

ВЕСТНИК Брянской ГСХА

№ 6 (88) 2021 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)

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 (88) 2021

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 Fillipovna - 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)

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

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯЧМЕНЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ БИОПРЕПАРАТОВ**

*Dependence of Biological Productivity and Grain Quality of Barley Varieties
on the Biopreparations Applied*

Сальникова И.А., аспирант, **Мельникова О.В.**, д-р с.-х. наук, профессор
Salnikova I.A., Melnikova O.V.

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет
Bryansk State Agrarian University

Аннотация. В статье рассматривается влияние внекорневого внесения биопрепаратов на биологическую урожайность и качество зерна ячменя ярового сортов Яромир, Владимир и Раушан. Цель исследований - изучить действие биопрепаратов Геотон, Биоагро-PP, Биоагрогум-В, Гумистим на биологическую урожайность и качество зерна сортов ярового ячменя. Исследования показали, что в благоприятно складывающихся условиях вегетационного периода 2020 года наибольшую биологическую урожайность зерна 9,69 т/га обеспечил сорт Яромир на варианте с применением препарата Биоагро-PP. На всех вариантах опыта сорта Раушан, Владимир, Яромир обеспечили натуру зерна свыше 630 г/л, что соответствовало нормам для 1 класса продовольственного зерна. Вегетационный период 2021 года показал, что ухудшение погодных условий сказалось на снижении всех показателей структуры биологической урожайности зерна ячменя. Наибольшую биологическую урожайность зерна в опыте 5,01-5,68 т/га обеспечил сорт Яромир на вариантах с применением препаратов Геотон, Биоагрогум-В и Биоагро-PP. В 2021 году сорта Раушан, Владимир, Яромир не смогли обеспечить натуру зерна свыше 630 г/л (для продовольственного зерна), что позволяет отнести полученное зерно для выработки солода в спиртовом производстве. Во все годы исследований биопрепараты Геотон, Биоагрогум-В, Биоагро-PP, Гумистим, применяемые в технологиях возделывания сортов ярового ячменя, способствовали достоверному увеличению (по отношению к контролю) показателей биологической урожайности зерна, продуктивности колоса, массы 1000 зерен и натуре зерна.

Abstract. *The effect of foliar application of biological preparations on the biological productivity and quality of spring barley varieties Yaromir, Vladimir and Raushan is considered in the article. The objective of the research is to study the influence of biopreparations Geoton, Bioagro-PP, Bioagrogum-B, Humistim on the biological productivity and grain quality of spring barley varieties. Studies have shown that in the favorable conditions of the growing season of 2020, the Yaromir variety has got the highest biological grain productivity of 9.69 t/ha in the variant with the Bioagro-PP. In all variants of the experiment, the grain-unit of the varieties Raushan, Vladimir, Yaromir was higher than 630 g/l, thus corresponding to the standards for the food grain of the 1st class. The vegetation period of 2021 showed that the deterioration of weather conditions led to a decrease in all indicators of the biological productivity of barley grain. The highest biological grain productivity in the experiment of 5.01-5.68 t/ha was provided by the Yaromir variety in the variants with the preparations Geoton, Bioagrogum-B and Bioagro-PP. In 2021, the grain-unit of the varieties Raushan, Vladimir, Yaromir was not higher than 630 g/l (for food grain), which allows labelling the grain as the one for malt in alcohol production. In all the years of the study, the biopreparations Geoton, Bioagrogum-B, Bioagro-PP, Humistim, applied in the cultivation technologies of spring barley varieties, contributed to a significant increase (relative to control) in the biological grain productivity, ear productivity, thousand-kernel weight and grain-unit.*

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность зерна, натура зерна, масса 1000 зерен, биопрепараты.

Key words: *spring barley, grain yield, grain-unit, thousand-kernel weight, biopreparations.*

Введение. В современных технологиях возделывания зерновых культур для получения стабильной величины урожая и его высокого качества, наряду с сортами, большая роль отводится оптимизации питания растений. Во многих случаях наблюдается низкая отдача от применения основных минеральных удобрений, которая обусловлена, наряду с другими причинами, дефицитом микроэлементов в почвах. Более широкое использование внекорневого внесения современных препаратов и их комплексов позволит улучшить питание растений и стабилизировать производство зерна по годам [6. – С. 3; 1. – С. 4].

