *Agrohimicheskie osnovy reabilitatsii pochv tsentra russkoy ravniny, zagryaznennyh radionuklidami: dis. ... d-ra s/h nauk / Vseros. nauch.-issled. in-t radiologii i agroekologii. M., 1999.*

УДК 635.21:632.954

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ГЕРБИЦИДА ТИТУС НА ЗАСОРЕННОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Effect of Mineral Nutrition and Herbicide Titus on Potato Infestation

Молявко А.А.¹, д-р с.-х. наук, профессор, Марухленко А.В.¹, канд. с.-х. наук,
Борисова Н.П.¹, канд. с.-х. наук, Белоус Н.М.², д-р с.-х. наук, профессор,
Ториков В.Е.², д-р с.-х. наук, профессор
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E.

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»
Lorkh Potato Research Center

²ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. В результате исследований установлено, что при цветении применение гербицида титус на сорте Погарский снижало количество сорняков до 5,5 шт./м² на среднем фоне удобрений и до 3,7 шт./м² – на повышенном, по массе соответственно до 134 и 115 г/м² против 9,7 и 8,0 шт./м² и 450 и 393 г/м² на безгербицидном фоне. В конце вегетации засоренность повысилась на обоих фонах. Интенсивность развития сорняков больше проявилась на сорте Слава Брянщины, имеющий более разветвленную ботву интенсивнее затеняющую почву по сравнению с сортами Погарский и Брянский надежный. Преобладали многолетники: вьюнок полевой, пырей ползучий, осот желтый и осот бодяг. Применение титуса снижало численность куриного проса и пырея ползучего, оказывало угнетающее действие на вьюнок полевой и осоты. Прибавка урожая картофеля от применения гербицида титус в среднем за 3 года составила 29 ц/га или 15%. Повышение удобрений с N₉₀P₉₀K₁₂₀ до N₁₂₀P₁₂₀K₁₅₀ увеличило урожайность на 35 ц/га или на 19%. Наибольшая прибавка у сорта Слава Брянщины – 40 ц/га, у сортов Погарский и Брянский надежный – 35 и 29 ц/га соответственно.

Abstract. As a result of the researches it has been established that applying herbicide Titus at flowering of the potato variety Pogarskiy reduced the number of weeds to 5.5 pcs/m² on the average background of fertilizers and to 3.7 pcs/m² on the higher background, with the mass of 134 and 115 g/m² against 9.7 and 8.0 pcs/m², respectively, and 450 and 393 g/m² on the herbicide-free background. At the end of the vegetation the clogging increased on both backgrounds. The weed growing intensity was more evident with the variety Slava Bryanshiny, having more developed tops intensively shading the soil as compared to the varieties Pogarsky and Bryanskiy nadezhnyi. The perennials sheepbine (*Convolvulus arvensis*), quack grass (*Agropyron repens*), field sowthistle (*Sonchus arvensis*) and thistle (*Cirsium*) dominated. The application of Titus reduced the number of cockspur (*Echinochloa crusgalli*) and quack grass (*Agropyron repens*), had an oppressive effect on the sheepbine (*Convolvulus arvensis*) and thistles. The application of the herbicide Titus resulted in the increase in the potato yield and it was 29 kg/ha or 15% on average for 3 years. An increase in fertilizer rate from N₉₀P₉₀K₁₂₀ to N₁₂₀P₁₂₀K₁₅₀ leads to the growth in the yield up to 3.5 t/ha or 19%. The greatest increase of the variety Slava Bryanshiny was 4 t/ha, of the varieties Pogarskiy and Bryanskiy nadezhnyi up to 3.5 and 2.9 t/ha, respectively.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, агроприемы, удобрения, гербицид.

Keywords: potato, variety, productivity, agricultural methods, fertilizer, herbicide.

Введение. Современные технологии в растениеводстве требуют комплексного применения удобрений и других средств химизации с учетом почвенно-климатических условий,

засоренности полей, наличия вредителей и болезней и приемов основной обработки почвы [1]. Сорные растения, как высокоорганизованные растения, в результате конкуренции могут в значительной степени влиять на баланс элементов питания, физические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза, то есть на плодородие почвы. Плодородие почвы, обеспечивающее урожай культурных растений, определяется не только физическими и химическими свойствами, но и биологическими, в частности засоренностью посевов [2]. Важно отметить, что в агрофитоценозе численность культурных и сорных растений составляет относительно постоянную величину, хотя видовой состав и количество сорняков в посевах могут варьировать в значительных пределах. В мире произрастает свыше 30 тыс. видов сорных растений. В Нечерноземной зоне России в пахотном слое почвы на 1 га содержится от 100 млн. до 4 млрд. сорняков и большое количество органов их вегетативного размножения. Имея более мощную корневую систему, сорные растения быстрее и полнее используют запасы влаги из почвы. О величине потребления влаги можно судить по транспирационному коэффициенту: у ярутки полевой он равен 650-700, мари белой – 800-850, горчицы полевой – 870-900, полыни горькой – 950-1000, пырея ползучего – 1100-1200. У культурных растений этот коэффициент значительно ниже: у проса – 200-300, кукурузы – 230-370, льна – 400-430, пшеницы – 460-510, овса – 600 [3]. Извлекая влагу, сорные растения берут еще из почвы и питательные вещества, необходимые для культурных растений. Полевая репа, например, поглощает из почвы вдвое больше азота и фосфорной кислоты и вчетверо больше извести, чем овес, который она засоряет. Множество других сорных растений производят огромное расхищение питательных веществ, содержащихся в почве. Расхищая влагу и перехватывая питательные вещества, сорные растения еще и механически глушат посева. Они теснят и затеняют культурные растения, отнимая у них место и свет [4]. Г. Неперовская (1968) указывает, что в посадках картофеля отдельные виды сорняков (марь белая, щирица запрокинутая, вьюнок полевой и другие) содержат вирус X в скрытом виде и способны заражению посевов картофеля, что снижает урожайность клубней до 17% [3].

Агрессивность некоторых сорняков возрастает за счет продуцирования веществ, включающих или уменьшающих конкуренцию со стороны культурных растений или других сорняков. Эти вещества попадают в почву непосредственно через корни или же вместе с отмершими, гниющими вегетативными частями сорняков. Такое биохимическое взаимодействие называют аллелопатией. Благодаря большей агрессивности сорняки успешно конкурируют с культурными растениями. Отрицательное влияние на будущий урожай сорняки в наибольшей мере оказывают из первых 6-8 недель развития культурного растения [5]. Большинство видов вредителей поселяются сначала на сорняках, а затем уже переселяются на культурные растения, а затем уже переселяются на культурные растения. Например, редька дикая, горчица полевая и другие виды сорняков способствуют распространению капустной белянки других вредителей в посевах капустных культур. Корневищный сорняк – пырей ползучий способствует размножению и распространению проволочников в посевах. Озимая совка, размножаясь вначале на вьюнке полевом, затем переселяется и повреждает растения озимой ржи. Льняная совка также размножается и переходит с сорняков на растения льна [3].

Потери урожая сельскохозяйственных культур в мире от сорняков и других вредных организмов очень велики и составляют: зерновых – 500-510 млн.т, сахарной свеклы – 65-75, картофеля – 125-135, овощей – 78-79 млн.т, что равно 30-40% от общего сбора урожая и оценивается в 75 млрд. долларов [2].

Помимо всего прочего, важную роль в борьбе с сорняками играют севообороты [6,7]. Значение системы севооборотов в борьбе с сорняками состоит, во-первых, в том, что различные типы и виды севооборотов размещают на разных по экологическим условиям земельных участках. Этим уже определяется специфика флористического состава каждого севооборота, то есть биоэкологическая несовместимость культурных и сорных растений. Во-вторых, ежегодная смена культур с различными биологическими особенностями приводят к неодновременному наступлению фенологических фаз развития культурных и сорных растений, что лишает их возможности приспособления. Чем больше различий в развитии сорных и куль-

турных растений, тем выше эффект от чередования в борьбе с сорняками. В-третьих, чередование морфологически и биохимически сильные виды культурных растений воздействуют угнетающе на сорняки по всей площади севооборота [6]. Уничтожение сорняков - реальный путь эффективного использования органических и минеральных удобрений [3]. Наибольшего эффекта от применения удобрений можно добиться, лишь тщательно выполняя все агротехнические приемы – хорошо и своевременно обрабатывать почву, сеять сортовыми семенами и в оптимальные сроки, уничтожать сорняки химическими и агротехническими средствами [8].

Материалы и методы. В 2006-2008 гг. на бывшей Брянской опытной станции по картофелю (ныне лаборатория клонального микроразмножения перспективных сортов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»), проводили исследования по изучению влияния комплекса агроприемов на засоренность посадок и урожайность сортов картофеля. Фактор А: 1 - без применения гербицидов, 2 - с применением гербицидов (титус–50 г/га по всходам при высоте растений 5-10 см); фактор В – дозы удобрений: 1 – N₉₀P₉₀K₁₂₀ – средняя, 2 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₅₀ – повышенная; фактор С – сорта картофеля разных групп спелости: 1- Погарский - ранний, 2 - Слава Брянщины – среднеспелый, 3 – Брянский надежный – среднепоздний.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная с содержанием гумуса (по Тюрину)–1,0-1,1%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 21,7-24,6мг, обменного калия (по Масловой) – 10,3-11,8 мг на 100 г почвы, рН_{ккл} – 6,0-6,2. Расположение делянок систематическое, повторность четырехкратная. Погодные условия в годы исследований были различными, 2006 и 2008 гг. более благоприятные для картофеля, чем в 2007 г. Засоренность учитывали количественно-весовым методом на фиксированных делянках 0,7х1,43 м в четырехкратной повторности. Сорняки учитывали до внесения гербицида или до междурядных обработок и перед уборкой. Определяли видовой состав сорняков и их сырую массу.

Уборку урожая проводили вручную со всей площади учетных делянок и последующим взвешиванием. Экспериментальные данные урожайности картофеля обрабатывали математически методом дисперсионного анализа вариационной статистики [9].

Результаты и их обсуждение. Как показали результаты исследований, засоренность посадок картофеля определялась как периодом учета, так и применением гербицидов. В период всходов, до применения гербицида титус, засоренность была примерно одинаковой, как по количеству сорняков, так и по их массе. После применения титуса засоренность снизилась. Так, во время цветения на фоне применения гербицида титус на сорте Погарский насчитывалось 5,5 шт./м² сорняков на среднем фоне удобрений и 3,7 шт./м² – на повышенном и по массе соответственно 134 и 115 г/м² против 9,7 и 8,0 шт./м² и 450 и 393 г/м² на безгербицидном фоне (табл. 1).

Таблица 1 – Засоренность посадок картофеля (среднее за 2006-2008 гг.)

Сорт, период учета	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀				N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀			
	к-во сорняков на 1 м ² , шт.			масса сорняков на 1 м ² , г	к-во сорняков на 1 м ² , шт.			масса сорняков на 1 м ² , г
	одно-летние	много-летние	всего		одно-летние	много-летние	всего	
Безгербицидный фон								
Сорт Погарский								
I	3,2	5,5	8,7	125	2,5	5,7	8,2	195
II	4,2	5,5	9,7	450	3,7	4,3	8,0	393
III	7,0	15,5	22,5	465	6,0	9,5	15,5	375
среднее	4,8	8,8	13,6	346	4,0	6,6	10,6	321
Сорт Слава Брянщины								
I	4,0	5,5	9,5	145	3,3	3,6	6,9	110
II	3,0	6,5	9,5	300	2,3	3,2	5,5	308
III	4,0	9,0	13,0	250	2,2	2,5	4,7	205
среднее	3,6	7,0	10,6	231	2,6	3,1	5,6	207

Сорт Брянский надежный								
I	2,5	5,8	8,3	222	6,0	2,5	8,5	135
II	7,0	4,0	11,0	465	6,5	3,5	10,0	353
III	7,0	8,2	15,2	509	6,0	10,0	16,0	430
среднее	5,5	6,0	11,5	399	6,2	5,3	11,5	306
Гербицидный фон (титус – 50 г/га)								
Сорт Погарский								
I	4,2	6,0	10,2	150	2,7	5,5	8,2	166
II	2,3	3,2	5,5	134	1,2	3,7	4,9	115
III	5,0	7,0	12,0	275	3,7	7,2	10,9	430
среднее	3,8	5,4	9,2	186	2,5	5,4	7,9	237
Сорт Слава Брянщины								
I	4,3	6,1	10,4	173	5,5	3,0	8,5	137
II	2,0	3,2	5,2	116	0,7	4,0	4,7	101
III	3,3	6,0	9,3	244	2,0	3,5	5,5	213
среднее	3,2	5,1	8,3	177	2,7	3,5	6,2	150
Сорт Брянский надежный								
I	3,5	6,5	10,0	165	3,0	6,5	9,5	198
II	3,5	3,3	6,8	152	2,5	2,5	5,0	136
III	7,3	8,3	15,6	305	7,5	2,2	9,7	235
среднее	4,8	6,0	10,8	207	4,3	3,7	8,0	189

Примечание: I – всходы; II – цветение; III – начало отмирания ботвы.

В течение вегетационного периода картофеля наибольшее развитие сорняков наблюдали дважды: при формировании гребней и в конце вегетации при засыхании листьев на стеблях картофеля. Следует отметить, что на повышенном фоне удобрений засоренность была меньше, чем на среднем по всем сортам, что объясняется более мощным развитием надземной биомассы растений картофеля и значительно большим затенением почвы. В конце вегетации засоренность повысилась на обоих фонах, так как значительная часть гербицида к этому времени уже разложилась. Однако на фоне применения титуса насчитывалось меньше сорняков, например, на сорте Брянский надежный 14,6 и 9,7 шт./м² против 15,2 и 16,0.

Интенсивность развития сорняков зависела также от сортовых особенностей картофеля. Из изучаемых сортов это проявилось больше на сорте Слава Брянщины, так как он имеет более разветвленную надземную массу интенсивнее затеняющую почву по сравнению с сортами Погарский и Брянский надежный. Поэтому, как следствие, на этом сорте насчитывалось меньше сорняков как по количеству, так и по массе в период цветения и начала отмирания ботвы на фоне применения гербицида титус, так и без него.

Среди сорняков преобладали многолетники: вьюнок полевой, пырей ползучий, осот желтый и осот бодяг. Применение титуса, как гербицида листового действия, снижало численность куриного проса, пырея ползучего. Оказывало угнетающее действие на вьюнок полевой и осоты, что сказывалось также и на формировании биомассы сорняков (табл. 2).

Таблица 2 – Видовой состав сорняков, шт./м² (среднее за 2006-2008 гг.)

Вид сорняков	Безгербицидный фон						Гербицидный фон					
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀			N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀			N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀			N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сорт Погарский												
Щирица запрокинутая	-	0,5	2,0	0,5	0,7	1,5	1,5	0,7	1,5	0,2	1,0	0,7
Куриное просо	1,0	2,5	1,5	1,0	1,5	2,0	1,5	0,7	2,3	1,8	-	1,5
Марь белая	1,2	0,7	2,0	0,5	0,5	2,0	1,2	0,9	0,7	1,5	0,2	1,0
Аистник обыкновенный	1,0	0,5	1,5	0,5	1,0	0,5	-	-	0,5	-	-	-
Осот бодяг	1,5	2,0	2,5	1,5	1,0	1,5	-	1,2	1,5	1,0	2,0	2,5

Продолжение таблицы 2

Пырей ползучий	1,2	2,5	4,5	2,2	1,2	3,0	3,0	-	1,5	2,0	-	2,2
Вьюнок ползучий	2,8	1,0	8,5	2,0	2,1	5,0	3,0	2,0	4,0	2,5	1,7	2,5
Сорт Слава Брянщины												
Щирица запрокинутая	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	1,8	1,0	1,3	1,2	0,7	-
Куриное просо	2,0	0,5	0,8	1,5	1,5	1,7	2,0	-	0,8	2,0	-	-
Марь белая	0,5	0,5	1,7	0,8	0,3	-	0,5	0,5	1,2	1,0	-	0,7
Аистник обыкновенный	1,0	1,1	1,3	0,5	-	-	-	0,5	-	1,3	-	1,0
Осот бодяг	0,3	0,7	2,0	-	0,7	-	0,5	0,7	0,7	0,2	-	0,5
Осот желтый	1,7	1,7	1,7	1,6	0,3	-	0,5	0,5	0,7	0,5	0,2	0,5
Пырей ползучий	2,7	2,0	2,3	2,0	1,0	2,2	3,6	-	1,2	0,3	-	-
Вьюнок ползучий	0,8	2,1	3,0	-	1,0	0,3	1,5	2,0	3,4	2,5	3,8	2,5
Сорт Брянский надежный												
Щирица запрокинутая	-	1,5	2,0	1,0	2,0	2,0	0,5	0,5	2,0	-	-	2,5
Куриное просо	1,5	2,5	3,0	2,0	2,7	1,8	2,0	-	1,5	1,5	-	0,8
Марь белая	0,5	1,5	1,2	1,5	1,0	1,2	0,7	1,5	2,0	1,0	0,7	2,2
Аистник обыкновенный	0,5	1,5	0,8	1,5	0,8	1,0	-	1,5	1,8	0,5	1,8	2,0
Осот бодяг	-	0,3	1,2	0,5	-	0,8	0,5	0,7	1,7	0,7	-	-
Осот желтый	1,0	1,7	1,7	-	-	1,7	0,5	0,6	2,0	0,5	0,5	-
Пырей ползучий	2,0	1,5	2,7	2,0	2,5	3,2	3,5	-	2,0	3,0	0,5	1,0
Вьюнок ползучий	2,3	0,5	2,6	-	1,0	4,3	2,5	1,0	2,6	2,3	1,5	1,2

Примечание: I – всходы; II – цветение; III – начало отмирания ботвы.

На фоне гербицидов в результате устранения конкуренции со стороны сорняков создались благоприятные условия для роста, развития и продуктивности картофеля. Прибавка урожая картофеля от применения гербицида титус после всходов в среднем за 3 года составила 29 ц/га или 15%. Повышение фона удобрений с $N_{90}P_{90}K_{120}$ до $N_{120}P_{120}K_{150}$ увеличило урожайность в среднем на 35 ц/га или на 19%. Наибольшая прибавка в среднем за 3 года у сорта Слава Брянщины – 40 ц/га, у сортов Погарский и Брянский надежный – 35 и 29 ц/га соответственно (табл.3).

Таблица 3 – Урожайность картофеля в зависимости от агроприемов, ц/га (среднее за 2006-2008 гг.), ц/га

Сорт	Безгербицидный фон		Гербицидный фон		Среднее	
	$N_{90}P_{90}K_{120}$	$N_{120}P_{120}K_{150}$	$N_{90}P_{90}K_{120}$	$N_{120}P_{120}K_{150}$	$N_{90}P_{90}K_{120}$	$N_{120}P_{120}K_{150}$
Погарский	167	200	189	226	178	213
Слава Брянщины	192	237	226	262	209	249
Брянский надежный	180	206	212	244	196	225
Среднее по фону удобрений	179	214	209	244	-	-
Среднее по фону гербицидов	197		226		-	
НСР ₀₅ , ц	17,8-31,2 - для сорта					
НСР ₀₅ , ц	13,7-25,4 – для фона удобрений					
НСР ₀₅ , ц	13,7-25,4 – для фона гербицидов					

Выводы. Во время цветения на фоне применения гербицида титус на сорте Погарский насчитывалось 5,5 шт./м² сорняков на среднем фоне удобрений и 3,7 шт./м² – на повы-

шенном и по массе соответственно 134 и 115 г/м² против 9,7 и 8,0 шт./м² и 450 и 393 г/м² на безгербицидном фоне.

На повышенном фоне удобрений засоренность была меньше, чем на среднем, что объясняется более мощным развитием надземной биомассы растений картофеля и значительно большим затенением почвы. В конце вегетации засоренность повысилась на обоих фонах, так как значительная часть гербицида к этому времени уже разложилась. Однако на фоне применения титуса насчитывалось меньше сорняков, например, на сорте Брянский надежный 14,6 и 9,7 шт./м² против 15,2 и 16,0.

Из сорняков преобладали многолетники: вьюнок полевой, пырей ползучий, осот желтый и осот бодяг. Применение титуса, как гербицида листового действия, снижало численность куриного проса, пырея ползучего. Оказывало угнетающее действие на вьюнок полевой и осоты, что сказывалось также и на формировании биомассы сорняков.

Дополнительная урожайность картофеля от применения гербицида титус после всходов в среднем за 3 года составила 29 ц/га или 15%. Повышение фона удобрений с N₉₀P₉₀K₁₂₀ до N₁₂₀P₁₂₀K₁₅₀ увеличило урожайность в среднем на 35 ц/га или на 19%. Наибольшая прибавка была у сорта Слава Брянщины – 40 ц/га, у сортов Погарский и Брянский надежный – 35 и 29 ц/га соответственно.

Библиографический список

1. Повышение плодородия, продуктивности дерново-подзолистых песчаных почв и реабилитация радиационно загрязненных сельскохозяйственных угодий / под ред. Н.М. Белоуса. М.: Агроконсалт, 2002. 284 с.
2. Баздырев Г.И., Смирнов Б.А. Сорные растения и борьба с ними. М.: Московский рабочий, 1986. 190 с.
3. Бешанов А.В., Шилов Г.И., Выдрин О.С. Борьба с сорняками на полях Нечерноземья. Л.: Колос, 1983. 186 с.
4. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней. Л.-М.: Сельхозиздат, 1962. 272 с.
5. Химические средства борьбы с сорняками: пер. с венгерск. И.Ф. Куренного / под ред. Н.М. Жирмунской. М.: Агропромиздат, 1986. 413 с.
6. Баздырев Г.И., Сафонов А.Ф. Борьба с сорными растениями в системе земледелия Нечерноземной зоны. М.: Росагропромиздат, 1990. 176 с.
7. Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. М.: Россельхозиздат, 1984. 205 с.
8. Бодрова Е.М., Озолина З.Д. Совместное применение органических и минеральных удобрений. М.: Россельхозиздат, 1965. 139 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычѳв, Г.П. Гамзиков, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С. Сапаров. М., 2017.
11. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
12. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедько, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга / под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014.
13. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
14. Программирование урожая сельскохозяйственных культур: учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений / В.П. Косьянчук, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус, В.Е.Ториков. Брянск, 2004.

References

1. *Povyshenie plodorodiya, produktivnosti dernovo-podzolistykh peschanykh pochv i reabilitatsiya radiatsionno zagryaznennykh selskohozyaystvennykh ugodiy / pod red. N.M. Belousa. M.: Agrokonsalt, 2002. 284 s.*
2. *Bazdyrev G.I., Smirnov B.A. Sornye rasteniya i borba s nimi. M.: Moskovskiy rabochiy, 1986. 190 s.*
3. *Beshanov A.V., Shilov G.I., Vydrina O.S. Borba s sornyakami na polyah Nechernozemya. L.: Kolos, 1983. 186 s.*
4. *Maltsev A.I. Sornaya rastitelnost SSSR i mery borby s ney. L.-M.: Selhozizdat, 1962. 272 s.*
5. *Himicheskie sredstva borby s sornyakami: per. s vengersk. I.F. Kurenogo / pod red. N.M. Zhirmunskoy. M.: Agropromizdat, 1986. 413 s.*
6. *Bazdyrev G.I., Safonov A.F. Borba s sornymi rasteniyami v sisteme zemledeliya Nechernozemnoy zony. M.: Rosagropromizdat, 1990. 176 s.*
7. *Listopadov I.N., Shaposhnikova I.M. Plodorodie pochvy v intensivnom zemledelii. M.: Rosselhozizdat, 1984. 205 s.*
8. *Bodrova E.M., Ozolina Z.D. Sovmestnoe primenenie organicheskikh i mineralnykh udobreniy. M.: Rosselhozizdat, 1965. 139 s.*
9. *Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.*
10. *Agrohimiya: uchebnik / V.G. Mineev, V.G. Sychyov, G.P. Gamzikov, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M. Belous, B.C. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov. M., 2017.*
11. *Dyachenko O.V., Belchenko S.A., Belous I.N. Materialno-tehnicheskaya baza selskogo hozyaystva - osnova razvitiya agrarnogo sektora Rossii (na primere Bryanskoy oblasti) // Ekonomika selskohozyaystvennykh i pererabatyvayuschih predpriyatiy. 2016. № 6. S. 27-31.*
12. *Opyt organizatsii ratsionalnogo ispolzovaniya zemel selskohozyaystvennogo naznacheniya v krupnykh agroholdingah Bryanskoy oblasti / V.E. Torikov, E.P. Chirkov, N.A. Sokolov, E.Ya. Lebedko, O.M. Mihaylov, T.V. Ivanyuga / pod red. N.M. Belousa. Bryansk, 2014.*
13. *Aktualnye zadachi po razvitiyu prodovolstvennoy sfery APK Bryanskoy oblasti / S.A. Belchenko, A.V. Dronov, V.E. Torikov, I.N. Belous // Kormoproizvodstvo. 2016. № 9. S. 3-7.*
14. *Programmirovaniye urozhaev selskohozyaystvennykh kultur: ucheb. posobie dlya studentov vyssh. s.-h. ucheb. zavedeniy / V.P. Kosyanchuk, V.F. Maltsev, N.M. Belous, V.E. Torikov. Bryansk, 2004.*

УДК 635.21:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Efficiency of Potato Growing

Молявко А.А.¹, д-р с.-х. наук, профессор, **Марухленко А.В.¹**, канд. с.-х. наук,
Борисова Н.П.¹, канд. с.-х. наук, **Белоус Н.М.²**, д-р с.-х. наук, профессор,
Ториков В.Е.², д-р с.-х. наук, профессор
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E.