Разные требования к качеству продовольственного, кормового и пивоваренного ячменя обуславливают необходимость разработки дифференцированных технологий его возделывания, обеспечивающих

установленные технические и биохимические параметры зерна [5. – С. 38]. Уровень урожая отдельных сортов в производственных условиях определяется их биологическими свойствами и реакцией на условия выращивания [4. – С. 28; 7. – С. 43; 8. – С. 16].

Цель исследований - изучить влияние биопрепаратов Геотон, Биоагро-РР, Биоагрогум-В, Гумистим на биологическую урожайность и качество зерна сортов ярового ячменя.

Материалы и методика исследования. Исследования проводили в условиях многолетнего стационара Брянского государственного аграрного университета на серой лесной среднесуглинистой почве (гумус – 3,4 %, P_2O_5 – 28,3 мг/кг почвы, K_2O -17,6 мг/кг почвы, pH_{KCl} -5,8).

Объект исследований - ячмень яровой (*Hordeum sativum L.*) сорта Раушан, Владимир, Яромир.

Посев ячменя проводили в самые ранние сроки при наступлении физической спелости почвы. В 2020 году отмечалась очень ранняя весна, поэтому посев ячменя осуществили 7 апреля. В 2021 году складывались неблагоприятные условия ввиду холодной и затяжной весны, с продолжительными осадками, что позволило осуществить посев при наступлении физической спелости почвы только 28 апреля.

Высевали откалиброванные и протравленные семена ячменя сеялкой СН-16 рядовым способом с нормой высева - 5,0 млн. всх. семян /га, глубина заделки семян – 4 см. Предшественник ярового ячменя в опыте – рапс яровой.

Агротехника возделывания ярового ячменя была общепринятой для региона. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) в норме N150P150K150. Уход за посевами ячменя включал в себя защиту посевов от сорняков, вредителей и болезней. В опыте применяли средства защиты растений: протравитель семян Оплот Трио, ВСК + Табу, ВСК (0,6 + 0,6 л/т); фаза кущения – фунгицид Азорро, КС (1,0 л/га) + инсектицид Карачар, КЭ (0,15 л/га), фаза кущения - гербицид Овсюген Супер, КЭ (0,4 л/га), конец кущения - фунгицид ТитулДуо, ККР (0,3 л/га) + инсектицид Эсперо, КС (0,1 л/га), ретардант ХЭФК, ВР (0,5 л/га).

Схема опыта включала 5 вариантов: 1. Геотон 1 л/га, 2. Гумистим 4 л/га, 3. Биоагро-РР 1 л/га, 4. Биоагрогум-В 1л/га, 5. Контроль – без обработки.

Внекорневые подкормки биопрепаратами проводили дважды: в фазу кущения и фазу выхода в трубку. Обработку проводили из расчета расхода воды 300 л/га. Размещение делянок в опыте систематическое, повторность 3-х кратная, общая площадь делянки - 200 м², учетная - 125 м².

Органо-минеральный биологически активный препарат **Геотон** (ООО «НПП «АгроЭкоТех») изготовлен на основе торфа с использованием эффекта ультразвуковой кавитации. Геотон представляет собой жидкий концентрат темного цвета с содержанием: азота (N) 9 - 14%, фосфора (P_2O_5) 23 - 25%, калия (K_2O) 23 - 29%, органического вещества 32 - 45%, гуматов калия 9 - 12%.

Микробиологический препарат **Биоагро-РР** (ООО «ПНПО «БИОАГРО», ФГБУ «Россельхозцентр») содержит в качестве действующего вещества вегетативные клетки бактерии *Pseudomonas fluorescens 1-Б* и ее метаболиты (не менее 1×10^8 КОЕ/мл), гуматы - 20 %. Механизм действия препарата на растение осуществляется за счет выделения фитогормонов - ауксинов, гиббереллинов и цитокининов. Продуцируемые псевдомонадами сидерофоры, обеспечивают растения железом, а также играют важную роль в антагонистических взаимоотношениях псевдомонад с почвенными фитопатогенами.