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»
Lorkh Potato Research Center

²ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Исследования свидетельствуют, что в севообороте с клевером без удобрений под картофель происходит стабилизация содержания гумуса в дерново-подзолистой су-

песчаной почве, а при ежегодном внесении на пашню 10, 20 и 30 т/га торфо-навозный компост (ТНК) наблюдается его положительный баланс. В севообороте с люпином стабилизируется содержание гумуса при внесении 10 т/га компоста с минеральными удобрениями в дозе 200 кг/га д.в. в год. Устойчивый положительный баланс гумуса наблюдается при внесении на пашню 20 и 30 т/га ТНК с минеральными удобрениями. В севообороте с кукурузой без удобрений под картофель наблюдается отрицательный баланс гумуса. Применение на пашню 10, 20 и 30 т/га ТНК с минеральными удобрениями стабилизирует гумус в почве. Люпин и рапс в качестве сидеральных удобрений энергетически более выгодны, чем навоз. Использование сидератов повысило коэффициент энергетической эффективности картофеля до 1,38-2,25 против 1,34-1,87 при внесении навоза.

Abstract. *According to the studies there is a stabilization of humus content in sod-podzolic sandy soil in the crop rotation with clover without fertilizers for potatoes. After the annual application of 10, 20 and 30 t/ha of peat-manure compost into arable land its positive balance is observed. In the crop rotation with lupine the humus content is stabilized with 10 t/ha compost with mineral fertilizers at the rate of 200 kg/ha of active substance per year. A stable positive balance of humus is observed when 20 and 30 t/ha of peat-manure compost with mineral fertilizers are applied to arable land. In the rotation with corn without fertilizers for potatoes, a negative balance of humus is observed. The application of 10, 20 and 30 t/ha of peat-manure compost with mineral fertilizers stabilizes humus in the soil. Lupin and rape as green manure fertilizer is more energy-beneficial than the manure. The application of green manure increased the energy efficiency ratio to 1.38-2.25 against 1.34-1.87 when introducing manure.*

Ключевые слова: картофель, сорт, севооборот, навоз, компост, сидераты, минеральные удобрения, гумус.

Keywords: *potatoes, variety, crop rotation, manure, compost, green manure, mineral fertilizers, humus.*

Введение. Успешное развитие земледелия во многом зависит от сохранности природных ресурсов, и, в первую очередь, основного средства производства – земли, продуцирующим элементом которой является ее плодородие [1]. В рыночных условиях в хозяйствах Центральных районов Нечерноземной зоны резко снизилось поголовье крупного рогатого скота. Выход навоза этого вида животных сократился с 8-9 до 2-3 т/га пашни и менее. На порядок уменьшились и размеры использования торфа и торфо-навозных компостов [2]. В то же время установлено, что в севооборотах с высоким насыщением картофелем бездефицитный баланс гумуса обеспечивается при внесении 10 т/га навоза и посева клевера, без многолетних трав норму органических удобрений следует увеличить в 1,5-2 раза (до 15-20 т/га) [3]. Для бездефицитного баланса гумуса в севооборотах с 1-2 полями многолетних трав рекомендуется вносить не менее 10-12 т/га органических удобрений на суглинистых и 15-20 т/га на легких почвах [4]. На дерново-подзолистых почвах бездефицитный баланс гумуса обеспечивается внесением 12-16 т/га навоза [5]. В последнее время значительно расширяется ориентация на удобрения агрогенного происхождения (сидераты, солома, пожнивные остатки). По сравнению с другими видами органических удобрений они имеют преимущества: скорость воспроизводства, неисчерпаемость, относительно низкие энерго- и трудовые затраты на их производство и заделку в почву, экологическая чистота, фитомелиоративная роль, равномерность распределения по площади пашни [6,7]. Зеленые удобрения в процессе вегетации связывают, предохраняя от вымывания и других потерь, питательные элементы, снижают содержание патогенных микроорганизмов и количество сорной растительности [6,8]. С удобрениями растительного происхождения в почву поступает до 30-40% питательных веществ от общего объема органических удобрений. Прибавка урожая от 1 т их колеблется в пределах 0,5-1,5 ц з. ед. [6].

Основа стабильного и возрастающего почвенного плодородия является окультуривание почв. Важный показатель окультуренности почвы – содержание гумуса и его качество, которое определяет минерализационную способность гумусовых и азотистых соединений

[9,10]. Недостаточное азотное и фосфорное питание в первый период жизни растений картофеля нарушает обмен веществ, снижает интенсивность последующего развития растений и ведет к значительному понижению урожая и содержания крахмала в клубнях [11,12].

Наши исследования были направлены на выявление эффективности возделывания картофеля, роли торфо-навозного компоста как при отдельном внесении, так и совместно с минеральными удобрениями, в увеличении содержания гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы короткоротационных севооборотов, а также на установление энергетической эффективности для сортов различных видов сидератов.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили на бывшей Брянской опытной станции по картофелю (ныне лаборатория клонального микроразмножения перспективных сортов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха») на дерново-подзолистой супесчаной почве в стационарном опыте, заложенном в 1981 г. развернутом в пространстве и во времени в трех севооборотах со следующим чередованием культур и системами удобрений: 1. Картофель, ячмень с подсевом клевера ($N_{60}P_{60}K_{60}$), клевер ($P_{30}K_{30}$); 2. Картофель, ячмень ($N_{60}P_{60}K_{60}$), люпин на зеленый корм ($P_{60}K_{60}$); 3. Картофель, кукуруза на силос ($N_{120}P_{120}K_{120}$), ячмень ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Схема удобрения картофеля следующая: 1. контроль – без удобрений; 2. 30 т/га ТНК; 3. 60 т/га ТНК, 4. 90 т/га ТНК; 5. $N_{90}P_{90}K_{120}$; 6. 30 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$; 7. 60 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$; 8. 90 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$. В 1980 г. на опытном участке проведен уравнильный посев ячменя, средний урожай которого составил 15 ц/га. В последующие 2 года во всех севооборотах, поля которых предшествовали картофелю, проведены рекогносцировочные посевы ячменя. Вхождение в опыт осуществлялось ежегодно одним полем каждого севооборота. Повторность четырехкратная, размер делянок – 100 м², учетных – 50 м². Размещение вариантов систематическое. В опыте применяли компост (ТНК), приготовленный на основе торфа и безподстилочного жидкого навоза (1:1) с содержанием N - 0,58%, P₂O₅ – 0,27% и K₂O - 0,15%, аммиачную селитру, суперфосфат и калийную соль. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью, азотные – весной.

Перед закладкой стационарного опыта в слоях почвы 0-20 см и 20-40 см содержалось гумуса (по Тюрину) 0,89-1,13 и 0,66-1,04%, легкогидролизуемого азота (по Тюрину - Кононовой) 2,6-5,2 и 1,5- 4,6 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 14,3-33,2 и 11,6-34,0 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) 10,2-16,2 и 8,0-15,3 мг/100 г почвы, рН солевой вытяжки на приборе ЭВ-74 5,3-7,45 и 5,6-7,49, гидролитическая кислотность (по Каппену) 0,46-1,12 и 0,45-1,07 м.эquiv./100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) 3,19-9,54 и 2,3-8,63 м.-эquiv./100 г почвы.

Использовали сорта: картофеля - Раменский, кукурузы - Стерлинг и Буковинская ЗТВ, люпина желтого - Быстрорастущий 4, ячменя - Эльгина, клевера красного - Стародубский местный.

В 2018 г. в Вестнике ГСХА № 2 более подробно нами опубликована методика исследований [13].

В 2001-2004 гг. проводили исследования по изучению эффективности сидератов на дерново-подзолистой супесчаной почве с содержанием гумуса (по Тюрину) – 1,0-1,1%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 21,7-24,6 мг, обменного калия (по Масловой) – 10,3-11,8 мг на 100 г почвы, рН_{KCl} 6,0-6,2. В звене севооборота “ячмень- картофель” изучали действие люпина узколистного и ярового рапса при использовании их на сидерат. Контролем служили варианты с посевом ячменя на зерно. Технология заделки сидеральной массы включала скашивание с измельчением и запашку люпина в фазу блестящих бобиков, рапса – в конце цветения. Эту работу проводили в третьей декаде июля.

Содержание в клубнях крахмала определяли по удельной массе. Уборку урожая проводили вручную со всей площади учетных делянок и последующим взвешиванием. Экспериментальные данные урожайности картофеля обрабатывали математически методом дисперсионного анализа вариационной статистики [14].

Результаты исследований. Экспериментальные исследования свидетельствуют, что

по истечению первой ротации короткоротационных севооборотов применение удобрений, особенно торфо-навозного компоста, благоприятно сказалось на накоплении гумуса в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистой супесчаной почвы. В среднем по трем полям в севооборотах с клевером и люпином содержание гумуса за ротацию возросло значительно по сравнению с севооборотом с кукурузой. Так, если на контроле без внесения удобрений в севообороте с клевером содержание гумуса в слое почвы 0-20 см увеличилось на 0,14% (перед закладкой опыта содержание гумуса составило 0,98%), а в севообороте с люпином осталось практически на прежнем уровне (- 0,01%) (перед закладкой опыта содержание гумуса составило 0,89%), в севообороте с кукурузой уменьшилось на 0,04%. Подобные различия сохранились и для слоя почвы 20-40 см. Так, если в севообороте с клевером содержание гумуса увеличилось на 0,05%, то в севооборотах с люпином и кукурузой оно уменьшилось на 0,03% и 0,05%. Эти различия особенно ощущаются при сравнении данных абсолютного прироста гумуса на вариантах с ежегодным внесением торфо-навозного компоста по 10, 20 и 30 т/га пашни. Содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ возросло на 0,25-0,29-0,31% в севообороте с клевером, на 0,20-0,20-0,29 с люпином и на 0,11-0,13-0,22% с кукурузой. Контрастнее изменения содержания гумуса с слое почвы 20-40 см. Так, если в севообороте с клевером содержание гумуса увеличилось на 0,11-0,12-0,18%, а с люпином на 0,07-0,14-0,21%, то в севообороте с кукурузой при внесении под картофель 30 т/га ТНК (ежегодно 10 т/га) гумусированность уменьшилась на 0,03%, а при 60 и 90 т/га ТНК (ежегодно 20 и 30 т/га) практически осталась без изменений (табл. 1).

Таблица 1 - Содержание гумуса в почве перед закладкой опыта(1) и после первой ротации севооборотов (2), %

Удобрение	Слой почвы (0-20 см) (20-40 см)	Севооборот с клевером		Севооборот с люпином		Севооборот с кукурузой	
		1	2	1	2	1	2
Без удобрений	1	0,98	1,12	0,89	0,88	0,96	0,92
	11	0,74	0,79	0,81	0,78	0,80	0,75
30 т/га ТНК	1	0,88	1,13	0,75	0,95	1,15	1,26
	11	0,89	0,91	0,72	0,79	1,05	1,02
60 т/га ТНК	1	0,91	1,20	0,91	1,11	1,26	1,39
	11	0,80	0,92	0,74	0,88	1,01	1,02
90 т/га ТНК	1	1,01	1,33	1,02	1,31	1,11	1,33
	11	0,93	1,11	0,67	0,88	1,12	1,10
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	0,91	1,08	0,81	0,94	1,13	1,16
	11	0,70	0,79	0,68	0,84	0,97	0,78
30 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	0,96	1,25	0,93	1,19	1,14	1,24
	11	0,66	0,92	0,76	0,89	1,16	1,11
60 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	0,85	1,26	0,89	1,22	1,27	1,43
	11	0,80	1,04	0,77	0,94	1,12	1,09
90 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	0,98	1,27	0,95	1,25	1,04	1,32
	11	0,77	1,04	0,89	1,01	0,99	1,04

При сочетании торфо-навозного компоста и минеральных удобрений прирост гумуса в севооборотах с клевером, люпином и кукурузой в $A_{\text{пах}}$ составил 0,19; 0,16 и 0,10%. Эти различия особенно ощущались в слое почвы 20-40 см. Так, соответственно севооборотов прирост гумуса составил 0,17; 0,08 и уменьшился на 0,02%.

Следовательно, в севообороте с клевером даже без внесения удобрений под картофель происходит стабилизация содержания гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве, а при ежегодном внесении на пашню 10, 20 и 30 т/га торфо-навозного компоста наблюдается его положительный баланс. В севообороте с люпином стабилизация содержания гумуса про-

исходит уже при внесении на пашню 10 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг/га д.в. в год. Устойчивый положительный баланс гумуса в этом севообороте наблюдается при внесении на пашню 20 и 30 т/га компоста совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг/га д.в. в год. В севообороте с кукурузой на варианте без внесения удобрений под картофель наблюдается отрицательный баланс гумуса в почве. Ежегодное применение на пашню 10, 20 и 30 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями стабилизирует содержание гумуса в пахотном слое почвы.

Урожайность и удобрительная ценность зеленой массы сидератов в парах зависела от сидеральной культуры. По выходу сухого вещества с 1 га наиболее продуктивным оказался рапс – 8,5 т/га против 5,8 т/га у люпина. Поступление основных элементов питания в почву при запашке зеленой массы люпина составило 281 кг/га, что по сумме NPK эквивалентно 36 т/га навоза, рапса – 320 кг/га и 40 т/га навоза соответственно.

Сидераты оказали положительное действие на урожайность и качество картофеля. Запашка летом зеленой массы люпина в сочетании с минеральными удобрениями N₉₀P₉₀K₁₂₀ обеспечила дополнительный урожай клубней 50-63 ц/га или 45-59% в зависимости от сорта. Зеленая масса люпина повысила урожайность сортов картофеля на 14-20 ц/га или на 7-13%. Запашка зеленой массы рапса способствовала повышению урожайности на 4-12 ц/га или на 3-8%. Совместное влияние рапса с минеральными удобрениями увеличивало урожайность клубней на 43-51 ц/га или на 41-46% (табл. 2).

Таблица 2 - Урожайность, качество и биоэнергетическая эффективность картофеля в зависимости от удобрений (среднее за 3 года)

Вариант	Урожайность, т/га	Крахмалистость, %	Накоплено энергии в урожае, ГДж/га	Энергозатраты, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Сорт Брянский деликатес					
1	11,3	16,0	83,6	48,8	1,71
2	17,5	16,2	132,6	65,3	2,03
3	16,4	17,0	120,6	73,1	1,77
4	19,0	16,3	144,4	85,6	1,69
5	15,5	15,5	109,4	60,3	1,81
Сорт Погарский					
1	10,8	11,9	64,8	48,8	1,32
2	16,5	12,6	103,9	65,3	1,59
3	15,9	12,7	100,5	73,1	1,38
4	17,5	13,2	114,8	85,6	1,34
5	14,7	11,9	87,4	60,3	1,45
Сорт Слава Брянщины					
1	12,2	15,5	88,3	48,8	1,80
2	17,9	16,7	136,0	65,3	2,08
3	17,4	16,7	132,2	73,1	1,81
4	19,8	16,9	156,4	85,6	1,83
5	16,4	15,8	121,4	60,3	2,01
Сорт Брянский красный					
1	9,4	16,2	71,3	48,8	1,46
2	15,0	16,7	114,0	65,3	1,75
3	14,2	16,6	107,2	73,1	1,47
4	15,8	16,8	120,1	85,6	1,40
5	13,6	16,5	99,1	60,3	1,64
Сорт Брянская новинка					
1	10,5	17,7	83,3	48,8	1,71
2	15,5	18,0	133,3	65,3	2,04
3	14,9	18,6	125,2	73,1	1,71

Продолжение таблицы 2

4	16,6	18,6	139,4	85,6	1,63
5	14,5	17,4	113,1	60,3	1,88
Сорт Брянский надежный					
1	11,9	18,0	97,9	48,8	2,01
2	17,3	18,8	147,0	65,3	2,25
3	16,4	18,5	137,8	73,1	1,89
4	18,7	18,9	160,1	85,6	1,87
5	15,7	17,7	127,2	60,3	2,11
НСП ₀₅ , т	0,56-0,87				

Примечание. 1 – Без удобрений (контроль), 2 – Люпин + N₉₀P₉₀K₁₂₀, 3 – Рапс + N₉₀P₉₀K₁₂₀, 4 – 60 т/га навоза + N₉₀P₉₀K₁₂₀, 5- N₉₀P₉₀K₁₂₀.

Качество клубней картофеля под действием зеленых удобрений повышалось. Сбор крахмала в зависимости от сорта с единицы площади по сравнению с минеральным фоном при запашке зеленой массы люпина увеличился на 15-21%, рапса – на 10-17%.

Применение люпина и рапса в качестве сидеральных удобрений было энергетически более выгодно по сравнению с внесением навоза. Так, использование сидератов позволило повысить коэффициент энергетической эффективности (К_{ээ}) сортов картофеля до 1,38-2,25 против 1,34-1,87 при внесении навоза.

Заключение. Экспериментальные исследования показали, что в севообороте с клевером даже без внесения удобрений под картофель происходит стабилизация содержания гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве, а при ежегодном внесении на пашню 10, 20 и 30 т/га торфо-навозного компоста наблюдается его положительный баланс. В севообороте с люпином стабилизация содержания гумуса происходит уже при внесении на пашню 10 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг/га д.в. в год. Устойчивый положительный баланс гумуса в этом севообороте наблюдается при внесении на пашню 20 и 30 т/га компоста совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг/га д.в. в год. В севообороте с кукурузой на варианте без внесения удобрений под картофель наблюдается отрицательный баланс гумуса в почве. Ежегодное применение на пашню 10, 20 и 30 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями стабилизирует содержание гумуса в почве.

Применение люпина и рапса в качестве сидеральных удобрений энергетически более выгодно по сравнению с внесением навоза. Так, использование сидератов позволило повысить коэффициент энергетической эффективности до 1,38-2,25 против 1,34-1,87 при внесении навоза.

Библиографический список

1. Шрамко Н.В., Выхорева Г.В., Устинова А.А. Роль паров в биологическом земледелии Верхневолжья // Инновационные технологии возделывания с.-х. культур в Нечерноземье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 г.). Т. 1. Суздаль, 2013. С. 157-159.
2. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Сравнительная эффективность систем удобрения на серых лесных почвах ополья // Инновационные технологии возделывания с.-х. культур в Нечерноземье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 г.). Т. 1. Суздаль, 2013. С. 353-361.
3. Коршунов А.В. Специализированные севообороты // Картофель и овощи. 1984. № 11. С. 5-8.
4. Сдобников С.С. Роль органических удобрений в повышении плодородия почвы в интенсивном земледелии // Плодородие почв и пути его повышения. М.: Колос, 1983. С. 146-153.
5. Егоров В.В. Некоторые вопросы повышения плодородия почв // Почвоведение. 1981. № 10. С. 71-79.
6. Еськов А.И. Роль органических удобрений в биологизации земледелия // Вестник Россельхозакадемии. 2004. № 6. С. 13-15.

7. Русакова И.В. Биологические аспекты длительного применения соломы на дерново-подзолистой супесчаной почве // Инновационные технологии возделывания с.-х. культур в Нечерноземье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 г.). Т. 1. Суздаль, 2013. С. 245-252.
8. Экологические аспекты применения удобрений в картофелеводстве России / Л.С. Федотова, А.В. Коршунов, И.А. Шильников, Н.И. Аканова, М.М. Овчаренко // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики: материалы междунар. конгресса «Картофель, Россия-2007». М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. С. 140-147.
9. Гамзиков Г.П., Барсуков П.А. Баланс азота при длительном применении удобрений в агроценозах на дерново-подзолистой почве // Агрохимия. 1989. № 9. С. 5-10.
10. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. М.: Колос, 1999. 296 с.
11. Белоус Н.М. Повышение плодородия песчаных почв. М.: Колос, 1997. 191 с.
12. Коршунов А.В. Управление урожаем картофеля. М.: ВНИИКХ, 2001. 349 с.
13. Картофелеводческие севообороты и удобрения на дерново-подзолистой и серой лесной почвах / А.А. Молявко, А.В. Марухленко, Л.А. Еренкова, Н.П. Борисова, Н.М. Белоус, В.Е. Ториков // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 2 (66). С. 3-12.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычѳв, Г.П. Гамзиков, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С. Сапаров. М., 2017.
16. Опыт организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в крупных агрохолдингах Брянской области / В.Е. Ториков, Е.П. Чирков, Н.А. Соколов, Е.Я. Лебедько, О.М. Михайлов, Т.В. Иванюга / под ред. Н.М. Белоуса. Брянск, 2014.
17. Актуальные задачи по развитию продовольственной сферы АПК Брянской области / С.А. Бельченко, А.В. Дронов, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус // Кормопроизводство. 2016. № 9. С. 3-7.
18. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений / В.П. Косьянчук, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус, В.Е. Ториков. Брянск, 2004.

References

1. *Shramko N.V., Vyhoreva G.V., Ustinova A.A. Rol parov v biologicheskom zemledelii Verhnevolzhya // Innovatsionnye tehnologii vzdelyvaniya s.-h. kultur v Nechernozeme: sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 75-letiyu Vladimirskogo NISH Rossel'hozakademii (Suzdal, 2-4 iyulya 2013 g.). T. 1. Suzdal, 2013. S. 157-159.*
2. *Okorkov V.V., Fenova O.A., Okorkova L.A. Sravnitel'naya effektivnost sistem udobreniya na seryh lesnyh pochvah opolya // Innovatsionnye tehnologii vzdelyvaniya s.-h. kultur v Nechernozeme: sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 75-letiyu Vladimirskogo NISH Rossel'hozakademii (Suzdal, 2-4 iyulya 2013 g.). T. 1. Suzdal, 2013. S. 353-361.*
3. *Korshunov A.V. Spetsializirovannye sevooboroty // Kartofel i ovoschi. 1984. № 11. S. 5-8.*
4. *Sdobnikov S.S. Rol organicheskikh udobreniy v povyshenii plodorodiya pochvy v intensivnom zemledelii // Plodorodie pochv i puti ego povysheniya. M.: Kolos, 1983. S. 146-153.*
5. *Egorov V.V. Nekotorye voprosy povysheniya plodorodiya pochv // Pochvovedenie. 1981. № 10. S. 71-79.*
6. *Eskov A.I. Rol organicheskikh udobreniy v biologizatsii zemledeliya // Vestnik Rossel'hozakademii. 2004. № 6. S. 13-15.*
7. *Rusakova I.V. Biologicheskie aspekty dlitel'nogo primeneniya solomy na dernovo-podzolistoy supeschanoy pochve // Innovatsionnye tehnologii vzdelyvaniya s.-h. kultur v Nechernozeme: sb. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 75-letiyu Vladimirskogo NISH Rossel'hozakademii (Suzdal, 2-4 iyulya 2013 g.). T. 1. Suzdal, 2013. S. 245-252.*
8. *Ekologicheskie aspekty primeneniya udobreniy v kartofelevodstve Rossii / L.S. Fedotova,*

A.V. Korshunov, I.A. Shilnikov, N.I. Akanova, M.M. Ovcharenko // *Kartofelevodstvo Rossii: aktualnye problemy nauki i praktiki: materialy mezhdunar. kongressa «Kartofel, Rossiya-2007»*. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2007. S. 140-147.

9. Gamzikov G.P., Barsukov P.A. *Balans azota pri dlitelnom primenenii udobreniy v agrotsenozah na dernovo-podzolistoy pochve* // *Agrohimiya*. 1989. № 9. S. 5-10.

10. Korenkov D.A. *Agroekologicheskie aspekty primeneniya azotnykh udobreniy*. M.: Kolos, 1999. 296 s.

11. Belous N.M. *Povyshenie plodorodiya peschanykh pochv*. M.: Kolos, 1997. 191 s.

12. Korshunov A.V. *Upravlenie urozhaem kartofelya*. M.: VNIKH, 2001. 349 s.

13. *Kartofelevodcheskie sevooboroty i udobreniya na dernovo-podzolistoy i seroy lesnoy pochvah* / A.A. Molyavko, A.V. Maruhlenko, L.A. Erenkova, N.P. Borisova, N.M. Belous, V.E. Torikov // *Vestnik Bryanskoj GSHA*. 2018. № 2 (66). S. 3-12.

14. Dospheov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

15. *Agrohimiya: uchebnik* / V.G. Mineev, V.G. SychYov, G.P. Gamzikov, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M. Belous, B.C. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov. M., 2017.

16. *Opyt organizatsii ratsionalnogo ispolzovaniya zemel selskohozyaystvennogo naznacheniya v krupnykh agroholdingah Bryanskoj oblasti* / V.E. Torikov, E.P. Chirkov, N.A. Sokolov, E.Ya. Lebedko, O.M. Mihaylov, T.V. Ivanyuga / pod red. N.M. Belousa. Bryansk, 2014.

17. *Aktualnye zadachi po razvitiyu prodovolstvennoy sfery APK Bryanskoj oblasti* / S.A. Belchenko, A.V. Dronov, V.E. Torikov, I.N. Belous // *Kormoproizvodstvo*. 2016. № 9. S. 3-7.

18. *Programmirovaniye urozhaev selskohozyaystvennykh kultur: ucheb. posobie dlya studentov vyssh. s.-h. ucheb. zavedeniy* / V.P. Kosyanchuk, V.F. Maltsev, N.M. Belous, V.E. Torikov. Bryansk, 2004.

УДК 631.816

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ

*Application of Spectral Index Figures for Evaluation and Optimization of Nitrogen Content
in Agricultural Lands*

Казымова Ф.Т., аспирант Алиева Г.В.

Kazymova F.T. Aliyeva G.V.

Институт экологии Национального аэрокосмического агентства, г. Баку,

Азербайджанская Республика

Ecology Institute of National Aerospace Agency, Baku, Azerbaijan Republic

Реферат. Статья посвящена вопросам дистанционной оценки содержания азота в почве. Современная концепция высокоточного ведения основывается на детальном изучении состояния питательности почвы и оптимизации введения в нее различных удобрений. Для оперативного решения актуальной задачи определения содержания азота в настоящее время широко используются методы дистанционного зондирования. Такие дистанционные измерения, проводимые с помощью бортовой спектральной аппаратуры, осуществляются путем определения количества хлорофилла в листьях так как между этим показателем и содержанием азота в почве существует сильная корреляционная связь. Количество хлорофилла в растении определяется методом отражательной спектроскопии. Известные исследования показали, что содержание азота в листьях хорошо коррелирует со значениями индексов TCARI/OCAVI, а не NDVI. Причиной тому является насыщение этого индекса при высоких

значениях концентрации азота на полях. В качестве решения предлагается использование комплексных индексов, учитывающих как содержание хлорофилла, так и структуру кроны растительности. Насыщение указанного индекса также подтверждается тем, что скошенность травы значительно влияет на результат определения содержания азота. С увеличением процента скошенности травы расхождение результатов этих измерений значительно уменьшается. Вышеизложенное позволяет нам сделать следующие выводы в отношении применения индекса NDVI в целях определения содержания азота в листьях растительности. Во первых, исследования должны быть проведены в плане определения оптимальных режимных точек, исключающих влияние эффектов насыщения, появляющихся при аномальных концентрациях азота; во вторых, должны быть применены такие критерии оценки, которые учитывали бы максимальную скошенность растительности, путем моделирования полного перекрытия растительного поля. Предлагаемый метод базируется на известных результатах исследований по определению концентрации азота в почве. В качестве критерия оптимального внесения азотного удобрения в почву использован индекс достаточности, определяемый в качестве отношения измеренного значения индекса NDVI на реальных полях к значению этого индекса, в полях, где внесение удобрения осуществлено наилучшим способом. В статье проанализированы вопросы применения относительных спектральных индексных показателей для оценки наличия азота на сельскохозяйственных участках. Сформулирована задача определения оптимального порядка внесения дополнительного азотного удобрения на разноразмерные сельскохозяйственные поля. При этом учитывается ограниченность имеющегося ресурса дорогостоящего азотного удобрения путем формирования интегрального ограничения на количество дополнительно вносимого удобрения. Предложен новый критерий оптимальности, являющийся модифицированным вариантом известного индекса достаточности внесенного удобрения. Составлен целевой функционал, являющийся определенным интегралом этого критерия. Решение оптимизационной задачи позволило сформировать практическую рекомендацию по определению объема дополнительно вносимого удобрения в сельскохозяйственные участки различных размеров.

Abstract. *The paper is devoted to remote evaluation of nitrogen content in soil. The contemporary concept of high accuracy agriculture is based on detailed researches of nutritional condition of soil and optimization of diverse soil fertilization. To effectively solve urgent problems of determining nitrogen content in soil remote sensing methods are widely used. Such remote measurements, carried out with on-board spectral instruments are fulfilled by way of determination of chlorophyll content of leaves due to the strong correlation between this parameter and nitrogen content in soil. The amount of chlorophyll in a plant is determined by refractory spectroscopy method. The researches have shown that nitrogen content in leaves well correlated with the values of TCARI/OCAVI indices but not with NDVI. The reason is the saturation of this index upon high values of nitrogen concentration at agricultural land. The application of complex indices accounting both the chlorophyll content and vegetation top structure is offered as a kind of solution. Saturation of this index is also confirmed by the fact that cutting the grass highly affects the results of determining nitrogen content. An increase in cut grass percent leads to a reduction in divergence of the results. The above-stated allows coming to the conclusion about NDVI index application for determining the nitrogen content in vegetation leaves. Firstly, researches should be carried out in terms of determining optimum regime points excluding the saturation effects occurring upon abnormal nitrogen concentration, and, secondly, the criteria accounting the maximum level of cut grass should be applied when modelling full coverage of vegetation area. The suggested method is based on the results on determining nitrogen concentration in soil. The sufficiency index is used as a criterion for optimum nitrogen fertilizer application in the soil, being determined as ratio of the measured NDVI value in real vegetation areas and the value of this index in the lands where the fertilization is carried out in the best way. The application of relative spectral index figures for evaluation of nitrogen content in agricultural lands is analyzed in the article. The task of determining an optimum order of additional nitrogen fertilization of different sized agricultural lands is formulated. At the same time, the limited amount of costly nitrogen fertilizer is taken into account when forming the integrated limitation of the additional application. The new criterion of optimization is suggest-*

ed. It is a modified variant of the sufficiency index of the fertilizer applied. The target functional being a definite integral of this criterion is composed. Solution of the optimization task made it possible to form practical recommendations on determining the volume of additionally applied fertilizer in agricultural lands of different sizes.

Ключевые слова: оптимизация, удобрение, индекс достаточности, почва, нормализованный разностный вегетационный индекс, функционал, растительность, информация, прецизионное сельское хозяйство, концентрация.

Key words: optimization, fertilizer, sufficiency index, soil, normalized difference vegetation index, functional, vegetation, information, precision agriculture, concentration.

Как отмечается в работе [1], удобрения, содержащие азот являются дорогими и в тоже время чрезмерное использование азота приводит к загрязнению окружающей среды. Методы определения содержания азота в растениях также требуют больших трудозатрат и времени [2-5]. В качестве альтернативы, в последнее время предлагается использование низколетящих авиа средств для определения количества хлорофилла в растениях путем проведения спектральных измерений и оценки различных вегетационных индексов.

Согласно [6], концепция высокоточного сельского хозяйства предлагает наличие пространственной изменчивости свойств почвы и на этой основе позволяет разрабатывать рекомендации по выработке наиболее подходящей стратегии управления сельским хозяйством. В частности задача определения содержания азота в растениях решается путем определения количества хлорофилла в листьях так как между этими показателями существует сильная корреляционная связь. Количество хлорофилла в листьях определяется методами дистанционного зондирования используя отражательную спектроскопию, реализуемую путем применения беспилотных летательных средств (БПЛА), на борту которых устанавливается спектрометр.

Как отмечается в работе [7], проксимальное дистанционное зондирование (т.е. зондирование с малой высоты) кукурузного поля, показало, что содержание азота в листьях хорошо коррелирует со значениями индексов TCARI/OCAVI, а не *NDVI*. Причиной тому является насыщение этого индекса при высоких значениях концентрации азота на полях. В качестве решения предлагается использование комплексных индексов, учитывающих как содержание хлорофилла, так и структуру кроны растительности.

Как указывается в работе [8], скошенность травы значительно влияет на результат определения содержания азота. В качестве примера на рис. 1 приведена зависимость значения *NDVI* определенных с помощью спектрометрических измерений с применением БПЛА, при высоте полета 50 м, и наземного измерителя при разных процентах скошенности травы. Как видно из приведенных графиков с увеличением процента скошенности травы расхождение результатов этих измерений значительно уменьшается.

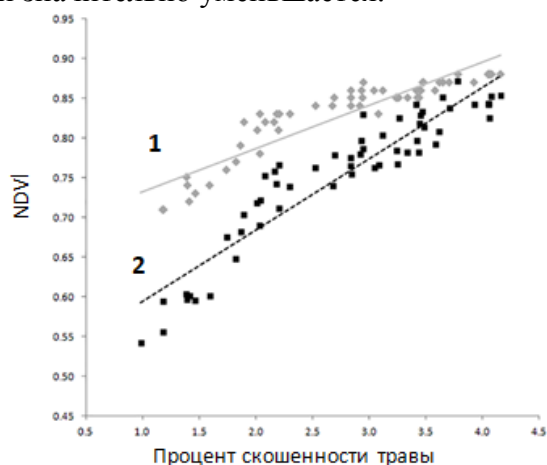


Рисунок 1 - Зависимость измеренных величин *NDVI* от процента скошенности травы [8]. Цифрами обозначены: 1 – результаты наземных измерений с помощью полевого спектрометра; 2 – результаты спектрометрических измерений с применением БПЛА

Вышеизложенное позволяет нам сделать две вывода в отношении применения индекса NDVI в целях определения содержания азота в листьях растительности.

1. Исследования должны быть проведены в плане определения оптимальных режимных точек, исключая влияние эффектов насыщения, появляющихся при аномальных концентрациях азота.

2. Должны быть применены такие критерии оценки, которые учитывали бы максимальную сошенность растительности, путем моделирования полного перекрытия растительного поля.

Предлагаемый метод базируется на результатах исследований по определению концентрации азота в почве, изложенных в работе [9]. Согласно этой работе важной особенностью концепции высокоточного сельского хозяйства в земледелии является извлечение точной пространственной информации о состоянии почвы и растительности. В указанной работе в качестве критерия оптимального внесения азотного удобрения в почву был использован индекс достаточности SI , определяемый как

$$SI = \frac{NDVI_{изм}}{NDVI_o} \quad (1)$$

где $NDVI_{изм}$ – измеренное значение этого индекса на реальных полях; $NDVI_o$ – значение этого индекса, в полях, где внесение удобрения осуществлено наилучшим способом.

В общем случае индекс SI и концентрация азотистого удобрения на полях для разных растений связаны следующим соотношением

$$SI = a_1 + a_2N - a_3N^2 \quad (2)$$

где a_1, a_2, a_3 – постоянные, зависящие от вида растения.

Предлагаемый нами метод, в отличие от вышеизложенного метода рассматривает случай, когда следует достичь экстремума интегральной величины SI_{int} , вычисляемой по множеству разноразмерных сельскохозяйственных полей с площадью $D_i, i = \overline{1, n}$; $D_i = D_{i-1} + \Delta D$; $\Delta D = const$; $D = 0$.

Таким образом, требуется вычислить сумму

$$SI_{int1} = \sum_{i=1}^n SI_i \quad (3)$$

По всем имеющимся участкам. Следуя выводам, изложенным в конце введения предлагается новый критерий SI_{Hi} , определяемый как

$$SI_{Hi} = SI_i \cdot D_i \quad (4)$$

Также исследуется сумма

$$SI_{H.int1} = \sum_{i=1}^n SI_i \cdot D_i \quad (5)$$

С учетом (1) выражение (5) запишем как

$$SI_{H.intl} = \sum_{i=1}^n \frac{NDVI_{узмз} \cdot D_i}{NDVI_{o.i}} \quad (6)$$

Введем на рассмотрение функциональную зависимость

$$NDVI_{o.i} = f(D_i) \quad (7)$$

Считает, что ограниченность имеющего ресурса удобрений приводит к ограничению

$$\sum_{i=1}^n NDVI_{o.i} = \sum_{i=1}^n f(D_i) = C; \quad C = const \quad (8)$$

С учетом (7) выражение (6) перепишем как

$$SI_{H.intl} = \sum_{i=1}^n \frac{NDVI_{узми} \cdot D_i}{NDVI_{o.i}(D_i)} = \sum_{i=1}^n \frac{NDVI_{узми} \cdot D_i}{f(D_i)} \quad (9)$$

Условно переходя к непрерывной записи дискретного выражения (8) получим

$$\int_0^{D_{max}} f(D) dD = C \quad (10)$$

Аналогичным образом, выражение (9) перепишем как

$$SI_{H.intl} = \int_0^{D_{max}} \frac{NDVI_{узм} \cdot D}{f(D)} \cdot dD \quad (11)$$

С учетом выражений (10) и (11) можно сформировать следующую оптимизационную задачу: следует вычислить такую оптимальную функцию $f(D)_{opt}$ при которой нижеприведенный целевой функционал достиг бы экстремальной величины:

$$F_1 = \int_0^{D_{max}} \frac{NDVI_{узм} \cdot D}{f(D)} \cdot dD + \lambda \left[\int_0^{D_{max}} f(D) dD - C \right] \quad (12)$$

где λ – множитель Лагранжа.

При этом считаем, что $NDVI_{узм} = const$, т.е. исходно измеренная величина $NDVI$ или исходная концентрация азота во всех полях одинакова и следует вычислить необходимую добавку удобрения в разноразмерные поля. Приведем модельное решение сформулированной оптимизационной задачи.

Согласно [10], решение $f(D)_{opt}$ задачи безусловной вариационной оптимизации типа (12) удовлетворяет следующему условию

$$\frac{\partial \left\{ \frac{NDVI_{узм} \cdot D}{f(D)_{opt}} + \lambda \cdot f(D) \right\}}{\partial f(D)} = 0 \quad (13)$$

Из (13) имеем

$$\frac{NDVI_{узм} \cdot D}{f(D)_{опл}^2} \quad (14)$$

Из выражения (14) находим

$$f(D)_{опл} = \sqrt{\frac{D \cdot NDVI_{узм}}{\lambda}} \quad (15)$$

С учетом (15) и (10) получим

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \int_0^{D_{\max}} \sqrt{D \cdot NDVI_{узм}} dD = C \quad (16)$$

Из выражения (16) находим

$$\lambda = \frac{\left[\int_0^{D_{\max}} \sqrt{D \cdot NDVI_{узм}} dD \right]^2}{C^2} = \frac{9}{4C^2} \cdot D_{\max}^{3/2} \cdot NDVI_{узм} \quad (17)$$

С учетом (14) и (17) окончательно имеем

$$NDVI_{01} = f(D)_{опл} = \frac{2C\sqrt{D}}{3 \cdot \sqrt{D_{\max}^{3/2}}} \quad (18)$$

Проверим тип экстремума, т.е. определим, является ли экстремум целевого функционала (12), получаемый при решении (18) минимумом или максимумом. Для этого определим знак второй производной интегранта целевого функционала по $f(D)$. Результат вычисления показывает, что этот знак положительный, т.е. целевой функционал (18) при решении (18) достигает минимума. Следовательно, на основании вышеизложенного можно заключить, что решение (18) является неэкономичным и неоптимальным, и при заданном имеющемся ресурсе C решения (18) следует максимально избегать.

Таким образом, сформулирована оптимизационная задача определения порядка внесения дополнительного азотного удобрения а разнo размерные сельскохозяйственные поля. Учтено ограниченность ресурса удобрения для внесения на посевные участки. Предложен новый критерий оптимальности, являющийся модифицированным вариантом известного индекса достаточности внесенного удобрения. Составлен целевой функционал, являющийся определенным интегралом этого критерия. Решение оптимизационной задачи позволило сформировать практическую рекомендацию по определению объема дополнительно вносимого удобрения в сельскохозяйственные участки различных размеров.

Библиографический список

1. Saberioon M.M., Gholizadeh A. Novel approach for estimating nitrogen content in paddy fields using low altitude remote sensing system// The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 12-19 July 2016. Prague. Czech Republic. Vol. XLI-B1. 2016. XXIII ISPRS Congress.
2. Бельский В.И. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области /

Ин-т экономики НАН. Минск, 2006. С. 44.

3. Михайлова Л.А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч. 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав. Пермь, 2015. С. 426.

4. Макаров В.И., Красильников В.В. Эффективность локального удобрения при возделывании яровой пшеницы // Адаптивные технологии в растениеводстве. Ижевск: РИО ИжГСХА, 2005. С. 115-121.

5. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмыряева Н.Я. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур. М. ВНИИА, 2009. Т. 1. С. 424.

6. Aguera F., Carvajal F., Perez M. Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device // The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 14-16 September 2011. Zurich, Switzerland. Vol. XXXVIII-1/C22. 2011. ISPRS Zurich 2011 Workshop.

7. Jose L. Gabriels, Pablo J. Zarco-Tejeda, P. Juan Lopez-Herrera, Enrique Perez-Martin, Maria Alonso-Ayuso, Miguel Quemada. Airborne and ground level sensors for monitoring nitrogen status in a maize crop// Biosystems Engineering. 2017. Vol. 160. P. 124-133.

8. Caturegli L., Corniglué M., Gaetani M., Grossi N., Magni S., Migliazzi M. Unmanned aerial vehicle to estimate nitrogen status of turfgrasses. PLOS ONE 11(6):e0158268. DOI:10.1371/journal.pone.0158268.

9. Papadopoulos A., Papadopoulos F., Tziachiris P., Metaxa I., Iatrou M. Site specific agricultural soil management with the use of new technologies (UAV) // Soil Science Institute of Thessaloniki 570 01 Thessaloniki. Greece. Global NEST Journal. 2014. Vol. 16. № 1. P. 59-67.

10. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1974. С. 432.

References

1. Saberioon M.M., Gholizadeh A. Novel approach for estimating nitrogen content in paddy fields using low altitude remote sensing system// The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 12-19 July 2016. Prague. Czech Republic. Vol. XLI-B1. 2016. XXIII ISPRS Congress.

2. Belskiy V.I. Metodika opredeleniya potrebnosti v mineralnykh udobreniyah pod planiruemyu urozhaynost sel'skohozyaystvennykh kultur na urovne rayona i oblasti / In-t ekonomiki NAN. Minsk, 2006. С. 44.

3. Mihaylova L.A. Agrohimiya: kurs lektsiy. V 3 ch. Ch. 1. Udobreniya: vidy, svoystva, himicheskiy sostav. Perm, 2015. S. 426.

4. Makarov V.I., Krasilnikov V.V. Effektivnost lokalnogo udobreniya pri vozdeleyvanii yarovoy pshenitsy // Adaptivnye tehnologii v rastenievodstve. Izhevsk: RIO IzhGSHA, 2005. S. 115-121.

5. Sychev V.G., Sokolov O.A., Shmyryaeva N.Ya. Rol azota v intensivifikatsii produktsionnogo protsessa sel'skohozyaystvennykh kultur. M. VNIIA, 2009. T. 1. С. 424.

6. Aguera F., Carvajal F., Perez M. Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device // The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 14-16 September 2011. Zurich, Switzerland. Vol. XXXVIII-1/C22. 2011. ISPRS Zurich 2011 Workshop.

7. Jose L. Gabriels, Pablo J. Zarco-Tejeda, P. Juan Lopez-Herrera, Enrique Perez-Martin, Maria Alonso-Ayuso, Miguel Quemada. Airborne and ground level sensors for monitoring nitrogen status in a maize crop// Biosystems Engineering. 2017. Vol. 160. P. 124-133.

8. Caturegli L., Corniglué M., Gaetani M., Grossi N., Magni S., Migliazzi M. Unmanned aerial vehicle to estimate nitrogen status of turfgrasses. PLOS ONE 11(6):e0158268. DOI:10.1371/journal.pone.0158268.

9. Papadopoulos A., Papadopoulos F., Tziachiris P., Metaxa I., Iatrou M. Site specific agricultural soil management with the use of new technologies (UAV) // Soil Science Institute of Thessaloniki 570 01 Thessaloniki. Greece. Global NEST Journal. 2014. Vol. 16. № 1. P. 59-67.

10. Elsgolts L.E. *Differentsialnye uravneniya i variatsionnoe ischislenie*. M.: Nauka, 1974. S. 432.

УДК 631.527:634.723.1

САМОПЛОДНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ФОРМ СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Self-Fertility and Productivity of Hybrid Lines of Black Currants in the Non-Chernozem Zone

Юхачёва Е.Я., канд.с.-х. наук, науч. сотрудник, lupin_mail@mail.ru

Мисникова Н.В., канд. с-х. наук, lupin_nvmisnikova@mail.ru

E.Ya. Yukhatcheva, N.V. Misnikova

ВНИИ люпина – филиал Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Брянск

All-Russian Lupin Scientific Research Institute

Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Bryansk

Реферат. В статье представлены 3-летние данные по самоплодности, урожайности и средней массе ягод отборных гибридных форм смородины чёрной посадки 2011 года. В изучении находилось 245 гибридов из 6 семей. Из этого селекционного материала было выделено 13 отборных гибридов, полученных путем сложных межвидовых скрещиваний с участием европейского, сибирского, скандинавского подвидов смородины чёрной, а также донора высокой самоплодности смородины дикуша (*Ribes dikuscha* Fisch). Размах варьирования самоплодности у представленных гибридов от 30 до 66,3%. Выделено 8 генотипов с высокой (более 50%) самоплодностью - 7-18-42 (66,3%), 7-18-60 (65%), 7-18-54 (64,6%), 7-18-155 (54,5%), 7-18-46 (51,3%), 7-18-64 (51,3%), 7-18-138 (51,3%), 7-18-250 (50,6%). Из них самыми продуктивными были номера 7-18-60 (1,9 кг/куст), 7-18-54 (1,4 кг/куст), 7-18-138 (1,4 кг/куст). У этих форм был выявлен низкий уровень изменчивости завязываемости ягод (CV) от 4,50 до 10,06%. В группу с хорошей самоплодностью (31-50%) вошли гибриды 7-18-258, 7-17-176, 7-18-31, 8-20-26; гибрид 7-18-31 оказался самым продуктивным (2,5 кг/куст). Средняя масса ягод изучаемых гибридных форм колебалась от 1,6 до 2,8 г. Наиболее крупноплодные гибриды со средней массой более 2 г – 7-18-54 (2,8 г), 7-18-250 (2,3 г), 7-18-42 (2,1 г), 7-18-138 (2,1 г), 7-18-31 (2,1 г). Низкий уровень изменчивости завязываемости ягод (CV = 1,30-10,06%) характерен для гибридов: 7-18-155 (1,30%), 7-18-138 (4,50%), 7-18-60 (7,05%), 7-18-64 (8,78%), 7-18-54 (10,06%). Полученные высоко самоплодные и крупноплодные формы будут использованы в селекции как источники полезных признаков, а на участке сортоизучения как наиболее эффективные опылители.