Микробиологическое удобрение **Биоагрогум-В** (ООО «НПП «АгроЭкоТех») содержит: концентрацию спор и вегетативных клеток *Bacillus pumilus 3-Б* не менее 1×10^9 КОЕ/мл и их метаболитов, питательной среды - 79 %, гуматов - 20 %, из них количество водорастворимых гуминовых кислот, не менее 1,1 %. Механизм действия: агрохимикат обогащает почву и растения натуральными, подвижными формами питательных веществ; повышает иммунитет растений, а также подавляет развитие фитопатогенных бактерий и микромицетов (фитофтороз, ризоктониоз, парша, чёрная ножка и др.) в ризосфере и филосфере растений; стимулирует рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Препарат **Гумистим** выпускается по техническим условиям Российской Федерации ТУ – 0392-002-41267614-2004 предприятием ООО «СХП «Женьшень» (РФ), является жидким органическим удобрением, произведенным из биогумуса (копролита калифорнийских червей). Гумистим представляет собой темно-коричневую жидкость без запаха. Препарат имеет слабощелочную реакцию (pH 7,5 – 9,0) и содержит в себе в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника калифорнийского червя в процессе вермикультивирования.

Уборку урожая осуществляли в фазу полной спелости зерновки поделаячно прямым комбайнированием «Terrion - 2010». Урожайность зерна приводили к 14% влажности и 100% чистоте. Полевые исследования проводили по общепринятой методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [2.

– С. 243]. Лабораторные исследования выполнены в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Вегетационные периоды 2020 и 2021 года отличались между собой погодными условиями. В 2021 году отмечались избыточные осадки с похолоданием в период кущения ячменя и налива зерновки, что обусловило снижение урожайности зерна. Наиболее благоприятным для роста и развития ячменя был вегетационный период 2020 года.

Исследования, проведенные в 2020 году, показали, что наибольшую биологическую урожайность зерна в опыте 9,69 т/га обеспечил сорт Яромир на варианте с применением препарата Биоагро-РР. Рассматривая сортовую отзывчивость растений ячменя на используемые биопрепараты, можно отметить, что сорт Раушан наибольшую урожайность зерна 9,32 и 8,99 т/га сформировал на вариантах с применением Биоагро-РР и гумистима. Сорт Яромир наибольшей урожайностью также откликнулся на варианте с применением Биоагро-РР.

Отмечено, что в 2020 году все биопрепараты, применяемые в технологиях возделывания сортов ярового ячменя, способствовали увеличению продуктивности колоса, натуры зерна, массы 1000 зерен и как результат – биологической урожайности зерна (табл. 1).

Наибольшая масса зерна одного колоса у сорта Раушан (0,91 г и 0,90 г) отмечалась на вариантах с применением Гумистима и Биоагро-РР, у сортов Владимир (0,98 г и 1,04 г) и Яромир (0,97 г и 0,91 г) – при внесении препаратов Биоагро-РР и Биоагрогум-В. На контрольных вариантах опыта этот показатель по сортам варьировал в интервале 0,60-0,76 г. Отмечены достоверные различия между средними как по фактору А, так и по фактору В.

Таблица 1 – Биологическая урожайность и качество зерна сортов ячменя в зависимости от применяемых биопрепаратов (2020 год)

Вариант опыта		Продуктивность 1-го колоса, г	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, т/га
фактор А – сорт	фактор В – препарат				
Раушан	1. Геотон	0,83	634	45,8	8,61
	2. Гумистим	0,91	632	47,2	9,32
	3. Биоагро-РР	0,90	637	46,4	8,99
	4. Биоагрогум-В	0,81	637	46,8	8,47
	5. Контроль	0,76	630	44,0	7,73
Владимир	1. Геотон	0,86	641	46,3	7,15
	2. Гумистим	0,88	637	46,4	8,75
	3. Биоагро-РР	0,98	635	46,6	8,78
	4. Биоагрогум-В	1,04	638	46,8	9,55
	5. Контроль	0,74	631	45,1	7,02
Яромир	1. Геотон	0,88	633	46,2	7,04
	2. Гумистим	0,90	634	46,6	7,26
	3. Биоагро-РР	0,97	636	45,8	9,69
	4. Биоагрогум-В	0,91	633	46,7	8,87
	5. Контроль	0,60	631	45,0	6,31
<i>НСР₀₅ (факт. А)</i>		<i>0,008</i>	<i>1,24</i>	<i>0,15</i>	<i>0,14</i>
<i>НСР₀₅ (факт. В, АВ)</i>		<i>0,011</i>	<i>1,60</i>	<i>0,20</i>	<i>0,18</i>

На всех вариантах опыта сорта Раушан, Владимир, Яромир обеспечили натуру зерна свыше 630 г/л, что соответствовало нормам для товарного зерна 1 класса согласно ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках» [3. – С. 4].

У сорта Раушан достоверно большая натура зерна 637 г/л отмечена на вариантах с внесением Биоагро-РР и Биоагрогум-В, у сорта Владимир - 641 и 638 г/л при применении Геотона и Биоагрогум-В, у Яромира – 636 и 633 г/л на вариантах с Биоагро-РР и Гумистимом.

Использование на посевах ячменя препарата Биоагрогум-В (1 л/га) способствовало увеличению массы 1000 зерен до 46,7-46,8 г у сортов Владимир и Яромир, в то время как наибольший показатель массы зерна у сорта Раушан 47,2 г отмечался на варианте с применением Гумистима (4 л/га).

Вегетационный период 2021 года показал, что ухудшение погодных условий сказалось на снижении всех элементов биологической урожайности зерна ярового ячменя.

Наибольшую биологическую урожайность зерна в опыте 5,01-5,68 т/га обеспечил сорт Яро-

мир на вариантах с применением препаратов Геотон, Биоагрогум-В и Биоагро-РР. Сорта Раушан и Владимир характеризовались меньшей урожайностью зерна, уровень которой на вариантах с применением препаратов составил 4,05-4,11 т/га и 4,48-4,86 т/га соответственно.

В 2021 году применение двукратной обработки посевов ячменя органо-минеральными био-препаратами способствовало достоверному увеличению продуктивности колоса, массы 1000 зерен и биологической урожайности зерна (табл. 2).

Рассматривая сортовую отзывчивость растений ячменя на используемые биопрепараты, можно отметить, что сорт Раушан наибольшую урожайность зерна 4,31 т/га сформировал на варианте с применением Биоагро-РР, сорт Владимир наибольшей урожайностью 4,86 т/га также откликнулся на варианте с применением Биоагро-РР. На сорте Яромир наибольший эффект показал вариант с Геотон, обеспечивший 5,68 т/га зерна.

Таблица 2 – Биологическая урожайность и качество зерна сортов ячменя в зависимости от применяемых биопрепаратов (2021 год)

Вариант опыта		Продуктивность 1-го колоса, г	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, т/га
фактор А – сорт	фактор В – препарат				
Раушан	1. Геотон	1,02	613	42,5	4,05
	2. Гумистим	1,01	602	41,3	4,16
	3. Биоагро-РР	1,01	609	42,5	4,31
	4. Биоагрогум-В	0,99	612	40,8	4,11
	5. Контроль	0,99	610	41,9	3,45
Владимир	1. Геотон	1,17	611	41,2	4,80
	2. Гумистим	1,03	610	41,8	4,77
	3. Биоагро-РР	1,02	614	42,7	4,86
	4. Биоагрогум-В	1,13	618	42,7	4,48
	5. Контроль	1,09	616	42,1	4,35
Яромир	1. Геотон	1,14	616	41,2	5,68
	2. Гумистим	1,06	606	40,6	4,32
	3. Биоагро-РР	0,91	607	40,8	5,01
	4. Биоагрогум-В	1,18	605	41,2	5,19
	5. Контроль	0,98	616	41,9	4,28
<i>НСР₀₅ (факт.А)</i>		<i>0,048</i>	<i>4,84</i>	<i>0,56</i>	<i>0,25</i>
<i>НСР₀₅ (факт.В, АВ)</i>		<i>0,063</i>	<i>6,26</i>	<i>0,72</i>	<i>0,33</i>

Исследования показали, что неблагоприятные погодные условия 2021 года повлияли на показатель натуры зерна. На всех вариантах опыта сорта Раушан, Владимир, Яромир не смогли обеспечить натуру зерна свыше 630 г/л (для продовольственного зерна). Это позволяет использовать полученное зерно для выработки солода в спиртовом производстве согласно ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках».

Сравнительная оценка биологической урожайности зерна ярового ячменя по годам исследований показала, что неблагоприятные погодные условия вегетационного периода 2021 года, обусловленные затяжными осадками и пониженными температурами в весенне-летний период, привели к снижению урожайности зерна ячменя по всем изучаемым сортам в среднем на 42,4-66,1% у сорта Раушан, 32,9-56,9% - у сорта Владимир и на 19,3-54,3% - у сорта Яромир, по сравнению с 2020 годом (табл. 3).