Abstract. The article presents three-year data on self-fertility, yield and average weight of the berries of the selected hybrid lines of black currants planted in 2011. The study included 245 hybrids of 6 families. From this selection material, 13 selected hybrids were isolated; they had been obtained by complex interspecific crosses with the participation of European, Siberian, and Scandinavian subspecies of black currant, as well as the donor of high self-fertility of the dikuscha currant (*Ribes dikuscha* Fisch). The range in self-fertility in the presented hybrids is from 30 to 66.3%. Eight genotypes with high self-fertility (more than 50%) were identified (7-18-42 (66.3%), 7-18-60 (65%), 7-18-54 (64.6%), 7-18-155 (54.5%), 7-18-46 (51.3%), 7-18-64 (51.3%), 7-18-138 (51.3%), 7-18-250 (50.6%)). The most productive of them were 7-18-60 (1.9 kg/bush), 7-18-54 (1.4 kg/bush), and 7-18-138 (1.4 kg/bush). The forms showed a low level of variability in berry setting (CV) from 4.50 to 10.06%. The group with good self-fertility (31-50%) included hybrids 7-18-258, 7-17-176, 7-18-31, 8-20-26. The hybrid 7-18-31 was the most productive (2.5 kg/bush). The average berry weight of the studied hybrid forms ranged from 1.6 to 2.8 g. The largest fruit hybrids with an average weight of more than 2 g were 7-18-54 (2.8 g), 7-18-250 (2.3 g), 7-18-42 (2.1 g), 7-18-138 (2.1 g), 7-18-31 (2.1 g). A low level of variability in berry setting (CV = 1.30-10.06%) was typical of hybrids: 7-18-155 (1.30%), 7-18-138 (4.50%), 7-18-60 (7.05%), 7-18-64 (8.78%), 7-18-54

(10.06%). *The obtained highly self-fertile and large-fruited forms could be used in breeding as sources of useful traits, and as the most effective pollinators in the experimental plot.*

Ключевые слова: смородина чёрная, самоплодность, урожайность, завязываемость ягод, коэффициент вариации.

Keywords: black currants, self-fertility, yield, berry setting, variability coefficient.

Введение. Одним из основных требований, предъявляемых к современным сортам, является высокая урожайность, которая неразрывно связана с самоплодностью [1] Самоплодность – способность сорта завязывать плоды от опыления собственной пылью [2].

Смородина считается влаголюбивой культурой, которая хорошо растёт на достаточно увлажнённых участках. В период цветения при сильной воздушной и почвенной засухе, ветреной погоде без дождя резко снижается завязываемость, так как пыльца пестиков подсыхает, и не создаются нормальные условия для прорастания пыльцы [3].

Для самоопыления необходимым условием является хорошая физиологическая совместимость. Сорта с низкой степенью самоплодности имеют низкую совместимость, и самоопыления не происходит [4]. У самоплодных сортов завязываемость составляет около 60%, у не самоплодных – 10-40% [3].

Донором высокой самоплодности является смородина дикуша (*Ribes dikuscha* Fisch). Благодаря её введению в селекционный процесс была решена проблема создания самоплодных и урожайных сортов [5].

Многими исследователями установлена прямая связь урожайности сорта и его самоплодности [6, 7, 8].

Во ВНИИ люпина созданы сортообразцы с высокой и хорошей самоплодностью: Чара (53%), Услада (48%), Кудмиг (53%), Подарок Астахова (53%), 6-30-95 (72%), 6-14-166 (64%), 6-14-235 (58%), 7-1-157 (55%) и др. [9, 10].

Материалы и методы. Изучение отборных форм смородины чёрной проводили в 2016, 2017 и 2019 годах на гибридах, созданных Заслуженным работником сельского хозяйства РФ, доктором с.-х. наук А.И. Астаховым в соответствии с методикой исследований [11].

В изучении находилось 245 гибридов из 6 семей различного генетического происхождения. Из этого селекционного материала было выделено 13 отборных форм смородины чёрной. Определение самоплодности у выделенных отборных форм проводили при естественном самоопылении, где изоляторами служили марлевые мешки, повторность двукратная.

Оценка самоплодности и урожайности представлены в среднем за 3 года и проведена по следующей шкале: высокая самоплодность – завязываемость ягод более 50%; хорошая – завязываемость ягод 30,1-50%; средняя – завязываемость ягод 20,1-30%. Изучаемые отборные формы созданы на основе сложных межвидовых скрещиваний с участием донора высокой самоплодности смородины (*Ribesdikuscha*Fisch) [5].

Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа [12].

Вегетационные условия за годы изучения были достаточно разнообразными. Вегетационный период 2016 года отмечен как засушливый. В первой и третьей декаде мая осадков выпало 44% и 11,5% от нормы, а температура воздуха в дневные часы достигала 21°C. Это вызвало подсыхание пестиков пыльцы и снизило завязываемость ягод, что привело к сильному осыпанию завязи. В 2017 году погодные условия для завязываемости оказались наиболее благоприятными. В 2019 году наблюдались перепады температуры воздуха, что сказалось на опылении и завязываемости ягод.

Результаты и их обсуждения. Результаты оценки отборных форм смородины чёрной по самоплодности, урожайности и массе ягод представлены в таблице.

Как видно из таблицы, размах варьирования самоплодности у всех гибридов составляет 30% - 66,3%. Выделено 8 генотипов с высокой (более 50%) самоплодностью: 7-18-42 (66,3%), 7-18-60 (65%), 7-18-54 (64,6%), 7-18-155 (54,5%), 7-18-46 (51,3%), 7-18-64 (51,3%), 7-18-138 (51,3%), 7-18-250 (50,6%). Среди них наиболее продуктивными были номера 7-18-60 (1,9 кг/куст), 7-18-54 (1,4 кг/куст), 7-18-138 (1,4 кг/куст).

Таблица 1 - Оценка гибридных форм смородины чёрной по признакам самоплодности, урожайности и массе ягод (среднее за 3 года)

Гибрид	Масса ягод, г	Самоплодность, %	Коэффициент вариации завязываемости -CV, %	Продуктивность, кг/куст	Коэффициент вариации продуктивности -CV, %
7-18-42	2,1	66,3 <i>a*</i>	11,51	1,0 <i>ab</i>	51,03
7-18-60	1,9	65,0 <i>a</i>	7,05	1,9 <i>ab</i>	77,53
7-18-54	2,8	64,6 <i>a</i>	10,06	1,4 <i>ab</i>	67,76
7-18-155	1,7	54,5 <i>ab</i>	1,30	1,0 <i>ab</i>	81,16
7-18-46	2,0	51,3 <i>ab</i>	44,52	1,3 <i>ab</i>	37,00
7-18-64	2,0	51,3 <i>ab</i>	8,78	1,3 <i>ab</i>	68,98
7-18-138	2,1	51,3 <i>ab</i>	4,50	1,4 <i>ab</i>	75,10
7-18-250	2,3	50,6 <i>ab</i>	28,76	0,7 <i>ab</i>	62,45
8-20-26	1,8	50,0 <i>ab</i>	22,63	1,2 <i>ab</i>	43,30
7-18-31	2,1	49,0 <i>ab</i>	21,31	2,5 <i>ав</i>	81,12
7-17-176	1,9	48,0 <i>ab</i>	11,02	0,4 <i>в</i>	26,65
7-18-258	2,0	43,6 <i>b</i>	26,34	0,8 <i>ав</i>	100
7-17-150	1,6	30,0 <i>b</i>	14,53	0,7 <i>ав</i>	62,27
Размах варьирования	1,6-2,8	30-66,3	1,30-44,52	0,4-2,5	26,65-100
НСР ₀₅	17,554	-	-	-	1,595

Примечание: *ab**– пороги достоверности

В группу с хорошей самоплодностью(31-50%) вошли гибриды: 7-18-258 (43,6%), 7-17-176 (48%), 7-18-31 (49%), 8-20-26 (50%). Наиболее продуктивным был гибрид 7-18-31 (2,5 кг/куст). В группе средне самоплодных (20,1-30%) гибрид 7-17-150 (30%) имел наименьший процент завязываемости, его продуктивность составила 0,7 кг/куст.

Величина средней массы ягоды изучаемых сортообразцов колеблется в пределах 1,6-2,8 г.

В группе с высокой самоплодностью средняя масса ягод варьировала от 1,7 г у образца 7-18-155 до 2,8 г у образца 7-18-54.

У сортообразцов 8-20-26, 7-18-31 с хорошей самоплодностью средняя масса ягод была 1,8-2,1г соответственно.

Величина средней массы ягоды в средне-самоплодной группе, в которую вошёл лишь один гибрид – 7-17-150 – составила 1,6г.

Изменчивость показателя завязываемости ягод (CV) была различной.

Низкий уровень изменчивости (CV=1,30-10,06%) характерен для гибридов: 7-18-155 (1,30%), 7-18-138 (4,50%), 7-18-60 (7,05%), 7-18-54 (10,06%), 7-18-64 (8,78%); средняя изменчивость (CV=11,02-22,63%) отмечена у 7-17-176 (11,02%), 7-18-42 (11,53%), 7-18-31 (21,31%), 8-20-26 (22,63%); высокую изменчивость (CV=26,34-44,52%) показали 7-18-258 (26,34%), 7-18-250(28,76%), 7-18-46(44,52%).

Коэффициент вариальности(CV) признака продуктивности изучаемых гибридов составил 26,65-100%.Между вариантами есть достоверные различия.

Выводы. Проведённые исследования позволили выявить высокую степень самоплодности у генотипов 7-18-42, 7-18-60, 7-18-60, 7-18-54, 7-18-155, 7-18-46, 7-18-64, 7-18-138, в геноме которых присутствуют гены европейского, сибирского и скандинавского подвидов и смородины дикуши. Эти генотипы могут быть использованы как источники данного признака для дальнейшей селекционной работы.

Библиографический список

1. Князев С.Д., Огольцова Т.П. Селекция чёрной смородины на современном этапе. Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2004. 238 с.
2. Ильин В.С. Смородина. Челябинск: Южно-Уральское книжн. изд-во, 2007. 74 с.
3. Огольцова Т.П. Селекция чёрной смородины – прошлое, настоящее, будущее. Тула, 1992. 381 с.
4. Раинчикова Г.П. Биология цветения и опыление сортов чёрной смородины различного происхождения в условиях Белоруссии: автореф. дис. канд. биол. наук. Мн., 1971. 22 с.
5. Волузнев А.Г. Использование сибирских форм смородины при выведении высокоплодных сортов чёрной смородины в Белоруссии // Садоводство Сибири и северных областей Казахстана: сб. докл. и выступл. на Пленуме ВАСХНИЛ. Барнаул. 1968. С. 45-48.
6. Володина Е.В. Биология цветения чёрной смородины // Труды по прикладной бот., ген. и селекции. Л., 1972. Т. 46, вып. 2. С. 157-167.
7. Павлова Н.М. Чёрная смородина. М.: Л., 1955. 276 с.
8. Сазонов Ф.Ф. Селекционный потенциал смородины чёрной и возможности его реализации: автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Брянск, 2014. 38 с.
9. Астахов А.И. Селекция чёрной смородины на генетической основе // Ягодководство на современном этапе: матер. науч.-практ. конф, посвящ. 100-летию со дня рожд. А.Г. Волузнева, 13-15 июля, 2004. Т.15. С. 34-41.
10. Акуленко Е.Г. Самоплодность и урожайность новых сортообразцов смородины чёрной селекции ФГБНУ ВНИИ люпина // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 2. С. 28-30.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. С. 351-373.
12. Плохинский Н.А., Биометрия: учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1970. 368 с.
13. Ториков В.Е., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф. Перспективы развития садоводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 5 (51). С. 3-8.
14. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С. Сапаров. М., 2017.
15. Сазонова И.Д. Ягодные культуры как сырьё для технической переработки // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 20. С. 125-134.
16. Коростелева О.Н., Казмирова Т.А. Производство и потребление плодовых и ягодных культур в Брянской области // Путеводитель предпринимателя. 2018. № 37. С. 113-120.
17. Сазонов Ф.Ф., Даньшина О.В. Селекционные возможности создания сортов и форм смородины чёрной для машинной уборки урожая // Садоводство и виноградарство. 2016. № 2. С. 22-27.
18. Белоус Н.М., Евдокименко С.Н. Результаты сотрудничества ученых Брянского ГАУ и Кокинского опорного пункта ВСТИСП по развитию садоводства // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1 (65). С. 15-22.
19. Ягодные культуры в Центральном регионе России / И.В. Казаков, С.Д. Айтжанова, С.Н. Евдокименко, В.Л. Кулагина, Ф.Ф. Сазонов. Брянск, 2009.
20. Творческий путь и научное наследие академика РАСХН И.В. Казакова / И.М. Куликов, Н.М. Белоус, С.Н. Евдокименко, В.Л. Кулагина // Плодоводство и ягодководство России. 2012. Т. 32, № 1. С. 3-12.

References

1. *Knyazev S.D., Ogoltsova T.P. Seleksiya chyornoy smorodiny na sovremennom etape. Oryol: Izd-vo Oryol GAU, 2004. 238 s.*
2. *Ilin V.S. Smorodina. Chelyabinsk: Yuzhno-Uralskoe knizhn. izd-vo, 2007. 74 s.*
3. *Ogoltsova T.P. Seleksiya chyornoy smorodiny – proshloe, nastoyashee, budushee. Tula, 1992. 381 s.*
4. *Rainchikova G.P. Biologiya tsveteniya i opylenie sortov chyornoy smorodiny razlichnogo proishozhdeniya v usloviyah Belorussii: avtoref. dis. kand. biol. nauk. Mn., 1971. 22 s.*

5. Voluznev A.G. *Ispolzovanie sibirskih form smorodiny pri vyvedenii vysokoplodnyh sortov chyornoy smorodiny v Belorussii // Sadovodstvo Sibiri i severnyh oblastey Kazahstana: sb. dokl. i vystupl. na Plenumе VASHNIL. Barnaul. 1968. S. 45-48.*
6. Volodina E.V. *Biologiya tsveteniya chyornoy smorodiny // Trudy po prikladnoy bot., gen. i selektsii. L., 1972. T. 46, vyp. 2. S. 157-167.*
7. Pavlova N.M. *Chyornaya smorodina. M.: L., 1955. 276 s.*
8. Sazonov F.F. *Selektsionnyy potentsial smorodiny chyornoy i vozmozhnosti ego realizatsii: avtoref. dis. d-ra s.-h. nauk. Bryansk, 2014. 38 s.*
9. Astahov A.I. *Selektsiya chyornoy smorodiny na geneticheskoy osnove // Yagodovodstvo na sovremennom etape: mater. nauch.-prakt. konf, posvyasch. 100-letiyu so dnya rozhd. A.G. Voluzneva, 13-15 iyulya, 2004. T.15. S. 34-41.*
10. Akulenko E.G. *Samoplodnost i urozhaynost novykh sortoobraztsov smorodiny chyornoy selektsii FGBNU VNII lyupina // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2017. № 2. S. 28-30.*
11. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orehoplodnykh kultur. Oryol, 1999. S. 351-373.*
12. Plohinskiy N.A., *Biometriya: uchebnoe posobie. M.: Izd-vo MGU, 1970. 368 s.*
13. Torikov V.E., Evdokimenko S.N., Sazonov F.F. *Perspektivy razvitiya sadovodstva v Bryanskoy oblasti // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2015. № 5 (51). S. 3-8.*
14. *Agrohimiya: uchebnik / V.G. Mineev, V.G. Sychyov, G.P. Gamzikov, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M. Belous, B.C. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov. M., 2017.*
15. Sazonova I.D. *Yagodnye kultury kak syre dlya tehnicheckoy pererabotki // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federalnogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya. 2018. T. 20. S. 125-134.*
16. Korosteleva O.N., Kazimirova T.A. *Proizvodstvo i potreblenie plodovykh i yagodnykh kultur v Bryanskoy oblasti // Putevoditel predprinimatelya. 2018. № 37. S. 113-120.*
17. Sazonov F.F., Danshina O.V. *Selektsionnye vozmozhnosti sozdaniya sortov i form smorodiny chyornoy dlya mashinnoy uborki urozhaya // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2016. № 2. S. 22-27.*
18. Belous N.M., Evdokimenko S.N. *Rezultaty sotrudnichestva uchenykh Bryanskogo GAU i Kokinskogo opornogo punkta VSTISP po razvitiyu sadovodstva // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2018. № 1 (65). S. 15-22.*
19. *Yagodnye kultury v Tsentralnom regione Rossii / I.V. Kazakov, S.D. Aytzhanova, S.N. Evdokimenko, V.L. Kulagina, F.F. Sazonov. Bryansk, 2009.*
20. *Tvorcheskiy put i nauchnoe nasledie akademika RASHN I.V. Kazakova / I.M. Kulikov, N.M. Belous, S.N. Evdokimenko, V.L. Kulagina // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2012. T. 32, № 1. S. 3-12.*

УДК 631.312.021.3:621.921

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВ С РАЗНЫМ ФРАКЦИОННЫМ СОСТАВОМ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ
Forecasting the Service Life of Tillage Tools When Processing Soils with Different Fractional Composition of Abrasive Particles

Коршунов В.Я., д-р техн. наук, профессор, dok.kor@mail.ru
Korchunov V.Ya.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Значительное влияние на долговечность плужных лемехов оказывает фракционный состав абразивных частиц, поэтому прогнозирование долговечности плугов и их

расход при обработке почв разного фракционного состава абразивных частиц является в настоящее время актуальной научно-производственной проблемой. Для решения данной проблемы была разработана методика расчёта долговечности плужных лемехов с учётом фракционного состава абразивных частиц разных диаметров. Математический аппарат методики базируется на использовании одного из основных понятий при исследовании процесса абразивного трения и износа материалов – относительной абразивной износостойкости. Анализ данных, полученных на основе использования основных положений разработанной методики показал, что относительная абразивная износостойкость плужных лемехов с увеличением процентного содержания (фракций) в почве абразивных зёрен диаметрами 1...0,05 мм и 0,05...0,01 мм начинает плавно снижаться, а при увеличении фракции зёрен диаметром 0,01...0,005 мм наоборот, увеличивается. Скорость износа плужных лемехов с уменьшением значения относительной абразивной износостойкости начинает плавно расти, а при её увеличении скорость износа снижается. Повышение относительной абразивной износостойкости и снижение скорости износа плужных лемехов при увеличении процентного содержания мелких абразивных частиц можно объяснить тем, что крупные абразивные частицы обладают большей режущей способностью, чем мелкие. Разработанная методика позволяет определить долговечность лемехов при изменении соотношения фракций абразивных частиц в почве, а также рассчитать количество плугов, которое необходимо для обработки почвы конкретной площади.

Abstract. *The fractional composition of abrasive particles has a significant impact on the durability of ploughshares. Therefore, forecasting the durability of ploughshares and their consumption when processing soils of different fractional composition of abrasive particles is currently an urgent scientific and industrial problem. To solve this problem a method was developed for calculating the durability of ploughshares, taking into account the fractional composition of abrasive particles of different diameters. The mathematical apparatus of the method is based on the concept of relative abrasive wear resistance being one of the main in the study of the process of abrasive friction and wear of materials. The analysis of the data obtained on the main provisions of the developed methodology showed that the relative abrasive wear resistance of ploughshares gradually decreases with an increase in the percentage (fractions) in the soil of abrasive grains with diameters of 1...0.05 mm and 0.05...0.01 mm, and, on the contrary, it gets higher with an increase in the fraction of grains with a diameter of 0.01...0.005 mm. The rate of ploughshares wear smoothly grows with a decrease in the value of the relative abrasive wear resistance, and the wear rate falls with its increase. An increase in the relative abrasive wear resistance and a decrease in the wear rate of ploughshares with the growth in the percentage of small abrasive particles can be explained by the fact that large abrasive particles have a greater cutting capacity than small ones. The developed method allows determining the ploughshare durability when changing the fractions ratio of abrasive particles in the soil, as well as to calculate the number of plows that are necessary for tillage of a specific area.*

Ключевые слова: долговечность, скорость износа, относительная абразивная износостойкость, фракция, абразивные зёрна.

Key words: *durability, wear rate, relative abrasive wear resistance, fraction, abrasive grains.*

Введение. Срок службы почвообрабатывающих орудий сельскохозяйственных машин: сошников, лемешных плугов, дисковых борон, фрез, лап культиваторов и др. в большой степени зависит от условий их эксплуатации при обработке почв [1– 8]: давлением на рабочую часть почвообрабатывающих орудий, скорости движения, влажности, фракционным составом абразивных частиц, плотностью и её химическим составом, а также коэффициентом трения. Наибольшее влияние на срок службы почвообрабатывающих орудий оказывает фракционный состав абразивных частиц [1,3], поэтому прогнозирование срока службы почвообрабатывающих орудий и их расход при обработке почв с разным фракционным составом абразивных частиц является в настоящее время важной научно-производственной задачей, требующей своего решения.

В работе [1] автор предлагает определять продолжительность работы лемеха t по формуле

$$t = \frac{k_v}{k\epsilon m} \cdot \frac{h_D H}{Pv_n}, \text{ ч} \quad (1)$$

где k_v – коэффициент фиксации абразива; k – коэффициент пропорциональности; ϵ – относительная износостойкость материала; m – показатель изнашивающей способности абразива; h_D – допустимый износ до предельного затупления; H – твёрдость материала; p – давление абразива на поверхность трения; V_n – скорость движения почвообрабатывающего орудия.

Зависимость показателя изнашивающей способности абразива m , при диаметре $d_a = 0.05$ мм, автор предлагает рассчитывать, используя уравнение

$$m = a + b \cdot n_\phi, \quad (2)$$

где a, b – эмпирические коэффициенты; n_ϕ – процентное содержание фракции абразива.

В работе [9] предлагается прогнозировать наработку $t_{пр}$ (срок службы) до достижения почвообрабатывающим орудием предельного значения износа $\Delta_{пр}$, используя зависимость

$$t_{пр} = k \cdot H \cdot \Delta_{пр}, \quad (3)$$

где k – эмпирический коэффициент;

Анализ формул (1), (2) показал, что использовать их для расчёта продолжительности работы лемеха (срока службы) можно только при диаметре абразивных зёрен $d_a = 0.05$ мм. Для других значений величины d_a необходимо проводить дополнительные производственные испытания плугов при вспашке почвы, а затем осуществлять математическую обработку полученных экспериментальных данных.

При использовании на практике зависимости (3), необходимо также для получения значения эмпирического коэффициента k проведение полевых испытаний почвообрабатывающих орудий с математической обработкой полученных данных.

Анализ выше приведённых методик расчёта долговечности (срока службы) почвообрабатывающих орудий, в частности лемехов плуга, показал, что они не позволяют учитывать относительное влияние отдельных фракций абразивных зёрен на коэффициент изнашивающей способности (скорость износа) и не отражают их комплексного воздействия на долговечность.

На основе выше сказанного, была сформулирована цель данной работы: разработать методику прогнозирования срока службы плужных лемехов при обработке различных типов почв с изменяющимся процентным содержанием абразивных частиц разного диаметра, при этом необходимо использовать известное понятие процесса абразивного трения и износа материалов – относительную абразивную износостойкость [10 – 12].

Материалы и методы. Срок службы (долговечность) t_c почвообрабатывающих орудий (в частности плужных лемехов) обычно определяется в гектарах обработанной площади (га) на один рабочий орган и рассчитывается по формуле (4) [1]. Единица в индексе обозначений формулы (4) соответствует номеру обработанной площади

$$t_{c.1} = \frac{i_{д.1}}{i_{c.1}}, \text{ га} \quad (4)$$

где $i_{д.1}$ – допустимый износ плужных лемехов (плуга по ширине или толщине), мм; $i_{c.1}$ – скорость износа, мм/га.

Величина скорости износа $i_{c.1}$ определяется соотношением

$$i_{c.1} = \frac{i_{д.1}}{F_{об.1}}. \quad (5)$$

где $F_{об.1}$ – обработанная площадь, га.

При обработке различных типов почв с изменяющимся процентным содержанием абразивных зёрен разных диаметров величина скорости износа и соответственно срока службы может увеличиваться или уменьшаться.

Для прогнозирования изменения величины скорости износа плужных лемехов в зависимости от фракции абразивных зёрен используется относительная абразивная износостойкость материалов $\varepsilon_{от.а}$, которая представляет собой отношение скорости износа рабочего органа в процессе обработки второй площади $i_{с2}$ к первой $i_{с1}$, величина которой определяется по результатам, полученным при её обработке

$$\varepsilon_{от.а} = \frac{i_{с2}}{i_{с1}}. \quad (6)$$

Для достижения поставленной цели были математически обработаны данные по износу почвообрабатывающих орудий (в частности, лемехов) в процессе обработки разных типов почв с различными фракциями абразивных зёрен представленные в работе [1]. Результаты статистической обработки этих данных позволили получить зависимости относительной абразивной износостойкости $\varepsilon_{от.а}$ от процентного содержания абразивных зёрен разных диаметров, для каждого типа исследуемых почв, т.е. функцию $\varepsilon_{от.а} = f(\Pi_3)$, которые представлены в виде графиков на рисунке 1.

Анализ полученных графиков показал, что зависимость относительной абразивной износостойкости $\varepsilon_{от.а}$ от величины Π_3 для всех типов почв, подчиняется степенному закону распределения и описывается формулами:

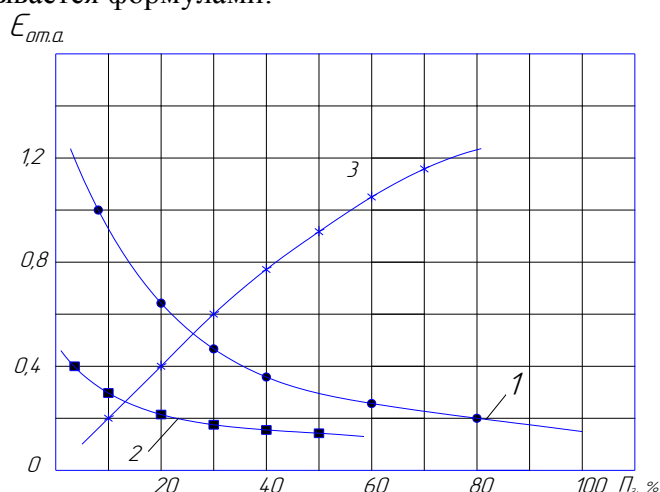


Рисунок 1 – Зависимость относительной абразивной износостойкости $\varepsilon_{от.а}$ от процентного содержания в почве абразивных зёрен разного диаметра $\Pi_{d,3}$: 1 – $d_3 = 1 \dots 0,05$ мм; 2 – $d_3 = 0,05 \dots 0,01$ мм; 3 – $d_3 = 0,01 \dots 0,005$ мм.

$$\varepsilon_{от.а.1} = 7,65 \cdot \Pi_{3,1}^{-0,856}, \quad (7)$$

$$\varepsilon_{от.а.2} = 1,14 \cdot \Pi_{3,2}^{-0,51}, \quad (8)$$

$$\varepsilon_{от.а.3} = 0,02 \cdot \Pi_{3,3}^{0,972}. \quad (9)$$

Прогнозируемая величина относительной абразивной износостойкости $\varepsilon_{от.а.п}$ при изменении процентного содержания фракции абразивных зёрен в почве определяется произведением формул (7) – (9)

$$\varepsilon_{от.а.п} = 5,35 \cdot \varepsilon_{от.а.1} \cdot \varepsilon_{от.а.2} \cdot \varepsilon_{от.а.3}. \quad (10)$$

Прогнозируемая скорость износа лемехов и других почвообрабатывающих орудий при изменении процентного содержания фракции абразивных зёрен $I_{с.п}$ рассчитывается по формуле

$$I_{с.п} = \frac{I_{с.с}}{K_{\varepsilon.а} \cdot \varepsilon_{от.а.с}}, \text{ мм/га} \quad (11)$$

где $I_{с.с}$ – скорость износа при существующих условиях обработки с учётом фракции абразивных зёрен, мм/га; $\varepsilon_{от.а.с}$ – величина относительной абразивной износостойкости при существующих условиях обработки почвы, определяется аналогично $\varepsilon_{от.а.п}$; $K_{\varepsilon.а}$ – коэффициент пропорциональности, который показывает во сколько раз увеличивается или уменьшается его значение при изменении фракции абразивных зёрен в обрабатываемой почве и соответственно величины относительной абразивной износостойкости $\varepsilon_{от.а}$. Значение $K_{\varepsilon.а}$ рассчитывается по формуле

$$k_{п.э} = \frac{\varepsilon_{от.а.п}}{\varepsilon_{от.а.с}} \quad (12)$$

После расчёта прогнозируемой скорости износа лемеха плуга $I_{с.п}$ определяем по заданной величине допустимого износа $I_{доп}$ (мм) его долговечность T_d (га) при обработке почвы с другой фракцией абразивных зёрен

$$T_d = \frac{I_d}{I_{с.п}}, \text{ га.} \quad (9)$$

Определив долговечность лемеха плуга, можно рассчитать количество плугов N (шт.) необходимое для обработки почвы площадью $F_{п}$ (га)

$$N = \frac{F_{п}}{T_d}, \text{ шт.} \quad (10)$$

Результаты и их обсуждение. Анализ экспериментальных и расчётных данных, представленных в виде графиков на рисунке 1 показал, что величина относительная абразивная износостойкость плужных лемехов $\varepsilon_{от.а}$ с ростом в почве процентного содержания зёрен большего диаметра снижается (см. графики 1,2). Особенно интенсивное снижение величины $\varepsilon_{от.а}$ с 1,0 до 0,2, т.е. в пять раз, наблюдается при увеличении процентного содержания зёрен с интервалом диаметров $d_3 = 1,0 \dots 0,05$ мм. (см. график 1). В меньшей степени, всего в три раза (см. график 2), уменьшатся значение $\varepsilon_{от.а}$ при увеличении процентного содержания зёрен с интервалом диаметров $d_3 = 0,05 \dots 0,01$ мм. Повышение в почве количества зёрен диаметром $d_3 = 0,01 \dots 0,005$ мм увеличивает относительную абразивную износостойкость $\varepsilon_{от.а}$ примерно в шесть раз с 0,2 до 1,2 (см. график 3). Такое повышение значения $\varepsilon_{от.а}$ определяется снижением в почве процентного содержания зёрен крупных фракций, диаметрами 1-ого и 2-ого интервалов. Следует отметить, что зависимость изменения величины $\varepsilon_{от.а}$ от фракции абразивных зёрен описывается степенной функцией для всех типов обрабатываемых почв.

Выводы. 1. На основе прогнозирования относительной абразивной износостойкости разработана методика расчёта долговечности плужных лемехов, при обработке почв с различным содержанием фракций абразивных зёрен.

2. С увеличением фракций крупных абразивных зёрен значение относительной абразивной износостойкости и долговечности плужных лемехов уменьшаются, а с уменьшением данных фракций величина $\varepsilon_{от.а}$ и долговечность наоборот увеличиваются.

Библиографический список

1. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев, Г.П. Каплун, В.А. Короткевич и др. Л.: «Колос», 1972. 288 с.
2. Бернштейн Д.Б. Повышение срока службы плужных лемехов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1998. № 7. С. 30–33.
3. Бернштейн Д.Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга // Тракторы и сельхозмашины. 2002. № 6. С. 40–45.
4. К вопросу износостойкости восстановленных рабочих органов сельскохозяйственных машин / А.И. Беловод, А.А. Дудников, А.В. Канивец, В.В. Дудник // Наукові нотатки. 2011. № 31. С. 33–36.
5. Ерохин М.Н., Новиков В.С. Повышение прочности и износостойкости лемеха плуга // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Сер. «Агроинженерия». 2008. № 3. С. 100–107.
6. Рабинович А.Ш. Самозатачивающиеся плужные лемехи и другие почворежущие детали машин. М.: ГОСНИТИ, 1962. 107 с.
7. Аронов Э.Л. Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин. М.: ЦНИИТЭИ, 1970. 190 с.
8. Розенбаум А.Н. Изнашивание лезвий в почвенной среде. Повышение долговечности рабочих деталей в почвообрабатывающих машинах. М.: Машгиз, 1960. 210 с.
9. Методы наплавки износостойких покрытий на поверхности деталей почвообрабатывающих машин / Д.А. Капошко, А.А. Воронин, В.В. Ковалев и др. // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016 С. 96-99.
10. Голубина С.А. Повышение износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих орудий полуавтоматической вибродуговой наплавкой // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию агроинженерного факультета 26–27 ноября 2015 г., Ч. II. Воронеж: Изд-во Воронежский ГАУ им. императора Петра I, 2015. С. 92–97.
11. Коршунов В.Я., Комаров В.С. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственных машин при абразивном трении // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2010. № 2. С. 137–139.
12. Гончаров П.Н., Коршунов В.Я. Методика проведения экспериментальных исследований износа образцов на машине трения МИ-1М. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 67- 69.
13. Коршунов В.Я., Комаров В.С. Повышение относительной абразивной износостойкости металлов на основе механико-термодинамического подхода к процессу разрушения твёрдых тел // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2014. № 3. С. 45–48.
14. Тюрева А.А., Козарез И.В., Дьяченко А.В. Твердость лемехов компании Vogel & Noot // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 3 (55). С. 60-65.
15. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.
16. Михальченков А.М., Комогорцев В.Ф., Тюрева А.А. Пути повышения износостойкости армированной поверхности лемеха //Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 7. С. 35-37.
17. Михальченков А.М., Козарез И.В., Михальченкова М.А. Износ цельнометаллических и составных лемехов //Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 7. С. 39-43.
18. Михальченков А.М., Ковалев А.П., Козарез И.В. Геометрические параметры лучевого износа лемехов //Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 1. С. 44-47.

References

1. *Wear of agricultural machinery parts / M. M. Severnev, G. P. Kaplun, V. A. Korotkevich et al. L.: Kolos, 1972. 288 p.*
2. *Bernstein D. B. Increasing the service life of ploughshares // Tractors and Agricultural Machines. 1998. № 7. P. 30-33.*
3. *Bernstein D. B. Abrasive wear of the ploughshare blade and plow performance // Tractors and Agricultural Machines. 2002. № 6. Pp. 40-45.*
4. *The issue of wear resistance of the restored working bodies of agricultural machines / A.I. Belovod, A.A. Dudnikov, A.V. Kanivets, V.V. Dudnik // Naukovi notatki. 2011. № 31. Pp. 33-36.*
5. *Erokhin M.N., Novikov B.C. Improving the strength and wear resistance of the plowshare // Vestnik of FGOU VPO MGAAU. Agroengineering. 2008. № 3. Pp. 100-107.*
6. *Rabinovich A. Sh. Self-sharpening ploughshares and other soil-cutting machine parts. M.: GOSNITI, 1962. 107 p*
7. *Aronov E.L. Improving the durability of working parts of soil-processing machines. M.: TsNIITEI, 1970. 190 p.*
8. *Rozenbaum A.N. Wear of blades in the soil environment. Improving the durability of working parts in tillage machines. M.: Mashgiz, 1960. 210 p.*
9. *Methods of welding wear-resistant coatings on the surface of tillage machine parts / D.A. Kaposhko, A.A. Voronin, V.V. Kovalev et al. // Problems of Energy Supply, Automation, Informatization and Environmental Management in the Agro-Industrial Complex: materials of the International scientific and technical conf. - Bryansk: Publishing House of the Bryansk State Agrarian University, 2016. Pp. 96-99.*
10. *Golubina S.A. Increasing the wear resistance of working bodies of tillage tools with semi-automatic vibration arc surfacing // Agro-Industrial Complex at the turn of the century: materials of the International scientific-practical conf., dedicated to the 85th anniversary of Agricultural Engineering Faculty of November 26-27, 2015, Part II. Voronezh: Publishing house of the Voronezh State University named after Emperor Peter I, 2015. Pp. 92-97.*
11. *Korshunov V.Ya., Komarov V.S. Improving the wear resistance of agricultural machinery parts under abrasive friction // Bulletin of the Moscow State Agroengineering University named after V. P. Goryachkin. 2010. № 2. Pp. 137-139.*
12. *Goncharov P.N., Korshunov V.Ya. Methods of conducting experimental wear studies of the MI-IM friction machine // Bulletin of the Bryansk state Agricultural Academy. 2014. № 3. Pp. 67-69.*
13. *Korshunov V.Ya., Komarov V.S. Increasing the relative abrasive wear resistance of metals based on the mechanical and thermodynamic approach to the process of destruction of solids // Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms. 2014. № 3. Pp. 45-48.*
14. *Tyureva A. A., Kozarez I.V., Dyachenko A.V. Hardness of ploughshares of the Vogel & Noot company // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. 2016. № 3 (55). Pp. 60-65.*
15. *Dyachenko O. V., Belchenko S. A., Belous I. N. Material-technical base of agriculture - development base of agrarian sector in Russia (on the example of Bryansk region) // Economy of Agricultural and Processing Enterprises. 2016. № 6. Pp. 27-31.*
16. *Mikhalchenkov A.M., Komogortsev V.F., Tyureva A.A. Ways of increasing the wear-resistance of reinforced colter surface // Tractors and Agricultural Machines. 2010. № 7. Pp. 35-37.*
17. *Mikhalchenkov A.M., Kozarez I. V., Mikhalchenkova M.A. Wear of all-metal and composite ploughshares // Tractors and Agricultural Machines. 2014. № 7. Pp. 39-43.*
18. *Mikhalchenkov A.M., Kovalev A.P., Kozarez I.V. Geometric parameters of ploughshares' radiating wear // Tractors and Agricultural Machines. 2011. № 1. Pp. 44-47.*

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ИЗНОШЕННЫХ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ
Analysis of Measurement Results for Worn Cylinder Liners

Будко С.И., канд. техн. наук, доцент, **Гринь А.М.**, канд. экон. наук, доцент,
Потапов С.В., канд. техн. наук, доцент, **Кузюр В.М.** канд. техн. наук, доцент
Киселева Л.С., ст. преподаватель, **Кройтор Д.**, магистрант
Budko S.I., Grin A.M., Potapov S.V., Kuzur V.M. Kiseleva L.S., Kroitor D.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Вопрос взаимосвязи нецилиндричности гильз с их предельными отклонениями достаточно не изучен, несмотря на его большую значимость при оценке ремонтпригодности данных деталей цилиндра-поршневой группы. Ремонтпригодность гильз цилиндров зависит, как от степени износа, так и от погрешности формы внутренней рабочей поверхности и наружных посадочных поверхностей. Гильзы цилиндров подвергаются не только износу, но и деформациям. В связи с этим выбор ремонтного размера должен быть обоснован действительными отклонениями размеров гильз. Долговечность данной детали обеспечивается следующими параметрами: размером отверстия; взаимным расположением поверхностей; формой в продольном и поперечном сечениях [1]. Согласно техническим условиям на восстановление гильз цилиндров автотракторных двигателей овальность и конусность рабочей поверхности не должна превышать 0,02 - 0,03 мм. Допускается радиальное биение наружной поверхности поясков не более 0,15 мм, а разность биения верхнего и нижнего посадочных поясков: тракторные гильзы 0,10 мм, автомобильные 0,04 мм. При восстановлении гильз цилиндров надо принимать во внимание также погрешности формы, как внутренней (нецилиндричность), так и наружных посадочных поверхностей [2, 3].

Abstract. *The correlation between non-cylindrical liners and their limit deviations has not sufficiently studied, despite its great importance in assessing the maintainability of the parts of the cylinder-piston group. The maintainability of cylinder liners depends on both the wear degree and the shape error of the inner working surface and the outer mounting surfaces. Cylinder liners are subject not only to wear, but also to deformations. In this regard, the choice of repair size must be justified by actual deviations in the size of the liners. The operating life of this part is provided by the following parameters: the size of the hole; the positional relationship of the surfaces; the shape in the longitudinal and cross sections [1]. According to the technical conditions for the restoration of cylinder liners of motor and tractor engines, the ovality and conicity of the working surface should not exceed 0.02-0.03 mm. The radial motion variation of the outer surface of the belts is allowed no more than 0.15 mm, and the radial motion difference between the upper and lower mounting belts of tractor liners is 0.10 mm, and of automobile ones is 0.04 mm. When restoring cylinder liners, it is also necessary to take into account shape errors, both internal (non-cylindrical) and external mounting surfaces [2, 3].*

Ключевые слова: гильза цилиндров, измерение, овальность, конусность, износ, посадочная поверхность.

Key words: *cylinder liner, measurement, ovality, conicity, wear, mounting surface.*

Определение задачи. При тепловых нагрузках, запрессовке или выпрессовке, в гильзах цилиндров могут возникать деформации посадочных поясков, которые приводят к образованию овальности и конусности. Поэтому, были проведены исследования по изучению действительных размеров и нецилиндричности указанных участков гильз.

Нижний посадочный пояс гильзы цилиндра двигателя ЗМЗ-5245.10 состоит из трех отдельных поясков, визуальный осмотр которых позволил установить следующее:

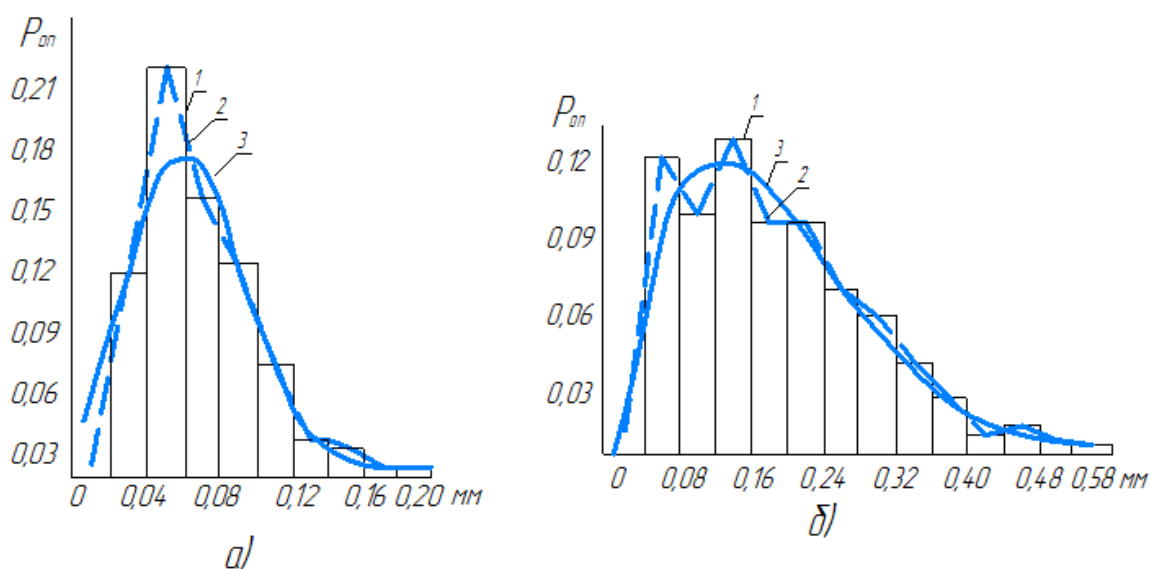
- поверхность среднего пояска практически не подвергается воздействию охлаждающей жидкости поэтому следов коррозии очень мало, износ отсутствует. Так как размер пояска мало изменяется в процессе эксплуатации по нему определяли биение нижнего посадочного пояска гильзы относительно ее внутренней рабочей поверхности.

- поверхности верхнего и нижнего поясков очень сильно подвержена коррозии от воздействия охлаждающей жидкости из-за чего после мойки и очистки данные поверхности почти у всех гильз имели большие неровности. Восстановление этих поясков не требуется, так как их функция заключается только в фиксировании уплотнения, их измерения не проводились.

При восстановлении гильз цилиндров не уделяется достаточного внимания контролю взаимного расположения ее поверхностей, на ряде предприятий технического сервиса отсутствуют приборы для контроля положения оси отверстия относительно посадочных поясков [4].

Результаты. В процессе эксплуатации двигателя происходит интенсивное изнашивание гильз цилиндров, что приводит к нарушению их геометрической формы (овальности и конусности). Анализ результатов измерений внутренних диаметров гильз цилиндров показал, что величина максимальных предельных отклонений размеров изменяется в пределах от 0,02 до 0,62 мм, диапазон рассеивания величин овальности находится в пределах 0,02 ... 0,20 мм, а конусности - 0,02 ... 0,55 мм. Почти все гильзы имеют наибольшую овальность на расстоянии 14 мм от верхнего торца, что соответствует области максимального износа.

На рисунке 1 представлено распределение максимальных овальностей и конусностей изношенных гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10.



1 – гистограмма, 2 – полигон, 3 – дифференциальная кривая

Рисунок 1 – Распределение максимальных овальностей (а) и конусностей (б) изношенных гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10

Количество гильз цилиндров с максимальным предельным отклонением размеров до 0,23 мм составляет 75% от общего количества гильз, поступающих на восстановление, их овальность не превышает до 0,10 мм, а конусность 0,28 мм.

Гильзы, имеющие предельное отклонение размера более 0,23 мм или конусность более 0,21 мм, следует выбраковывать. Неравномерность износа гильз цилиндров по диаметру является основной причиной отказа в восстановлении. При восстановлении гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 следует устранить максимальную овальность и конусность достигающую 0,18 мм и 0,26 мм соответственно.

При хонинговании гильз цилиндров возможно исправить овальность до 0,15 мм при сьеме припуска до 0,20 мм на диаметр, а исправление конусности в пределах 0,26 мм требует проведения исследований.

Измерение положения оси отверстия изношенной гильзы относительно оси посадочных поясков были проведены с помощью прибора Roundtest RA-120, согласно разработанной

методике. Смещение оси отверстия определялось по разности биений верхнего и нижнего посадочных поясков в одной плоскости.

После дефектации было установлено, что размер верхнего посадочного пояса колеблется в пределах 103,52-104,06 мм, а нижнего - 101,52-102,06 мм. В процессе работы двигателя происходят незначительные изменения размеров этих участков. Это объясняется деформацией гильз цилиндров после разборки двигателя, из-за их выпрессовывания или выбивания.

Результаты измерений гильз цилиндров показали, что величина биения наружной поверхности верхнего и нижнего посадочного поясков относительно внутренней рабочей поверхности изменяется в пределах 0,02 ... 0,17 мм и 0,02 ... 0,18 мм соответственно.

Распределение размеров представлено в виде графиков на рисунке 2.

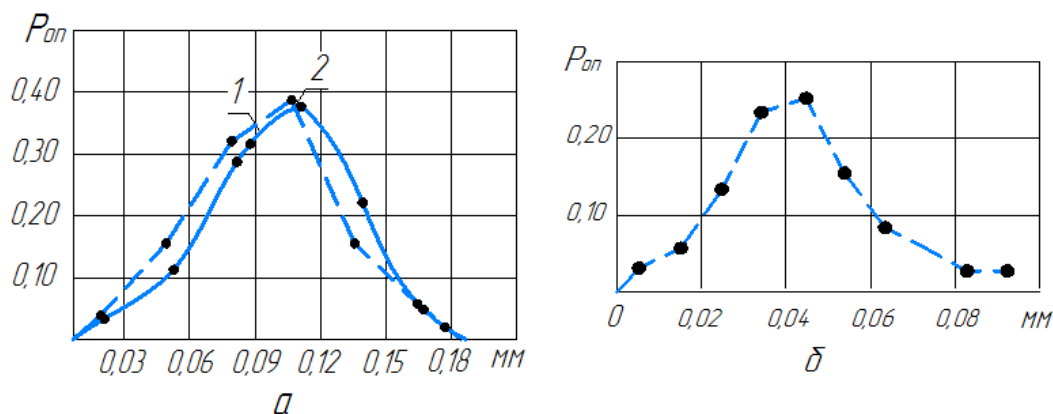


Рисунок 2 - Полигон распределения биения наружной поверхности верхнего (1) и нижнего (2) посадочных поясков относительно внутренней рабочей поверхности (а), разности биения посадочных поясков при измерении в одной плоскости (б) гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 после эксплуатации

Из рисунка 2 установлено, что количество гильз цилиндров с радиальным биением поверхности верхнего и нижнего посадочного поясков до 0,17 мм соответствуют техническим условиям.