Таблица 3 – Биологическая урожайность (т/га) зерна ячменя за годы исследований

Вариант опыта		2020 г	2021 г	Отклонение (т/га) к 2020 г	Отклонение (%) к 2020 г
фактор А – сорт	фактор В – препарат				
1	2	3	4	5	6
Раушан	1. Геотон	8,61	4,05	-4,56	-53,0
	2. Гумистим	9,32	4,16	-5,16	-55,4
	3. Биоагро-РР	8,99	4,31	-4,68	-52,1
	4. Биоагрогум-В	8,47	4,11	-4,36	-51,5
	5. Контроль	7,73	3,45	-4,28	-55,4

1	2	3	4	5	6
Владимир	1. Геотон	7,15	4,80	-2,35	-32,9
	2. Гумистим	8,75	4,77	-3,98	-45,5
	3. Биоагро-РР	8,78	4,86	-3,92	-44,6
	4. Биоагрогум-В	9,55	4,48	-5,07	-53,1
	5. Контроль	7,02	4,35	-2,67	-38,0
Яромир	1. Геотон	7,04	5,68	-1,36	-19,3
	2. Гумистим	7,26	4,32	-2,94	-40,5
	3. Биоагро-РР	9,69	5,01	-4,68	-48,3
	4. Биоагрогум-В	8,87	5,19	-3,68	-41,5
	5. Контроль	6,31	4,28	-2,03	-32,2

Следует отметить, что реакция изучаемых сортов ярового ячменя в опыте на используемые биопрепараты была не однозначной, что определяет перспективы для дальнейшего изучения данного вопроса. Так у сортов Яромир и Владимир из-за условий года отмечалось наименьшее снижение урожайности зерна на 19,3 и 32,9% на вариантах с применением Геотона, однако на сорте Раушан такое действие препарата не выявлено. Однако, по ряду показателей биологической урожайности и качества зерна, явное превосходство в опыте показали препараты Биоагро-РР и Биоагрогум-В.

Выводы: 1. В благоприятно складывающихся условиях вегетационного периода 2020 года наибольшую биологическую урожайность зерна 9,69 т/га обеспечил сорт Яромир на варианте с применением препарата Биоагро-РР. Сорт Раушан наибольшую урожайность зерна 9,32 и 8,99 т/га сформировал на вариантах с применением Биоагро-РР и гумистима, сорт Владимир урожайность 9,55 т/га сформировал на варианте с применением Биоагрогум-В. На всех вариантах опыта сорта Раушан, Владимир, Яромир обеспечили натуру зерна свыше 630 г/л, что соответствовало нормам для продовольственного зерна 1 класса.

2. Вегетационный период 2021 года показал, что ухудшение погодных условий сказалось на снижении всех показателей структуры биологической урожайности зерна ярового ячменя. Наибольшую биологическую урожайность зерна в опыте 5,01-5,68 т/га обеспечил сорт Яромир на вариантах с применением препаратов Геотон, Биоагрогум-В и Биоагро-РР. Сорта Раушан и Владимир характеризовались меньшей урожайностью зерна 4,05-4,11 т/га и 4,48-4,86 т/га соответственно. Сорта Раушан, Владимир, Яромир не смогли обеспечить натуру зерна свыше 630 г/л (для продовольственного зерна), что позволяет использовать полученное зерно для выработки солода в спиртовом производстве.

3. Биопрепараты Геотон, Биоагрогум-В, Биоагро-РР, Гумистим, применяемые в технологиях возделывания сортов ярового ячменя, способствовали достоверному увеличению, по отношению к контролю, показателей биологической урожайности зерна, продуктивности колоса, массы 1000 зерен и натуры зерна во все годы исследований.

Библиографический список

1. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Соколов Н.А. Биологизация - основа преодоления деградации почвенного плодородия в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 5 (69). С. 3-11.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 2011. 352 с.
3. ГОСТ 28672-90 Ячмень. Требования при заготовках и поставках. М.: Стандартинформ, 2010. 7 с.
4. Мазурова С.В., Родина Н.А. Реакция сортов ячменя на основные приемы технологии возделывания // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2007. № 9. С. 28-33.
5. Пивоварова Л.Е., Политыко П.М., Каланчина А.С. Технологии возделывания новых сортов ярового ячменя // Плодородие. 2008. № 2 (41). С. 38-39.
6. Санина Н.В., Глуховцев В.В. Особенности использования удобрений нового поколения в технологиях возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Среднего Поволжья // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 3-6.
7. Тихонов Н.И. Густота стояния растений ярового ячменя в зависимости от основных элементов технологии возделывания на пивоваренные цели // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 10. С. 43-44.
8. Эффективность применения средств химизации при возделывании овса на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, Г.П. Малявко и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 6 (82). С. 16-25.

9. Наумкин В.П., Малявко Г.П., Наумкина Л.А. Эффективность основной обработки почвы и удобрений // Кукуруза и сорго. 1993. № 6. С. 5-7.