Количество гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 с биением торцевой поверхности опорного пояса относительно внутренней поверхности до 0,02 мм составляет 85%, таким образом лишь 15% гильз требуют ее восстановления. Наличие данного дефекта оказывает влияние на точность гильз при их базировании в механическом приспособлении и, как следствие, на точность ее восстановления.

Овальность верхнего посадочного пояса колеблется в пределах 0 ... 0,08 мм, а нижнего - 0 ... 0,1 мм (рис. 3).

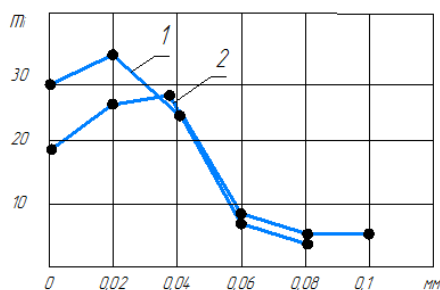


Рисунок 3 – Распределение овальности верхнего (1) и нижнего (2) посадочных поясков гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10

Допуск на овальность посадочных поясков по техническим условиям составляет 0,02 мм. Статистический анализ распределения дает следующие количественные оценки: для верхнего посадочного пояса - $\bar{t} = 0,0121$ мм, $\sigma = 0,0119$ мм, $V = 0,85$, для нижнего посадочно-

го пояса - $\bar{t} = 0,0141$ мм, $\sigma = 0,0151$ мм, $V = 0,94$. Установлено, что число годных гильз по верхнему посадочному поясу составляет 83%, а по нижнему - 86%. Таким образом, как минимум 17% гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 требуют восстановления посадочных поясков. Однако, многие предприятия технического сервиса их не восстанавливают.

Выводы. Анализ результатов измерений гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 после эксплуатации показал, что распределение максимальных предельных отклонений размеров, овальности и конусности гильз подчиняется закону Вейбулла. По биению торцевой поверхности опорного пояса относительно внутренней поверхности гильзы двигателя ЗМЗ-5245.10 свыше 16 % данных деталей требуют восстановления, а по овальности посадочных поясков - 17...24%.

Предельное отклонение размеров изношенных гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-5245.10 составляет 0,018...0,411 мм, овальности - 0,023...0,311 мм и конусности - 0,024...0,42 мм.

При восстановлении гильз цилиндров следует учитывать не только предельный размер внутреннего диаметра, но и погрешности форм изношенных гильз.

Библиографический список

1. Лапик В.П., Синяя Н.В. Анализ способов восстановления гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина". 2007. № 1 (21). С. 104-107.
2. Мартынов С.В., Ашаков С.В. Основные дефекты гильз цилиндров ДВС и причины их возникновения // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. 2017. С. 11-13.
3. Анализ износов гильз цилиндров автотракторных двигателей / Е.В. Зубенко., Ю.И. Жевора. Н.А. Марьин, Е.Н. Глебова, К.С. Волкова // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: материалы XIV междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 293-297.
4. Леонов О.А., Антонова У.Ю. Выбор универсальных средств измерений для контроля гильз цилиндров двигателя при селективной сборке // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 6. С. 52-57.
5. Методы наплавки износостойких покрытий на поверхности деталей почвообрабатывающих машин / Д.А. Капошко, А.А. Воронин, В.В. Ковалев и др. // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск: изд-во Брянский ГАУ, 2016 С. 96-99.
6. Методология и механизмы совершенствования размещения и специализации агропромышленного производства / А.И. Алтухов, Л.П. Силаева, Л.Б. Винничек, В.А. Семькин, Р.В. Солошенко, Д.С. Пириев, З.Ф. Пулатов, Ж.Т. Кульчикова, М.Л. Яшина, Н.В. Климова, В.И. Векленк, О.В. Святова, В.М. Солошенко, О.Н. Кондрашова, М.Р. Курбонов, Т.Ю. Асмус, Е.В. Воловая, С.А. Измайлова, О.И. Жукова, И.Ф. Петрова и др. Курск, 2016.
7. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения / А.Н. Новиков, А.П. Трясцин., Ю.Н. Баранов, В.И. Самусенко, А.М. Никитин // Вестник Брянского ГТУ. 2014. № 4 (44). С. 188-195.
8. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Приспособление к дисковому почвообрабатывающему орудью. Патент на изобретение RU 2344586 С1, 27.01.2009. Заявка № 2007135700/12 от 26.09.2007.

References

1. Lapik V.P., Sinyaya N.V. Analiz sposobov vosstanovleniya gilz tsilindrov dvigateley vnutrennego sgoraniya // Vestnik Federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina". 2007. № 1 (21). S. 104-107.
2. Martynov S.V., Ashakov S.V. Osnovnye defekty gilz tsilindrov DVS i prichiny ih vozniknoveniya // Innovatsionnye idei molodyh issledovateley dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenykh. 2017. S. 11-13.

3. *Analiz iznosov gilz tsilindrov avtotraktornykh dvigateley* / E.V. Zubenko., Yu.I. Zhevora. N.A. Marin, E.N. Glebova, K.S. Volkova // *Aktualnye problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v APK: materialy XIV mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* 2018. S. 293-297.

4. Leonov O.A., Antonova U.Yu. *Vybor universalnykh sredstv izmereniy dlya kontrolya gilz tsilindrov dvigatelya pri selektivnoy sborke* // *Traktory i selhozmashiny.* 2017. № 6. S. 52-57.

5. *Metody naplavki iznosostoykih pokrytiy na poverhnosti detaley pochvoobrabatyvayuschih mashin* / D.A. Kaposhko, A.A. Voronin, V.V. Kovalev i dr. // *Problemy energoobespecheniya, avtomatizatsii, informatizatsii i prirodopolzovaniya v APK: materialy mezhdunar. nauch.-tehn. konf. Bryansk: izd-vo Bryanskiy GAU, 2016 S. 96-99.*

6. *Metodologiya i mehanizmy sovershenstvovaniya razmescheniya i spetsializatsii agropromyshlennogo proizvodstva* / A.I. Altuhov, L.P. Silaeva, L.B. Vinnichek, V.A. Semykin, R.V. Soloshenko, D.S. Piriev, Z.F. Pulatov, Zh.T. Kulchikova, M.L. Yashina, N.V. Klimova, V.I. Veklenk, O.V. Svyatova, V.M. Soloshenko, O.N. Kondrashova, M.R. Kurbonov, T.Yu. Asmus, E.V. Volovaya, S.A. Izmaylova, O.I. Zhukova, I.F. Petrova i dr. Kursk, 2016.

7. *Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya sistemy podgotovki kadrov, svyazannykh s obespecheniem bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* / A.N. Novikov, A.P. Tryastsin., Yu.N. Baranov, V.I. Samusenko, A.M. Nikitin // *Vestnik Bryanskogo GTU.* 2014. № 4 (44). S. 188-195.

8. Ozherelev V.N., Nikitin V.V. *Prisposoblenie k diskovomu pochvoobrabatyvayuschemu orudiyu. Patent na izobretenie RU 2344586 C1, 27.01.2009. Zayav-ka № 2007135700/12 ot 26.09.2007.*

УДК 62-592

РАСЧЕТ ТОРМОЗОВ

Brake Calculation

Сакович Н.Е. д-р техн. наук, профессор, **Поцепай С.Н., Васькина Т.И.** старшие преподаватели
Sakovich N.Ye., Potsepai S.N., Vas'kina T.I.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Bryansk State Agrarian University

Реферат. При расчете тормозов устанавливают зависимость между тормозными моментами, создаваемыми колодками, и силами, прижимающими колодки к барабану. Колодка с элементарной площадкой на фрикционной накладке прижимается к тормозному барабану силой. Со стороны барабана на площадку действуют сила давления, сила трения, момент от силы трения. Давление распределяется по длине колодки по синусоидальному закону, если фрикционный барабан и тормозные колодки абсолютно жесткие, фрикционная накладка идеально приработана к барабану, деформация фрикционной накладки подчиняется закону Гука. Синусоидальный закон распределения характерен для служебных торможений; при торможениях с большей интенсивностью из-за увеличения деформаций колодок и барабана, приобретающего овальную форму, он искажается и приближается к равномерному. При любом законе распределения давления определяем через равнодействующую силу всех элементарных сил, приложенную в точке, координаты, которые определяются приведенным радиусом и углом. При расчете барабанных тормозов следует проводить проверку на отсутствие самозаклинивания колодки графически или аналитически. При проверке графическим способом в выбранном масштабе строят все силы, действующие на колодку. Если линия равнодействующей проходит выше центра опорного пальца колодки, то возможность самозаклинивания исключена. При аналитическом способе проверки принимают создаваемый колодкой тормозной момент бесконечно большим, при этом знаменатель в формуле обращается в нуль. Тормоза рассчитывают в такой последовательности: определяют сумму тормозных моментов; определяют моменты на отдельных осях транспортного средства; выбирают схему тор-

моза и его основные размеры; определяют необходимые усилия и тормозные моменты, создаваемые каждой колодкой, реакции опор; проводят проверку на отсутствие самозаклинивания колодок по формуле; выполняют тепловой расчет тормоза; рассчитывают элементы тормоза и привода на прочность.

Abstract. When calculating the brakes a relationship between the braking moments, created by the shoes, and the forces pressing the pads to the drum is established. The shoe with the elementary platform on the friction lining is pressed to the brake drum with the force. The pressure force, the friction force, the moment from the friction force act on the platform from the drum side. The pressure is distributed along the length of the shoe according to a sinusoidal law, if the friction drum and brake shoes are absolutely rigid, the friction lining is perfectly attached to the drum, the deformation of the friction lining is subject to Hooke's law. The sinusoidal distribution law is characteristic for service braking. When braking with greater intensity due to an increase in deformations of the shoes and the drum, which takes an oval shape, it is distorted and approaches to a uniform one. At any law of pressure distribution, we define coordinates determined by the reduced radius and angle through the resultant force of all elementary forces applied at a point. When calculating drum brakes you should check that there is no self-jamming of the shoes graphically or analytically. When checking graphically in a selected scale, all the forces acting on the shoe are built. If the resultant line passes above the center of the shoe support finger, then the possibility of self-jamming is excluded. At the analytical verification method, the braking torque created by the shoe is taken to be infinitely large, while the denominator in the formula vanishes. The brakes are calculated in the following sequence: we determine the sum of the braking torques: define the torques on the individual axles of the vehicle; choose the brake circuit and its main dimensions; determine the necessary efforts and braking torques created by each shoe, the reactions of the supports; check for the absence of self-jamming shoes according to the formula; perform thermal calculation of the brake; calculate the brake and drive elements for firmness.

Ключевые слова: барабанный тормоз, колодка, фрикционная накладка, заклинивание, расчет, формула, тормозной момент, аналитический расчет.

Keywords: drum brake, shoe, friction lining, jamming, calculation, formula, braking torque, analytical calculation.

При расчете тормозных устройств в первую очередь устанавливают необходимые зависимости существующими между создаваемыми при торможении тормозными моментами, которые появляются при прижимании прижимающими колодки к тормозному барабану.

Тормозная колодка 1 с на которой находится элементарная площадка 3 расположена на накладке 4 выполненной из фрикционного материала, прижимается к барабану 2 тормозной силой P (рисунок 1, а) [1,3,5,].

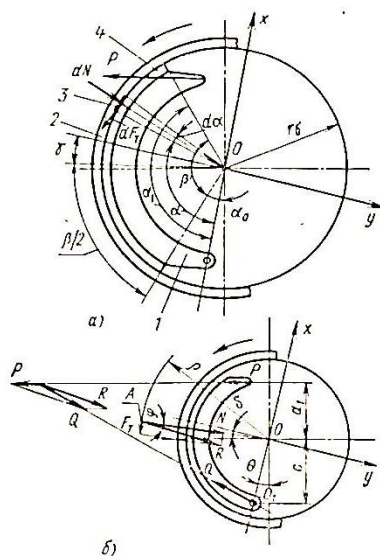


Рисунок 1 – Расчетная схема: а – колодки; б – тормоза

При этом со стороны тормозного барабана на элементарную площадку 3 действуют сила давления определяемая по формуле и сила трения которую запишем следующей формулой $dF = fdN$;

Тогда момент возникший от силы трения будет равен

$$dM_T = r_o dF = fr^2 b_H p d\alpha \quad (1)$$

где p – давление на элементарную площадку, кг/м;

b_H – ширина фрикционной накладке, м.

Рассчитанное давление распределяется по всей длине тормозной колодки 1 равномерно, согласно синусоидального закона и выражается уравнением:

$$p = p_{\max} \sin \alpha ,$$

где p_{\max} – максимальное давление, кг/м

Если фрикционный тормозной барабан и колодки являются абсолютно жесткими, и фрикционная тормозная накладка идеально приработана к тормозному барабану, возможная деформация фрикционной тормозной накладки будет подчиняться закону Гука.

Синусоидальный закон распределения характерен только для:

– служебных всех торможений;

– если мы тормозим очень интенсивно, то в результате возможных, образующихся деформаций тормозных колодок, тормозной барабан приобретает овальную форму, синусоидальный закон искажается, он приближается к равномерному распределению, т. е. $p = const$.

Тормозной момент при синусоидальном законе распределения давления равен

$$M_T = fr_o^2 b_H p_{\max} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \quad (2)$$

при $p = const$

$$M_T = fr_o^2 b_H p \beta , \quad (3)$$

где β – угол обхвата фрикционной накладки, в рад.

При любом законе распределения давления определяем через равнодействующую N всех элементарных сил dN , приложенную в точке А (рисунок 1), координаты которой определяются приведенным радиусом ρ и углом δ :

$$M_T = \frac{fP(a_1 + c)\rho}{c(\cos \delta + f \frac{\sin \delta}{\cos \theta} \pm f\rho)} \quad (4)$$

где знак минус в формуле (4) принимают для прижимной колодки, плюс – для отжимной; ρ , δ , θ (рисунок 1,б).

При этом для синусоидального закона распределения давления

$$N = \frac{1}{4} p_{\max} b_H r_{\delta} \sqrt{(\cos \alpha_0 - \cos 2\alpha_1)^2 + (2\beta + \sin 2\alpha_0 - \sin 2\alpha_1)^2} \quad (5)$$

$$\rho = \frac{4(\cos \alpha_0 - \cos \alpha_1)r_0}{\sqrt{(\cos 2\alpha_0 \cos \alpha_1)^2 + (2\beta + \sin 2\alpha_0 - \sin 2\alpha_1)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\cos 2\alpha_0 - \cos 2\alpha_1}{2\beta + \sin 2\alpha_0 - \sin 2\alpha_1}$$

для равномерного распределения давления

$$N = p_{\max} b_H r_{\delta} \sqrt{(\sin \alpha_1 - \sin \alpha_0)^2 + (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_1)^2} \quad (6)$$

$$\rho = \frac{\beta r_0}{\sqrt{(\sin \alpha_1 - \sin \alpha_0)^2 + (\cos \alpha_0 - \cos \alpha_1)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sin \alpha_1 - \sin \alpha_0}{\cos \alpha_0 - \cos \alpha_1}$$

Одним из недостатков барабанных тормозов, является момент самозаклинивания. Проведение проверки на самозаклинивание является необходимым условием при расчете барабанных тормозов. Проверка проводится графическим и аналитическим способами.

Проведение проверки графическим способом состоит в следующем: на чертеже в определенном масштабе отображаются все силы, действующие на тело (колодку). Далее вычерчивается равнодействующая R всех сил. Самозаклинивание тормозов исключается, если искомая линия силы R находится выше центра опорного пальца тормозной колодки O_1 (рисунки 1, б).

При аналитическом способе проверке на самозаклинивание тормозной момент, создаваемый тормозной колодкой принимают абсолютно (бесконечно) большим, тогда знаменатель в формуле (1) будет равен нулю [2].

Колодка не будет самозаклиниваться, если соблюдается неравенство

$$c(\cos \delta + \frac{f \sin \delta}{\cos \theta} - f\rho > 0 \quad (7)$$

или
$$f < \frac{c \cos \delta}{\rho \cos \theta} - c \sin \delta \quad (8)$$

Для полной гарантии отсутствия самозаклинивания колодок значение $\frac{c \cos \delta}{\rho \cos \theta} - c \sin \delta$ должно быть не менее 0,5.

Зависимости тормозных моментов от сил, прижимающих колодки к барабану, и соотношения этих сил и тормозных моментов на прижимных и отжимных колодках в тормозах, выполненных по наиболее часто применяемым схемам, приведены ниже, после описания конструкции конкретного тормозного устройства.

Александров М.В. предлагает следующую методику расчета тормозных устройств [2]:

1. По заданной интенсивности торможения (т.е. по замедлению) и конструктивным параметрам транспортного средства определяют сумму тормозных моментов:

$$\sum_{i=1}^z M_{T1} = \left(\frac{a_T}{g}\right) G_{TP/CP} r \quad (9)$$

где a_T – число осей с тормозными колесами, штук;

a_T – расчетное замедление (рекомендуется принимать $a_T = (1,3...1,5)a_{уст, м/с^2}$;

g – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$G_{TP. GP}$ – полный вес транспортного средства, кг;

r – радиус качения колеса, м.

Для прочностного расчета тормозных механизмов суммарный тормозной момент определяют по уравнению:

$$\sum_{i=1}^z M_{Ti} = \varphi G_{TP/CP} r \quad (10)$$

где $\varphi = 0,7...0,8$ – коэффициент сцепления при комфортных дорожных условиях, например дорога с сухим асфальто – бетонным покрытием.

2. Определяют моменты на отдельных осях транспортного средства. Для двух- и трех-осных (с балансирной подвеской) средств тормозные моменты на передней M_{T1} и задних M_{T2} (или $M_{T2} + M_{T3}$) осях:

$$M_{T1} = \left(\frac{a_T}{g}\right) G_{TP.CP} r \left(\frac{b + a_T h}{h}\right) / L \quad (11)$$

$$M_{T2} = \left(\frac{a_T}{g}\right) G_{TP.CP} r \left(\frac{b + a_T h}{h}\right) / L \quad (12)$$

где a и b – расстояния от центра тяжести транспортного средства соответственно до передней и задней осей;

h – высота центра тяжести транспортного средства от дороги, м;

L – база транспортного средства, м.

Для транспортных средств с колесной формулой 8К8, 10К10 принимаем равное распределение тормозных моментов по колесам, т.е.

$$M_{T1} = M_{T2} = \dots M_{TZ} = \sum_{i=1}^z \frac{M_{T1}}{2Z} \quad (13)$$

3. Выбирают схему тормоза и его основные размеры $a_1, r_0, \alpha_0, \beta, \gamma, b_H$ (рисунок 1).

Схему тормоза определяют по следующим характеристикам:

- необходимого тормозного момента для обеспечения его стабильности;
- вида автотранспортного средства, его параметров и конструктивных особенностей (типоразмера колеса, типа привода тормозной системы);
- необходимости совмещения рабочего и стояночного тормозов;
- эксплуатационных требований и условий движения.

Размеры a, c, θ выбирают для каждого типа тормоза по конструктивным сообра-

жениям. Начальный угол α_0 и угол ρ обхвата фрикционной накладки обычно принимают $\alpha_0 = (25...30)^\circ$; $\beta = (90...130)^\circ$.

4. Определяют необходимые усилия P и P_i и тормозные моменты, создаваемые каждой колодкой, и реакции опор для конкретной конструкции тормоза.

5. Проводят проверку на отсутствие самозаклинивания колодок по формулам (7) и (8).

6. Выполняют тепловой расчет тормоза.

7. Рассчитывают элементы тормоза и привода на прочность [2].

На рисунке 2 представлен типовой тормоз барабанного типа [8,9,11].

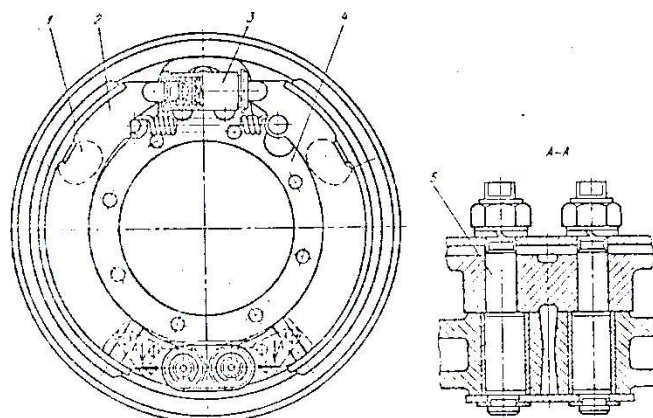


Рисунок 2 – Тормоз барабанного типа: 1 – эксцентрик; 2 – колодка; 3 – гидроцилиндр; 4 – тормозной щит; 5 – опорные пальцы;

Библиографический список

1. Александров М.П. Тормоза подъемно-транспортных машин. М.: Машиностроение, 1976. 368 с.
2. Тормозные устройства: справ. / М.П. Александров, А.Г. Лисяков, В.Н. Федосеев, Н.В. Новожилов; под ред. М.П. Александрова. М.: Машиностроение, 1985. 312 с.
3. Вахменцев С.В. Изменение тормозных свойств в эксплуатации и их нормирование по критерию безопасности: дис. ... канд. техн. наук. М., 1990. 196 с.
4. Вольшенко А.И., Замора Ю.С. Барабанно-колодочные тормозные устройства. Львов: Высш. шк., 1980. 191 с.
5. ГОСТ Р 41.13-Н-99. Единообразные предписания, касающиеся утверждения легковых автомобилей в отношении торможения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 35 с.
6. Теория автомобиля: от статики к динамике. Торможение автомобиля // Автомобильная промышленность. 2008. № 4. С. 15–18.
7. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Повышение тормозных качеств транспортной сельскохозяйственной техники // Вестник МГАУ. 2011. № 2 (47). С. 44-46.
8. Христофоров Е.Н. Тормозной механизм для мобильных средств // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 9. С. 40-41.
9. Христофоров Е.Н. Тормозное устройство автотранспортных средств // Научные проблемы и перспективы развития ремонта, обслуживания машин, восстановления и упрочения деталей: науч. тр. ГОСНИТИ. М., 2004. Т. 98. С.166-170.
10. Чичинадзе А.В. Расчет и исследование внешнего трения. М.: Наука, 1967. 231 с.
11. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Шкрабак Р.В. Теоретический анализ обеспечения безопасности транспортных работ в АПК // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009. № 5. С. 46-48.
12. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, Е.А. Панкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2013. № 86. С. 300-311.
13. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологи-

ческая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

14. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, Е.А. Панкова, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: докл. междунар. науч.-практ. конф. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный техн. ун-т", Белорусский республиканский фонд фундаментальных исслед. Мн., 2013. С. 197-200.

References

1. Aleksandrov, M.P. *Tormoza pod'emno-transportnyh mashin*/ M.P. Aleksandrov.– М.: Mashinostroenie, 1976. – 368 s.

2. Aleksandrov M.P. *Tormoznye ustrojstva. Spravochnik*/ M.P. Aleksandrov, A.G. Lisyakov, V.N. Fedoseev, N.V. Novozhilov//*Spravochnik. Pod. Obshch. Red. M.P. Aleksandrova.* – М.: Mashinostroenie, 1985. – 312 s.

3. Vahmencev S.V. *Izmenenie tormoznyh svoystv v ekspluatatsii i ih normirovanie po kriteriyu bezopasnosti: dis... kandidata tekhn. nauk.* – М., 1990. – 196 s.

4. Vol'shenko, A.I. *Barabanno-kolodochnye tormoznye ustrojstva*/ A.I. Vol'shenko, YU.S. Zamora. – L'vov.: Vishcha shkola, 1980. – 191 s.

5. GOST R 41.13-N-99. *Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya utverzhdeniya legkovykh avtomobilej v otnoshenii tormozheniya.* – М.: ИПК Издатel'stvo standartov, 1999. – 35 s.

6. *Teoriya avtomobilya: ot statiki k dinamike. Tormozhenie avtomobilya*/ E.I. Blinov// *Avtomobil'naya promyshlennost'.* – №4, 2008. – S. 15 – 18.

7. Hristoforov E.N., Sakovich N.E. *Povyshenie tormoznyh kachestv transportnoj sel'skohozyajstvennoj tekhniki* // *Vestnik MGAU.* 2011. № 2 (47). S. 44-46.

8. Hristoforov E.N. *Tormoznoj mekhanizm dlya mobil'nyh sredstv* // *Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny.* 2006. № 9. S. 40-41.

9. Hristoforov E.N. *Tormoznoe ustrojstvo avtotransportnyh sredstv* // *Nauchnye problemy i perspektivy razvitiya remonta, obsluzhivaniya mashin, vosstanovleniya i uprocheniya detalej: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: GNU GOSNITI,* 2004.

10. Chichinadze A.V. *Raschet i issledovanie vneshnego treniya.* М.: Nauk., 1967. 231 s.

11. Shkrabak V.S., Hristoforov E.N., Shkrabak R.V. *Teoreticheskij analiz obespecheniya bezopasnosti transportnyh rabot v APK* // *Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny.* 2009. № 5. S. 46-48.

12. *Metodyi opredeleniya ratsionalnoy periodichnosti kontrolya tehničeskogo sostoyaniya tormoznoy sistemy mobil'noy selskohozyajstvennoj tekhniki* /Byishov N.V., Boryichev S.N., Kokorev G.D., Uspenskiy I.A., Nikolotov I.N., Gusarov S.N., Pankova E.A. // *Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2013. №86. S. 300-311.

УДК 631.365.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ СУШКЕ

Modelling the Grain Damaging During Drying

Панова Т.В., канд. техн. наук, доцент, panovatava@yandex.ru

Панов М.В., канд. техн. наук, доцент, pmv-1980@yandex.ru

Panova T.V., Panov M.V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Bryansk State Agrarian University

Реферат. Первостепенное значение производства зерна в Российской Федерации определяет его социальное значение в решении проблемы постоянного и непрерывного обеспечения населения продовольственными товарами, а животноводства - кормами. Зерно-

вая масса, содержащая механические повреждения зерен, не подлежит длительному хранению, так как поврежденное зерно имеет более интенсивный воздухообмен, что приводит к выделению большего количества тепла и влаги, а как следствие возможно самовозгорания, и если не принять своевременно соответствующих профилактических мер, то вся зерновая партия становится непригодной для использования. В поврежденном зерне наиболее интенсивно развиваются болезни, микроорганизмы и вредители. Производство зерна является сезонным производственным процессом, а потребление продуктов, полученных из него на корм животным и питание человека, круглогодично, поэтому способность сохранять зерно от урожая до урожая является жизненно важной задачей человечества. В данной статье указывается, что действующая государственная программа направлена на сохранение и приумножение предприятий и организаций, занимающихся производством пищевой продукции. Получение качественных пищевых продуктов напрямую зависит от сырья, из которого эти продукты получены. В частности, травмированное зерно снижает качество получаемого продукта, поэтому необходимо снизить травмирование зерна, за счет соблюдения всех параметров при уборке и послеуборочной обработке зерна. Также в данной статье представлены результаты моделирования процесса травмирования зерна при его сушке в сушильной камере.

***Abstract.** The paramount importance of grain production in the Russian Federation determines its social importance in solving the problem of constant and uninterrupted provision of the population with food products, and livestock breeding with fodder. The grain mass containing mechanical damage to the grains cannot be stored long, since the damaged grain has a more intense air exchange, leading to the release of more heat and moisture, and as a result, spontaneous combustion is possible. And if appropriate preventive measures are not taken in a timely manner, then the entire grain batch becomes unusable. In the damaged grain, the diseases, microorganisms and pests develop most intensively. Grain production is a seasonal production process, and the consumption of products produced from it for animal feed and human nutrition is year-round, therefore, the ability to preserve grain from harvest to harvest is a vital task of humanity. This article indicates that the current state program is aimed at preserving and increasing enterprises and organizations involved in the production of food products. Getting quality food directly depends on the raw materials from which these products are obtained. In particular, the damaged grain reduces the quality of the resulting product, so it is necessary to reduce the damage to grain by observing all parameters during harvesting and post-harvest grain processing. This article also presents the results of modelling the grain damaging during its treatment in a drying chamber.*

Ключевые слова: зерно, травмирование зерна, моделирование, послеуборочная обработка, твердость зерна.

Key words: grain, grain damage, modelling, post-harvest processing, grain hardness.

Введение. В 2018 году производство продуктов питания осуществляли около 100 крупных и средних предприятий и организаций и 148 малых предприятий. В последнее время перерабатывающие предприятия Брянской области вышли на новый, более современный, эффективный уровень благодаря использованию передовых технологий, созданию конкурентоспособной продукции за счет реализации действующей государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Брянской области» (2017-2020 годы). Предприятия пищевой промышленности оказали значительное влияние на развитие промышленности. Они занимают 35,6% от общего объема отгруженной продукции и 40,0% в объеме обрабатывающих производств. Рост производства продолжится и в 2020 году [1, с. 48-53]. Поэтому, процессы уборки и послеуборочной обработки зерна остаются актуальными в производстве зерновых культур.

Высококачественная послеуборочная обработка семян трав с наименьшими затратами труда и средств обеспечивается при использовании специальных пунктов и поточных технологических линий. В данном направлении наш институт работает достаточно продолжительное время [2, с. 6].

Утверждать то, что травмирование зерна — начало многих проблем, позволяют результаты многочисленных исследований, выполненные за последние 40-50 лет. Человек, в борьбе за свое существование, вмешался в этот природный процесс развития и жизненного цикла растения. Для этого, он создал достаточно сложную индустриальную технологию

производства и переработки зерна. Обработка зерна, начиная с уборки и на всём этапе послеуборочной обработки, сопровождается его травмированием. Удары по зерну дробят его, оставляют трещины, вмятины; трение, как межзерновые, так и между зерном и твердой поверхностью разрушают защитную оболочку, особенно над зародышем, где она более эластичная. Смятие зерна деформирует его, уплотняя отдельные его части. Различные культуры имеют различный характер и степень повреждений. Наибольшим повреждением отличается кукуруза в связи с насыщенной многими машинами и механизмами технологией уборки урожая этой культуры, к тому же с повышенной влажностью и сорностью зерна. Считается, что при уборке этой культуры повреждается до 8-10% зерна, при послеуборочной обработке – до 65-80%, характер повреждений различен. Пшеница содержит 14-79% поврежденных зерен, рожь – 32-84%, характер их повреждений большей частью микротравмы. При этом степень повреждений больше связана с условиями выращивания и уборки, чем с крупностью зерна. На прочность зерновки, так же оказывает влияние температура. При температуре ниже нуля зерно становится ломким. Свободная влага, всегда имеющаяся в порах, капиллярах и межклеточных пространствах зерна, превращается в лед, и, расширяясь, ослабляет структуру зерна. Данные Урал НИИСХоза показывает, что при переходе от температуры + 22°C до – 5°C сопротивляемость зерна дроблению снижается на 22–23%. Так сортирование зерна при – 15°C в феврале увеличивало повреждение зерна на 50% по сравнению с обработкой в октябре [3, с. 15].

Сушка является основной технологической операцией по приведению зерна в стойкое состояние. Сушку зерна поводят для снижения влажности до пределов, обеспечивающих стойкость его при хранении, а также для борьбы с зараженностью вредителями. Главное в обеспечении высокой эффективности сушки заключается в соблюдении установленных режимов сушки зерна с учетом его влажности, целевого назначения и других особенностей [4, с. 51-55].

Материалы и методы исследований. Так как твердость зерна является немаловажным параметром травмированности зерна, то составим критериальное уравнение.

Параметрами математической модели травмируемости зерна в заданном объеме являются: скважность зерновой массы при входе в сушильную камеру (S_0), скважность зерновой массы при выходе из сушильной камеры (S), влажность зерновой массы при входе в сушильную камеру (φ_0), влажность зерновой массы при выходе из сушильной камеры (φ), температура зерновой массы при входе в сушильную камеру (t_0), температура зерновой массы при выходе из сушильной камеры (t), угол естественного откоса, характеризующий сыпучесть зерновой массы, при входе в сушильную камеру (α_0), угол естественного откоса при выходе из сушильной камеры (α), твердость зерновой массы при входе в сушильную камеру (T_0), твердость зерновой массы при выходе из сушильной камеры (T).

Представим данные параметры в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры математической модели травмируемости зерна

Параметр	Обозначение величины	Размерность
1. Изменение скважности зерновой массы	$\Delta S = S - S_0$	%
2. Изменение влажности зерновой массы	$\Delta \varphi = \varphi_0 - \varphi$	%
3. Изменение температуры зерновой массы	$\Delta t = t - t_0$	°C
4. Температура зерновой массы при входе зерновой массы на сушку	t_0	°C
5. Изменение угла естественного откосы	$\Delta \alpha$	град
6. Угол естественного откоса при входе зерновой массы на сушку	α_0	град
7. Изменение твердости зерновой массы при сушке	ΔT	%

Скважность зерновой массы в заданном объеме определим по формуле:

$$S = \left(1 - \frac{m}{m_0}\right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где m – масса зерновой массы при наличии пор, кг;
 m_0 – масса зерновой массы при заполнении пор, кг.

Твёрдость зерновой массы будем оценивать в процентах по отношению к твёрдости принятой за эталон. Выберем один из сортов зерновой культуры за 100%, то есть за эталон и относительно неё будем рассматривать твёрдость остальных сортов зерновых культур. Твёрдость зерна оценивают по приложенной к ней нагрузке, при которой происходит разрушение зерна.

Число критериев подобия определим по формуле:

$$N_K = N_\pi - N_{ед} \quad (2)$$

где N_π – число параметров;
 $N_{ед}$ – число единиц измерения.

$$N_K = 7 - 2 = 5$$

Распишем критерии подобия, которые являются безразмерными величинами.

$\beta_1 = \Delta S$ - критерий, учитывающий скважность зерновой массы.

$\beta_2 = \Delta E$ - критерий, учитывающий влажность зерновой массы.

$\beta_3 = \frac{\Delta t}{t_0}$ - критерий, учитывающий температурный параметр.

$\beta_4 = \frac{\Delta \alpha}{\alpha_0}$ - критерий, учитывающий трение при движении зерновой массы.

$\beta_5 = \Delta T$ - критерий, учитывающий твёрдость зерновой массы.

Так как критерий β_5 является ведущим, то представим его зависимость от остальных критериев.

$$\beta_5 = f(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$$

$$\beta_5 = C_1 \beta_1^{\gamma_1} \beta_2^{\gamma_2} \beta_3^{\gamma_3} \beta_4^{\gamma_4}$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ – коэффициенты математической модели.

C_1 – поправочный коэффициент, зависящий от единиц измерения.

Примем $C_1 = 1$.

Для определения твёрдости составим следующую систему уравнений.

$$\begin{cases} \lg \beta_{51} = \gamma_1 \lg \beta_{11} + \gamma_2 \lg \beta_{21} + \gamma_3 \lg \beta_{31} + \gamma_4 \lg \beta_{41} \\ \lg \beta_{52} = \gamma_1 \lg \beta_{12} + \gamma_2 \lg \beta_{22} + \gamma_3 \lg \beta_{32} + \gamma_4 \lg \beta_{42} \\ \lg \beta_{53} = \gamma_1 \lg \beta_{13} + \gamma_2 \lg \beta_{23} + \gamma_3 \lg \beta_{33} + \gamma_4 \lg \beta_{43} \\ \lg \beta_{54} = \gamma_1 \lg \beta_{14} + \gamma_2 \lg \beta_{24} + \gamma_3 \lg \beta_{34} + \gamma_4 \lg \beta_{44} \end{cases} \quad (3)$$

Исходя из экспериментальных данных составим систему уравнений для определения значений параметров $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$. В качестве зерновой массы выбираем сорт озимой ржи «Валдай». Для оценки твёрдости семян возьмём линейку сортов, состоящую из таких сортов, как «Грань», «Московская -12», «Московская -15», «Новозыбковская юбилейная». Из представленных сортов, эталоном твёрдости выбираем сорт «Московская -15». Твёрдость семян

озимой ржи сорта «Московская -15» примем за 100%, тогда твёрдость выбранной нами для исследования семян ржи сорта «Валдай» будет варьироваться от 130% до 143%.

Экспериментальные данные представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 - Экспериментальные данные

№ п/п	ΔS , %	ΔE , %	Δt , °C	Δt_0 , °C	$\Delta \alpha$, град	$\Delta \alpha_0$, град	ΔT , %
1	12	10	120	20	4	24	14
	$\beta_{11}=12$	$\beta_{21}=10$	$\beta_{31}=6$		$\beta_{41}=0,17$		$\beta_{51}=1,4$
2	10	8	110	19	5	27	17
	$\beta_{12}=10$	$\beta_{22}=8$	$\beta_{32}=5,79$		$\beta_{42}=0,19$		$\beta_{52}=17$
3	9	7	105	20	7	32	19
	$\beta_{13}=9$	$\beta_{23}=7$	$\beta_{33}=5,25$		$\beta_{43}=0,22$		$\beta_{53}=19$
4	7	5	102	19	9	35	21
	$\beta_{14}=7$	$\beta_{24}=5$	$\beta_{33}=5,37$		$\beta_{43}=0,26$		$\beta_{54}=21$

Подставим соответствующие значения в систему уравнений (3).

$$\begin{cases} \lg 14 = \gamma_1 \lg 12 + \gamma_2 \lg 10 + \gamma_3 \lg 6 + \gamma_4 \lg 0,17 \\ \lg 17 = \gamma_1 \lg 10 + \gamma_2 \lg 8 + \gamma_3 \lg 5,79 + \gamma_4 \lg 0,19 \\ \lg 19 = \gamma_1 \lg 9 + \gamma_2 \lg 7 + \gamma_3 \lg 5,25 + \gamma_4 \lg 0,22 \\ \lg 21 = \gamma_1 \lg 7 + \gamma_2 \lg 5 + \gamma_3 \lg 5,37 + \gamma_4 \lg 0,26 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1,15 = 1,08\gamma_1 + \gamma_2 + 0,78\gamma_3 - 0,77\gamma_4 \\ 1,23 = \gamma_1 + 0,9\gamma_2 + 0,76\gamma_3 - 0,72\gamma_4 \\ 1,28 = 0,95\gamma_1 + 0,85\gamma_2 + 0,72\gamma_3 - 0,66\gamma_4 \\ 1,32 = 0,85\gamma_1 + 0,7\gamma_2 + 0,73\gamma_3 - 0,59\gamma_4 \end{cases}$$

Решив представленную систему методом параметра, применив программу Mathcad, получили $\gamma_1=40,2$, $\gamma_2=-31,1$, $\gamma_3=17,54$, $\gamma_4=-3,29$.

Подставив все полученные значения получим окончательный вид критериального уравнения.

$$\Delta T = (\Delta S)^{40,2} \cdot (\Delta E)^{-31,1} \cdot \left(\frac{\Delta t}{t_0}\right)^{-17,54} \cdot \left(\frac{\Delta \alpha}{\alpha_0}\right)^{-3,29}$$

Заключение. Таким образом, представленное критериальное уравнение позволит рассчитать изменение твёрдости зерновой массы, так как изменение твёрдости зерновой массы является основным параметром травмируемости семян зерновых культур.

Библиографический список

1. Переработка в АПК: консервно-овощесушильная, крахмальная, ликеро-водочная и хлебопекарная отрасли Брянского региона – итоги 2018 года / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, М.П. Наумова, О.В. Дьяченко // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. ст. X междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2019. С. 48-53.
2. Ториков В.Е., Мальцев В.Ф., Мартыновская Е.А. Рекомендации по производству и технологии послеуборочной обработки семян зерновых и многолетних трав // Материалы конференции. Брянск: БСХИ, 1990. 23 с.
3. Фадеев Л.В. Зерно. Очистка. Производство семян. Щадящие технологии. ООО "Спецэлеватормельмаш", 2013. 96 с.
4. Панова Т.В., Панов М.В. Оптимизация процесса заготовки зерна с применением малогабаритной зерносушилки на примере зерна яровой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 3-1. С. 51-55.

5. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 5. С. 10-13.

6. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве зарубежных стран и России / В.Е. Ториков, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус и др. Брянск, 2004.

7. Дьяченко О.В., Бельченко С.А., Белоус И.Н. Материально-техническая база сельского хозяйства - основа развития аграрного сектора России (на примере Брянской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 6. С. 27-31.

8. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Энергоемкость выделения зерна из колоса // Техника в сельском хозяйстве. 2013. № 4. С. 22-24.

9. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Игнатов В.Д. Адаптация зерноуборочного комбайна к работе с очесанным зерновым ворохом // Техника в сельском хозяйстве. 2013. № 6. С. 5-7.

References

1. *Processing in the agro-industrial complex: canning and vegetable drying, starch, liquor and bakery industries of the Bryansk region: the results of 2018 / S.A. Belchenko, V.E. Torikov, M.P. Naumova, O.V. Dyachenko // Urgent issues of economics and agribusiness: collection of articles of X international scientific-practical conference/ Bryansk, 2019. Pp. 48-53.*

2. *Torikov V.E., Maltsev V.F., Martynovskaya E.A. Recommendations for the production and technology of post-harvest processing of grain and seeds of perennial grasses // Materials of the conference. Bryansk, 1990. 23 p.*

3. *Fadeev L.V. Grain. Clearing. Seed production. Sparing technologies. ООО "Spetsselevatormelmash", 2013. 96 p.*

4. *Panova T.V., Panov M.V. Optimization of the spring wheat grain harvesting with the use of a small-sized grain dryer on an example of grain // Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy. 2015. № 3-1. Pp. 51-55.*

5. *Lobachevsky Ya.P., Starovoitov S.I., Chemisov N.N. Energy and technological assessment of tillage working body // Agricultural Machinery and Technologies. 2015. № 5. Pp. 10-13.*

6. *Information and consulting service in agriculture of foreign countries and Russia / V.E. Torikov, V.F. Maltsev, N.M. Belous, et al. Bryansk, 2004.*

7. *Dyachenko O.V., Belchenko S.A., Belous I.N. Material-technical base of agriculture as a development base of agrarian sector in Russia (on example of Bryansk region) // Economy of Agricultural and Processing Enterprises. 2016. № 6. Pp. 27-31.*

8. *Ozherelev V.N., Nikitin V.V. Energy intensity of grain threshing // Agricultural machinery. 2013. № 4. Pp. 22-24.*

9. *Ozherelev V.N., Nikitin V.V., Ignatov V.D. Adaptation of a combine harvester to operations with the combed grain heap // Agricultural machinery. 2013. № 6. Pp. 5-7.*

УДК 626.826

РАСЧЁТ МЕЖДРЕННЫХ РАССТОЯНИЙ С УЧЁТОМ ОСАДКИ ПОДДРЕННОЙ ТОЛЩИ МЕЛИОРИРУЕМОГО ТОРФЯНИКА

Drain Spacing Calculation with Regard to Under-Drain Settling of the Reclaimed Peatbog Layer

Дунаев А.И., доцент

Dunaev A.I.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Bryansk State Agrarian University

Реферат. Целью проводимых исследований является совершенствование существующих методов расчёта по обоснованию основных параметров регулирующей осушительной сети на

торфяниках. Данная тематика исследований отражает одно из особых условий строительства мелиоративных систем сельскохозяйственного назначения на торфяниках – изменение свойств и параметров торфяной залежи из-за её уплотнения и осадки торфа вследствие его осушения. Освещается современное состояние вопроса по существующей проблеме, связанной с прогнозированием изменений торфяной залежи и учётом этих изменений при проектировании мелиоративных систем для интенсивной и длительной эксплуатации торфяника. В данном случае рассмотрены вопросы по учёту изменения свойств и параметров поддренного слоя торфа – при установлении проектных расстояний между осушителями. Излагается суть методики проводимых исследований. Приводится главная суть проработанной методики расчёта, её математическая основа и графическая иллюстрация, а также результаты и предварительные выводы произведенных исследований. Рассмотрен конкретный пример расчёта по использованию предлагаемой методики в практических расчётах - по определению междренного расстояния в случаях проектирования открытых осушителей.

Abstract. *The objective of the research is to improve the existing calculation methods for substantiating the main parameters of the regulating peatland drainage network. The research subject reflects one of the special conditions for the construction of agricultural reclamation systems on peatlands, being changes in the properties and parameters of peat deposits due to its compaction and peat settling due to its drainage. The article highlights the current state of the problem related to forecasting changes in the peat deposit with regard to these changes when designing reclamation systems for intensive and long-term operation of the peatbog. In this case, the issues of taking into account the changes in the properties and parameters of the under-drain peat layer when setting the design distances between dehumidifiers are considered. The essence of the research methodology is described. The main essence of the developed calculation method, its mathematical basis and graphic illustration, as well as the results and preliminary conclusions of the research are presented. A specific example of the practical calculation with the proposed method is considered when determining the drain spacing in cases of designing relief ditches.*

Ключевые слова: мелиорируемый торфяник, торфяная залежь, водно-физические свойства торфа, осадка поверхности торфяника, поддренный слой торфа, осадка дна осушителей, закрытый дренаж, открытые осушители, междренное расстояние.

Key words: *reclaimed peatland, peat deposit, water-physical peat properties, peat surface settling, under-drain peat layer, drained bottom settling, subsurface drainage, relief ditch, drain spacing.*

Введение. В процессе осушения и других видах мелиорации торфяников значительно изменяются многие водно-физические свойства торфа и многие его другие показатели [1]. Основной причиной изменения свойств торфа является осадка торфяной залежи, вызываемая процессом уплотнения торфа – вследствие изменения его водного режима. Из-за этих изменений многие ключевые показатели свойств и параметров торфяника (коэффициенты: фильтрации и водоотдачи, мощность торфа и др.), получаемые при проведении предпроектных изысканий, оказываются малопригодными для обоснования и расчёта проектных параметров мелиоративной сети [3].

Вследствие выше указанных причин у проектировщиков практически всегда имеет место проблемная задача, связанная с прогнозированием изменений свойств торфа [2] и учётом этих изменений при обосновании проектных решений. Актуальность этой проблемы возрастает ещё по причине отсутствия в настоящее время единых как принципов подхода, так и методов расчёта междренных расстояний в случаях мелиорации торфяных земель. Кроме того, эти вопросы не имеют достаточного охвата и отражения во многих видах существующей литературы и нормативно-технических источников [6].

Предлагаемая расчётная методика в своей основе использует прогнозирование изменений водно-физических показателей торфа - на основе оценки геометрических размеров осадки поверхности торфяника и дна осушительной сети. Для исполнения прогнозных расчётов используются соотв. методики и расчётные формулы, широко используемые в существующей практике мелиорации торфяных земель [4], [5]. Рамками данных исследований охвачены во-

просы учёта изменения свойств и параметров поддренного слоя торфа – при определении расстояний между элементами регулирующей осушительной сети.

Методика исследований. Существующие в настоящее время подходы и методы при исполнении расчётов расстояний между осушителями охватывают либо всю толщу торфяника, либо только его наддренную часть – без учёта того, что поддренные слои торфа могут существенно изменяться, хотя и в меньшей степени. Графическая иллюстрация предлагаемой методики расчёта приводится на рисунках 1 и 2 - на примерах наиболее распространённых в практике мелиорации фильтрационных схем, когда под торфяниками имеются в наличии подстилающие пласты из хорошо водопроницаемых и водоносных минеральных грунтов (песчаных, супесчаных).

Главная суть проработанной методики расчёта заключается в следующем:

1. Вся толща мелиорируемого торфяника (см. рис. 1а и 2а) разделяется на два условных расчётных слоя - по уровню глубины осушителей (по осям дренажных труб - рис. 1б, по дну каналов - рис.2б), а именно:

- **наддренный слой** - подверженный основной осадке и значительным изменениям водно-физических свойств торфа;

- **поддренный слой** – подвергающийся менее значительным изменениям торфа.

2. Полученная после условного разделения трёхслойная грунтовая среда упрощается - посредством перевода её в двухслойную среду (см. рис. 1б и 2б), используя правило сохранения «суммарной водопроницаемости пластов» [4]. Это правило реализуется на основе использования соответствующей формулы:

$$T = \sum (\kappa_i \cdot h_i), \text{ м}^2 / \text{сут} \quad (1)$$

3. В дальнейшем исполнение расчёта производится по существующим методикам и формулам – как для грунтовых условий двухслойной фильтрационной среды [4], а именно:

- при грунтовом и грунтово-атмосферном водном питании;
- при расположении осушителей в верхних слоях.