10. Малявко Г.П. Зависимость фитосанитарного состояния посевов от агротехнических приемов // Агротехнический вестник. 2008. № 3. С. 31-32.

References

1. Belous N.M., Torikov V.E., Sokolov N.A. *Biologizacija - osnova preodolenija degradacii pochvennogo plodorodija v Brjanskoj oblasti // Vestnik Brjanskoj GSHA. 2018. № 5 (69). S. 3-11.*

2. Dospjehov B.A. *Metodika polevogo opyta. M., 2011. 352 s.*

3. GOST 28672-90 *Jachmen'. Trebovanija pri zagotovkah i postavkah. M.: Standartin-form, 2010. 7 s.*

4. Mazurova S.V., Rodina N.A. *Reakcija sortov jachmenja na osnovnye priemy tehnologii vozdeľvanija // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. 2007. № 9. S. 28-33.*

5. Pivovarova L.E., Polityko P.M., Kalanchina A.S. *Tehnologii vozdeľvanija novyh sortov jarovogo jachmenja // Plodorodie. 2008. № 2 (41). S. 38-39.*

6. Sanina N.V., Gluhovcev V.V. *Osobennosti ispol'zovanija udobrenij novogo pokolenija v tehnologijah vozdeľvanija jarovogo jachmenja v zasushlivyh uslovijah Srednego Povolzh'ja // Rossijskaja sel'sko-hozjajstvennaja nauka. 2017. № 3. S. 3-6.*

7. Tihonov N.I. *Gustota stojanija rastenij jarovogo jachmenja v zavisimosti ot osnovnyh jelementov tehnologii vozdeľvanija na pivovarennye celi // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2007. № 10. S. 43-44.*

8. *Jeffektivnost' primenenija sredstv himizacii pri vozdeľvanii ovsa na radioaktivno zagrjaznennoj pochve v otдалennyj period posle avarii na ChAJeS / V.F. Shapovalov, N.M. Belous, G.P. Maljavko i dr. // Vestnik Brjanskoj GSHA. 2020. № 6 (82). S. 16-25.*

9. Naumkin V.P., Maljavko G.P., Naumkina L.A. *Jeffektivnost' osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij // Kukuruza i sorgo. 1993. № 6. S. 5-7.*

10. Maljavko G.P. *Zavisimost' fitosanitarnogo sostojanija posevov ot agrotehnicheskikh priemov // Agrohimicheskij vestnik. 2008. № 3. S. 31-32.*

УДК 635.21:631.8

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-8-13

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ *Yield of Potato Varieties When Applying Various Fertilizers*

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.¹, Marukhlenko A.V.¹, Borisova N.P.¹, Belous N.M.², Torikov V.E.²

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

¹*Russian Potato Research Centre*

²ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

²*Bryansk State Agrarian University*

Аннотация. В статье показана роль сидеральных культур, после заделки наземной массы которых, происходит активная минерализация органических веществ. В результате чего, образующийся «молодой» гумус поддерживает биогенность почвы и улучшает ее структуру, пищевой режим, влагообеспеченность, улучшает рост и развитие растений в условиях засухи. При этом, почва лучше поглощает и удерживает питательные вещества и воду, сохраняет питательные элементы от вымывания. Исследования показали, что по выходу сухого вещества с 1 га наиболее урожайным 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. Запашка зеленой массы люпина в сочетании с минеральными удобрениями N₉₀P₉₀K₁₂₀ обеспечила дополнительную урожайность клубней 5,0 - 6,2 т/га, или 47,6 - 54,9% в зависимости от сорта. Совместное действие рапса с минеральными удобрениями увеличивало урожайность на 4,4 - 5,1 т/га или на 41,9 - 45,1 %. Применение люпина и рапса способствовало повышению коэффициента энергетической эффективности сортов картофеля до 2,04 против 1,69 при внесении навоза. Крахмалистость изучаемых сортов картофеля: Брянский деликатес, Погарский

и Брянская новинка под действием поступившей в почву зеленой массы люпина, рапса и навоза на фоне $N_{90}P_{90}K_{120}$ способствовала его повышению соответственно на 0,2-1,0-0,3 %, 0,7-0,8-1,3% и 0,3-0,9-0,9%. Внесение только одних минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{120}$ соответственно отмеченных сортов снижали крахмалистость клубней на 0,5-0-0,3 % в сравнении с контролем.