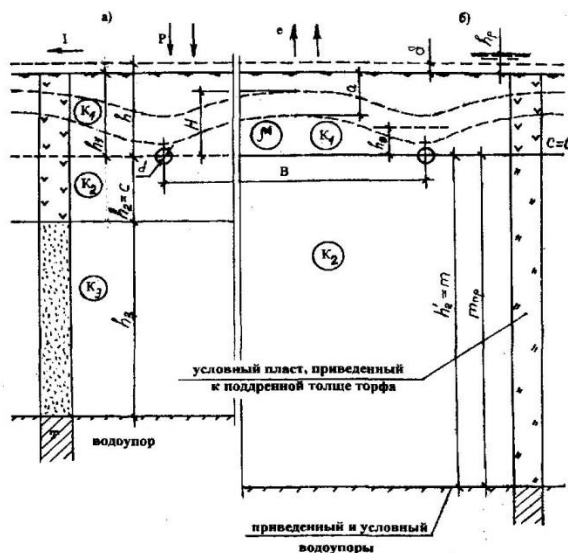


Рисунок 1 - Фильтрационная расчётная схема к установлению расстояния между закрытыми трубчатыми дренами - в условиях двухслойной геологической среды:

а – фрагмент схемы, отражающий исходные условия (данные изысканий);

б – расчётный фрагмент схемы.

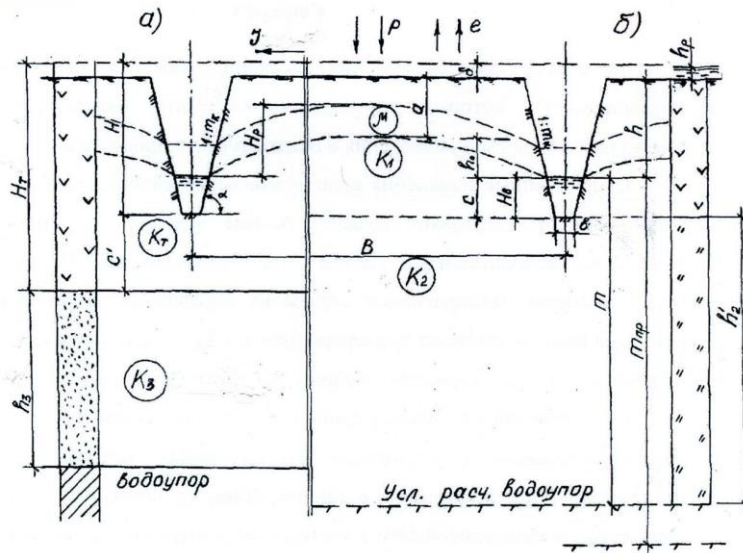


Рисунок 2 - Фильтрационная расчётная схема к установлению расстояния между открытыми осушителями - в условиях двухслойной геологической среды:

- а** – фрагмент схемы, отражающий исходные условия (данные изысканий);
б – расчётный фрагмент схемы.

В данных исследованиях были использованы расчётные формулы, рекомендуемые соотв. СНиП [6]. Проработка данной методики позволила:

1. Получить формулу, необходимую для определения размера условного «поддренного пласта» - на основе формулы (1) - т.е. геометрического размера эквивалентного пласта (с учётом свойств поддренного слоя торфа - см. рис.1б и 2б), а именно:

$$m_{np}(m) = \frac{K_2 \cdot C + K_3 \cdot h_3}{K_2}, m \quad (2)$$

2. Существенно упростить расчётную формулу, по которой определяются общие фильтрационные сопротивления водоносных пластов [6] – посредством приведения к «0» размера «С» (размера поддренного слоя торфа - см. рис.1б и 2б). После проведения соотв. преобразований формула для определения фильтрационных сопротивлений грунтовой среды [6] получит следующий вид:

а) для закрытого трубчатого дренажа (при $C = 0$)

$$L_f = \beta \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot m}{\pi \cdot d}\right) + \frac{2 \cdot h_0}{m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) + \left(1 + \frac{2 \cdot h_0}{m}\right) \cdot L_i \right] + \frac{K_1 - K_2}{K_1} \times \frac{2 \cdot h_0}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) + L_i \right], m; \quad (3)$$

б) для открытых осушителей (при $L_i = 0$)

$$L_f = \beta \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot m}{\pi \cdot d}\right) + \frac{2 \cdot h_0}{m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) \right] + \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot \frac{c}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot c}{\pi \cdot d}\right) + \frac{2 \cdot h_0}{c} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_0}{\pi \cdot d}\right) \right], m, \quad (4)$$

где в формулах (3) и (4) ключевыми расчётными показателями являются:

- K_1, K_2 - коэффициенты фильтрации торфа, прогнозируемые на его осадку – соответственно: для наддренной и поддренной его частей [7], м/сут;

- K_3 – коэффициент фильтрации минерального грунта, подстилающего торфяник (по данным изысканий), м/сут;

- d – расчетный дренажный диаметр, который для открытых осушителей (каналов) является условным и определяется по соотв. формуле – на основе проектных параметров каналов [6]:

$$d = 0,53 \chi = 0,53 \cdot (\sigma + 2 \cdot H_e \sqrt{1 + m_k^2}), m \quad (5)$$

Пример расчёта
Исходные данные:

1. Местоположение осушаемого торфяника (низинного типа): Брянская область.
2. Проектное использование земель: искусственные сенокосы.
3. Способ осушения земель – открытые осушители (см. рис. 2).
4. Исходные показатели торфяной залежи (по данным изысканий): мощность торфа - $H_T=3,0\text{м}$; плотность торфа – $0,46\text{г/см}^3$; коэффициент фильтрации – $K_T=2,4\text{м/сут}$; расчётный период осадки торфа: $T=5\text{лет}$.
5. Показатели подстилающего песчаного пласта (по данным изысканий): мощность - $h_3 = 5,0\text{м}$; коэффициент фильтрации – $K_3=3,00\text{м/сут}$.
6. Прогнозируемые на «осадку» коэффициенты фильтрации торфа (по методике [7]): наддренный слой: $K_1 = 0,81\text{м/сут}$; поддренный слой: $K_2 = 1,65\text{м/сут}$.
7. Расчётный сезонный период – весенний предпосевной ($t = 15\text{сут}$), для которого: норма осушения – $a = 0,60\text{м}$ (по мн. травам); расчётная глубина воды каналах – $H_B = 0,6\text{м}$; ср. расчётный напор над дренами: $H_p = h - 0,6 \cdot a = 1,5 - 0,6 \cdot 0,60 = 1,20\text{м}$; расчётный модуль дренажного стока: $q = 0,0064\text{м/сут}$.
8. Проектные параметры каналов: $H=2,1\text{м}$; $\vartheta=0,4\text{м}$; $m_k=1,5$.

Расчёт:

Для определения расстояний между осушителями торфяную залежь разделяем на два слоя – по линии уровня дна осушителей (см. рис. 2б) – с соотв. коэффициентами фильтрации: - наддренный слой: $K_1 = 0,81\text{м/сут}$; - поддренный слой: $K_2 = 1,65\text{м/сут}$.

Полученную трёхслойную среду приводим к расчётной двухслойной, заменяя подстилающий песчаный пласт «эквивалентным» слоем – со свойствами поддренного слоя торфа ($K_2 = 1,65\text{м/сут}$). Приведённая мощность второго (условного) пласта будет равна – по ф-ле (2):

$$m_{np} = h_2' = \frac{1,65 \cdot 0,9 + 3,00 \cdot 5,0}{1,65} = 9,99(10,0)\text{м},$$

где: $C' = H_T - H = 3,0 - 2,1 = 0,9\text{м}$.

Расчётное расстояние от дренажа до водоупора будет равно:

$$m = C + h_2' = 0,6 + 10,0 = 10,6\text{м}, \quad \text{где: } C = H_B = 0,6\text{м}.$$

Дренажный диаметр открытых осушителей – на основе ф-лы (4):

$$d = 0,53 \cdot (0,4 + 2 \cdot 0,6 \sqrt{1 + 1,5^2}) = 1,36\text{м}$$

Общие фильтрационные сопротивления дренажа и грунтовой среды (при $L_i = 0$ – для открытых осушителей) - по ф-ле (4) будут равны:

$$L_f = 0,71 \cdot \frac{1,65}{0,81} \cdot \frac{10,6}{3,14} \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 10,6}{3,14 \cdot 1,36} \right) + \frac{2 \cdot 0,60}{10,6} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 0,60}{3,14 \cdot 1,36} \right) \right] + \\ + \frac{0,81 - 1,65}{0,81} \cdot \frac{0,60}{3,14} \cdot \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 1,36} \right) + \frac{2 \cdot 0,60}{0,6} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 0,60}{3,14 \cdot 1,36} \right) \right] = 7,98\text{м},$$

где остальные расчётные показатели были установлены по соотв. методике [4], а именно: $\beta = 1 - (0,21\sqrt{\lambda} \pm \lambda \cdot r) \cdot \lg M = 1 - (0,21 \cdot \sqrt{0,34} + 0,34 \cdot 0,57) \cdot \lg 8,33 = 0,71$;

$$h_0 = 0,5 \cdot H_p = 0,5 \cdot 1,20 = 0,60\text{м}; \quad \lambda = \frac{K_2 - K_1}{K_2 + K_1} = \frac{1,65 - 0,81}{1,65 + 0,81} = 0,34;$$

$$r = \frac{0,5 \cdot d}{C + h_0} = \frac{0,5 \cdot 1,36}{0,60 + 0,60} = 0,57; \quad M = \frac{h_2'}{C + h_0} = \frac{10,0}{0,60 + 0,60} = 8,33.$$

По формуле междренних расстояний [4] получаем окончательный результат:

$$B = 4 \cdot \left(\sqrt{L_f^2 + \frac{H \cdot T}{2q}} - L_f \right) = 4 \cdot \left(\sqrt{7,98^2 + \frac{1,20 \cdot 17,5}{2 \cdot 0,0064}} - 7,98 \right) = 133,2\text{м},$$

где суммарная водопроницаемость пластов, определяемая по ф-ле (1), равна:

$$T = 0,81 \cdot (0,6 + 0,60) + 1,65 \cdot 10,0 = 17,5 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

Результаты исследований Предварительная практическая апробация предлагаемого метода расчёта была произведена на основе проектно-изыскательских материалов проектного института ОАО «Брянскгипроводхоз» [8] – на материалах реализованных рабочих проектов (РП) гидромелиорации с.-х. земель - в т.ч. и периода работы этого института в структуре Брянского отделения «Мосгипроводхоз».

В результате произведенных исследований (посредством выполнения соотв. расчётов по методике, рекомендуемой СНиП [6]) были получены более высокие цифровые показатели расстояний между осушителями, а именно:

а) для закрытого трубчатого дренажа – на 3...5м (в среднем на 4м) - в рабочих проектах с расстояниями между дренами 25...30м (в зависимости от мощности и типа осушаемых торфяников). Конечные итоги исследовательских расчётов указали на возможности увеличения расстояний между закрытыми дренами на 12...17%.

б) для открытых осушителей - на 10...16м (в среднем - на 14м). Это имело место в рабочих проектах с проектными расстояниями между каналами 100...120м - в зависимости от ТВП и мощности осушаемых торфяников.

Конечные итоги исследовательских расчётов показали на возможности увеличения проектных расстояний между открытыми осушителями на 10...16%.

Заключение и выводы. Сравнение итоговых результатов исследований с аналогичными показателями проектно-изыскательских материалов - реальных рабочих проектов [8] - указывает на значительные возможности увеличения проектных расстояний между элементами регулирующей осушительной сети. Снижение «густоты дренажной сети» может достигать величины до 15%, а снижение густоты дренажной сети является фактором, указывающим на снижение сметной стоимости мелиоративно-строительных мероприятий.

Кроме того, использование на практике данной методики расчёта – при обосновании проектных решений по мелиорации торфяных земель - позволит:

1. Существенно упростить исполняемые расчёты – вследствие упрощения соотв. расчётных формул.
2. Повысить точность производимых расчётов по данной тематике - за счёт учёта дополнительного ряда факторов, связанных со свойствами поддренного слоя торфяника.

Библиографический список

1. Лундин К.П. Водные свойства торфяной залежи. Минск: Урожай, 1964. 240с.
2. Дунаев А.И. Оценка трансформации торфяной залежи при с/х использовании осушаемых торфяников // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 2.
3. Ивицкий А.И. Основы проектирования и расчётов осушительных и осушительно-увлажнительных систем. Мн.: Наука и техника, 1988. 311с.
4. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение: справочник / под ред. Б.С. Маслова. М: Агропромиздат, 1985. 447с.
5. Руководство по проектированию осушительных и осушительно-увлажнительных систем. М.: Главнечернозёмводстрой, 1976. 133с.
6. СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные системы и сооружения.
7. Дунаев А.И. Оценка изменения коэффициента фильтрации торфа при его осушении // Вестник Брянской ГСХА. 2013. № 5.
8. Материалы РП ОАО «Брянскгипроводхоз» по гидромелиоративным системам Брянской области.
9. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычѳв, Г.П. Гамзиков, А.Х. Шеуджен, Е.В. Агафонов, Н.М. Белоус, В.С. Егоров, А.И. Подколзин, В.А. Романенков, С.П. Торшин, В.В. Лапа, А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, Р.Е. Елешев, А.С. Сапаров. М., 2017.
10. Природообустройство Полесья: коллектив. монография. Кн. 4. Т. 1. Полесья юго-западной России / М.Н. Абадонова, Л.Н. Агищенко, Л.М. Ахромеев, Е.В. Байдакова, Н.М. Белоус, А.Д. Булохов, В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, В.Т. Демихов, Ю.А. Ключев, Г.В.

Лобанов, О.В. Мельникова, Н.Н. Панасенко, С.Н. Поцепай, И.Л. Прокофьев, Е.В. Просяников, Ю.А. Семенищенков, М.В. Семышев, В.Е. Ториков и др. Рязань: ВНИИГМ им. А. Н. Костякова, 2019. 354 с.

11. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела / В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова, Б.Д. Муравьев, М.Ф. Ковалев, П.И. Евсеев. Брянск, 2018.

References

1. Lundin K.P. *Vodnye svoystva torfyanoy zalezhi*. Minsk: Urozhay, 1964. 240 s.
2. Dunaev A.I. *Otsenka transformatsii torfyanoy zalezhi pri s/h ispolzovanii osushaemykh torfyanikov // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2015. № 2.*
3. Ivitskiy A.I. *Osnovy proektirovaniya i raschyotov osushitelnykh i osushitelno-uvlazhnitelnykh sistem*. Mn.: Nauka i tehnika, 1988. 311 s.
4. *Melioratsiya i vodnoe hozyaystvo. 3. Osushenie: spravochnik / pod red. B.S. Maslova*. M.: Agropromizdat, 1985. 447s.
5. *Rukovodstvo po proektirovaniyu osushitelnykh i osushitelno-uvlazhnitelnykh sistem*. M.: Glavnechernozhomyvodstroy, 1976. 133s.
6. SNiP 2.06.03-85. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya*.
7. Dunaev A.I. *Otsenka izmeneniya koeffitsienta filtratsii torfa pri ego osushenii // Vestnik Bryanskoy GSHA. 2013. № 5.*
8. *Materialy RP OAO «Bryanskigiprovodhoz» po gidromeliorativnym sistemam Bryanskoy oblasti*.
9. *Agrohimiya: uchebnik / V.G. Mineev, V.G. Sychyov, G.P. Gamzikov, A.H. Sheudzhen, E.V. Agafonov, N.M. Belous, B.C. Egorov, A.I. Podkolzin, V.A. Romanenkov, S.P. Torshin, V.V. Lapa, A.R. Tsyganov, T.F. Persikova, R.E. Eleshev, A.S. Saparov*. M., 2017.
10. *Prirodoobustroystvo Polesya: kollektiv. monografiya. Kn. 4. T. 1. Polesya yugo-zapadnoy Rossii / M.N. Abadonova, L.N. Agischenko, L.M. Ahromeev, E.V. Baydakova, N.M. Belous, A.D. Bulohov, V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov, V.T. Demihov, Yu.A. Klyuev, G.V. Lobanov, O.V. Melnikova, N.N. Panasenko, S.N. Potsepay, I.L. Prokofev, E.V. Prosyanni-kov, Yu.A. Semenischenkov, M.V. Semyshev, V.E. Torikov i dr. Ryazan: VNIIGM im. A. N. Kostyakova, 2019. 354 s.*
11. *Meliorativnaya istoriya Bryanshiny. Lyudi i dela / V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov, E.V. Baydakova, B.D. Muravev, M.F. Kovalev, P.I. Evseev*. Bryansk, 2018.

Содержание

Белоус Н.М., Бельченко С.А., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Осипов А.А. Развитие АПК Брянской области – 2020	3
Силаев А.Л., Чекин Г.В., Смольский Е.В., Новиков А. Современное состояние плодородия почв радиоактивно загрязненных пойменных экосистем Брянской области	10
Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Харкевич Л.П., Силаев А.Л., Милютина Е.М., Ситнов Д.М. Эффективность применения средств химизации при возделывании овса на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС	16
Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Белоус Н.М., Ториков В.Е. Влияние минерального питания и гербицида титус на засоренность картофеля	25
Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Белоус Н.М., Ториков В.Е. Эффективность возделывания картофеля	31
Казымова Ф.Т., Алиева Г.В. Вопросы применения спектральных индексных показателей для оценки и оптимизации содержания азота на сельскохозяйственных участках	38
Юхачёва Е.Я., Мисникова Н.В. Самоплодность и урожайность гибридных форм смородины чёрной в условиях Нечерноземья	45
Коршунов В.Я. Прогнозирование срока службы плужных лемехов при обработке почв с разным фракционным составом абразивных частиц	49
Будко С.И., Гринь А.М., Потопов С.В., Кузюр В.М., Киселева Л.С., Кройтор Д. Анализ результатов измерений изношенных гильз цилиндров	56
Сакович Н.Е. Поцепай С.Н., Васькина Т.И. Расчет тормозов	60
Панова Т.В., Панов М.В. Моделирование процесса травмирования зерна при сушке	66
Дунаев А.И. Расчёт междренних расстояний с учётом осадки поддренной толщи мелиорируемого торфяника	71

Soderzhanie

Belous N.M., Belchenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N., Osipov A.A. <i>Development of The Bryansk Region Agro-Industrial Complex-2020</i>	3
Silaev A.L., Chekin G.V., Smolsky E.V., Novikov A. <i>Current State of Soil Fertility of Radioactively Contaminated Floodplain Ecosystems of the Bryansk Region</i>	10
Shapovalov V.F., Belous N.M., Malyavko G.P., Kharkevich L.P., Silaev A.L., Milyutina E.M., Sitnov D.M. <i>Effectiveness of Chemization in Oat Cultivating on Radioactively Contaminated Soils in the Long-Term Period after the Chernobyl Accident</i>	16
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E. <i>Effect of Mineral Nutrition and Herbicide Titus on Potato Infestation</i>	25
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E. <i>Efficiency of Potato Growing</i>	31
Kazymova F.T. Aliyeva G.V. <i>Application of Spectral Index Figures for Evaluation and Optimization of Nitrogen Content in Agricultural Lands</i>	38
E.Ya. Yukhatcheva, N.V. Misnikova <i>Self-Fertility and Productivity of Hybrid Lines of Black Currants in the Non-Chernozem Zone</i>	45
Korchunov V.Ya. <i>Forecasting the Service Life of Tillage Tools When Processing Soils with Different Fractional Composition of Abrasive Particles</i>	49
Budko S.I., Grin A.M., Potapov S.V., Kuzur V.M. Kiseleva L.S., Kroitor D. <i>Analysis of Measurement Results for Worn Cylinder Liners</i>	56
Sakovich N.Ye., Potsepai S.N., Vas'kina T.I. <i>Brake Calculation</i>	60
Panova T.V., Panov M.V. <i>Modelling the Grain Damaging During Drying</i>	66
Dunaev A.I. <i>Drain Spacing Calculation with Regard to Under-Drain Settling of the Reclaimed Peatbog Layer</i>	71

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА» публикует результаты завершенных оригинальных, теоретических и методических исследований, обзорные статьи представляющие интерес для специалистов в различных областях сельскохозяйственной науки и практики.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

Тексты статей представляются в только программе Microsoft Word. Формат страницы А4, поля по 2 см, шрифт Times New Roman 11, межстрочный интервал 1,0. Выравнивание по ширине с установкой переносов, отступ в начале абзаца 1,25. Объем статьи не менее 4 не более 7 страниц, включая реферат, литературу, таблицы, графики и рисунки и подписи под рисунками. Размер каждого рисунка и таблицы не должен превышать одной страницы формата А4. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

СТРУКТУРА СТАТЬИ

1) **УДК** (в верхнем левом углу); 2) **Название статьи** (на русском языке заглавными буквами, на английском языке строчными каждое на отдельной строке, расположение по центру); 3) **инициалы и фамилия** (фамилии) автора (авторов) с указанием ученой степени, звания, должности и e-mail (строчными буквами по центру на русском и английском языке); 4) **полное название учреждения** и почтовый адрес (строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают на русском и английском языке); 5) **реферат и ключевые слова на русском языке**, 6) **реферат и ключевые слова на английском языке**; 7) **статья**; 8) **библиографический список** на русском и английском языках (транслитерация). Выполнить транслитерацию на сайте ЦНСХБ по ссылке <http://www.cnsxb.ru/translit/translit.aspx>.

Экспериментальная статья должна включать следующие разделы: ВВЕДЕНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ, ВЫВОДЫ, БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК. Названия разделов печатаются заглавными буквами.

Требования к составлению реферата. Оформляется согласно ГОСТ 7.9-95. Рекомендуемый объем 1000-2000 знаков (200-250 слов). Вначале не повторяется название статьи. Реферат не разбивается на абзацы. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит фактографию, обоснованные выводы, рекомендации и т.п. Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, в 1-й раз дается полностью, сокращение - в скобках, далее используется только сокращение). Избегайте использования вводных слов и оборотов! Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов. **Перевод реферата на английский язык.** Недопустимо, использование машинного перевода!!! Вместо десятичной запятой используется точка. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в англ. яз. (допускается: WTO-WTO, ФАО-FAO и т.п.).

Библиографический список нумеруется в порядке упоминания ссылок в тексте. Ссылки помещают квадратные скобки с указанием страниц, например, [1, с. 37], [3, с. 25-26; 5, с. 30-35]. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 — 2008 для затекстовых ссылок. **Допускается доля самоцитирования не более 20% и цитирования работ сотрудников учреждения где выполнена работа не более 30%.**

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят институт рецензирования (экспертной оценки) и проверку информационной системой на наличие **неправомерных заимствований**.

Статьи (**1 экземпляр в печатном виде и на электронном носителе**) следует направлять по адресу: 243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, ул. Советская, 2а, Брянский ГАУ, главному редактору Торикову В.Е. или E-mail: torikov@bgsha.com с указанием темы «статья в журнале Вестник Брянской ГСХА». Также направляется сопроводительное письмо, оформленное на бланке соответствующего учреждения с рекомендацией к публикации, если предоставляемые материалы являются результатом работы, выполненной в этой организации. **При отправке по E-mail представлять печатный экземпляр необязательно.** Так же можно отправить по E-mail отсканированный вариант рецензии. **С аспирантов плата за публикацию рукописей не взимается.**

Вестник Брянской ГСХА
№ 6 (82) 2020 года

Главный редактор Ториков В.Е.
Editor-in-Chief *Torikov V.E.*

Редколлегия:
Editorial Staff:

Осипов А.А. – ответственный редактор
Osipov A.A. - Chief editor

Осипова Е.Н. - технический редактор
Osipova E.N. – technical editor

Резунова М.В. – корректор переводов
Rezunova M.V. – translator

Кудрина А.А. – библиограф
Kudrina A.A. - librarian

Подписано к печати 09.12. 2020 г.
Signed to printing – 09.12.2020

Формат 60x84. ¹/₁₆. Бумага печатная. Усл. п. л. 4.65. Тираж 250 экз.
Format 60x84. 1/16. Printing paper. Nom. print. p. 4.65. Ex. 250.

Выход в свет 23.12.2020 г.
Release date 23.12.2020

«Свободная цена»
Free price

16+