Abstract. *In the article the role of green manure crops is shown after being plowed into the soil when active mineralization of organic substances occurs. The resulting "young" humus supports soil biogenicity and improves its structure, nutritional regime, moisture availability, enables plant growth and development in drought conditions. At the same time the soil better absorbs and retains nutrients and water, prevents nutrients leaching. The studies have proved that rapeseed turned out to be the most productive in terms of the yield of dry matter per 1 ha with 8.5 t/ha versus 5.8 t/ha of lupine. The intake of basic nutrients into the soil during the plowing of the green mass of lupine was 281 kg/ha, with total NPK being equivalent to 36 t/ha of manure, this value for rapeseed was 320 kg/ha and for manure - 40 t/ha, respectively. The plowing of the green mass of lupine in combination with mineral fertilizers $N_{90}P_{90}K_{120}$ provided the surplus tubers yield of 5.0-6.2 t/ha, or 47.6-54.9%, depending on the variety. The combined action of rapeseed with mineral fertilizers increased the yield by 4.4-5.1 t/ha or by 41.9-45.1%. The lupine and rapeseed contributed to an increase in the energy efficiency coefficient of potato varieties to 2.04 versus 1.69 when applying manure. Under the influence of the green mass of lupine, rapeseed and manure applied in the soil against the background of $N_{90}P_{90}K_{120}$ the starch content of the potato varieties studied (Bryanskiy Delikates, Pogarsky and Bryanskaya Novinka) increases by 0.2-1.0-0.3 %, 0.7-0.8-1.3% and 0.3-0.9-0.9%, respectively. The application of mineral fertilizers $N_{90}P_{90}K_{120}$ only decreases the starch content of these varieties by 0.5-0-0.3 %, as compared to the control.*

Ключевые слова: картофель, сорта, удобрения, урожайность, качество, энергетическая эффективность.

Key words: potatoes, varieties, fertilizers, yield, quality, energy efficiency.

Введение. Основная опора в земледелии – на возобновляемые ресурсы природы, то есть на биологизацию, которая является одним из главных путей оптимизации условий окружающей среды, как на локальном, так и на глобальном уровне обеспечения населения экологически безопасными продуктами питания [1]. Биологизация земледелия может быть достигнута при полном отказе от применения современных средств химизации. Альтернативное земледелие ограничивает внесение синтетических минеральных удобрений, средств защиты растений и требует максимального использования биологических факторов повышения плодородия почвы, подавления болезней, вредителей и сорняков, и других мероприятий, не оказывающих отрицательного влияния на природу, но улучшающих условия формирования урожая. Основное условие биологизированных технологий – использование внутренних энергетических ресурсов, к которым относятся органические удобрения, в том числе и сидеральные. Накапливаемый в результате минерализации сидеральных культур гумус поддерживает устойчивость биогенности и структуры почвы, режима питания, водообеспеченности, что во многом улучшает развитие растений даже в условиях засухи. Почва лучше поглощает и удерживает питательные вещества и воду, сохраняет питательные элементы от вымывания [2, 3, 4].

На Новозыбковской опытной станции изучали в севообороте пути повышения эффективности применения удобрений в условиях радиоактивного загрязнения с целью получения нормативно чистой продукции и повышения плодородия песчаных почв. Исследованиями установлено, что эффект от совместного использования навоза, минеральных удобрений и соломы значительно выше, чем при раздельном их внесении. За ротацию севооборота выход зерновых единиц на этом варианте составил 216,6-231,9 ц/га, что выше не удобренного контроля на 22-31 %, разных доз навоза – на 7-19 %, одних минеральных удобрений – на 10 %, одной соломы на 2-9 % [5].

В альтернативных технологиях большое значение отводится севообороту с клевером на зеленое удобрение, особенно при внесении органо–минеральных удобрений. На Брянской опытной станции по картофелю установлено, что на неудобренном варианте урожайность зеленой массы клевера составила 387 ц/га, растительных остатков 30,7 ц/га абсолютно сухого вещества, в то время как при внесении 60 т/га $TNK + N_{90}P_{90}K_{120}$ - соответственно 494 и 48,4 ц/га. Поэтому рациональная система удобрения и оптимальное чередование культур в севообороте могут служить резервом повышения органического вещества в почве. Так, на удобренных вариантах количество корневых и пожнивных остатков клевера возросло по сравнению с контролем на 6,3 – 20,8 ц/га, люпина желтого – на 0,8 – 9,3 ц/га и ячменя – на 3,7 – 12,7 ц/га сухого вещества. Анализ растительных остатков предшественников картофеля показал весьма существенные различия по содержанию в них основных элементов питания. Азотом более богаты корни и жнивье клевера (2,60 – 2,75% и 2,33 – 2,82%) и люпина (2,68 –

3,19% и 2,19 – 2,55 %). Меньше его в остатках ячменя (1,05 – 1,50% в корнях и 1,37 – 1,83% в стеблях). Калия и фосфора больше содержится в остатках клевера, люпина и значительно меньше у ячменя. С послеуборочными остатками клевера в почву поступало 76 – 144 кг/га азота, 18 – 30 кг фосфора и 73 – 103 кг/га калия; люпина – соответственно 69 – 103 кг, 16 – 20 кг и 71 – 111 кг/га. В то же время в остатках ячменя содержалось лишь 31 – 51 кг/га азота, 9 – 18 кг фосфора и 22 – 45 кг/га калия. Если принять, что в 1 т полуперепревшего навоза содержится азота 5 кг, фосфора 2,5 и калия 6 кг, то с пожнивно – корневыми остатками клевера в почву поступало азота эквивалентное 15,2 – 28,8 т/га, фосфора – 7,2 – 12,4 и калия 12,2 – 17,2 т/га навоза. В то время как с органическими остатками ячменя в почве остается азота эквивалентное 6,2 – 10,2 т/га, фосфора – 3,6 – 7,2 и калия 3,7 – 7,5 т/га навоза [6].

В нынешних условиях хозяйства не имеют возможности применять достаточно органических удобрений из-за сокращения поголовья скота и дороговизны минеральных удобрений. Поэтому необходимо использовать более доступные дешевые виды удобрений. Наиболее целесообразно в качестве дополнительного источника удобрений применять сидеральные культуры. Поэтому целью наших исследований было выявить продуктивность картофеля и энергетическую эффективность различных сортов в зависимости от применения навоза, сидеральных и минеральных удобрений.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2001-2004 гг. на Брянской опытной станции по картофелю (ныне лаборатория клонального микроразмножения перспективных сортов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»). Почва дерново-подзолистая супесчаная 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 узколистного люпина сорта Кристалл и ярового рапса сорта Кубанский при использовании их на сидераты. Контролем служили варианты с посевом ячменя на зерно. Делянки четырех рядковые, повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое. Учетная площадь делянки 25 м², площадь делянки по предшественникам 235 м². Сорта картофеля: Брянский деликатес, Погарский и Брянская новинка. Сорт ячменя Визит. Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры, простого суперфосфата и 40 % калийной соли. Агротехника предшественников общепринятая для зоны. Технология заделки сидеральной массы включала скашивание с измельчением и запашку узколистного люпина в фазу блестящих бобиков, ярового рапса – в конце цветения. Полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа вариационной статистики [7].

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

Таблица 1 - Поступление элементов питания в почву (среднее за 2001-2003 гг.)

Вариант	Сырая масса		Абсолютно сухая масса		Поступило в почву элементов питания, кг/га		
	кг/м ²	т/га	%	т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Люпин							
Зеленая масса	2,14	21,4	18,4	3,9	115	12	91
Пожнивно-корневые остатки	0,69	6,9	28,4	1,9	22	5	36
Рапс							
Зеленая масса	2,14	21,4	27,0	5,8	113	21	92
Пожнивно-корневые остатки	0,79	7,9	34,4	2,7	33	11	50
Ячмень							
Зерно	0,19	1,9					
Пожнивно-корневые остатки	0,65	6,5	45,0	2,92	22	8	24
Навоз	6,00	60	23,5	14,1	173	158	141

Сидераты оказали положительное действие на урожайность и качество картофеля. Запашка летом зеленой массы люпина в сочетании с минеральным фоном N₉₀P₉₀K₁₂₀ обеспечила дополнительную урожайность клубней 5,0 - 6,2 т/га или 47,6 – 54,9% в зависимости от сорта. Зеленая масса узколистного люпина за минусом минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₁₂₀ повысила урожайность картофеля

на 1,0 - 2,0 т/га, или на 6,9 – 17,4% у изучаемых сортов. Запашка зеленой массы ярового рапса за минусом минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{120}$ способствовала повышению урожайности картофеля на 0,4 – 1,2 т/га или на 2,6 – 8,2%. Совместное действие рапса с минеральными удобрениями увеличивало урожайность на 4,4 – 5,1 т/га, или на 41,9 – 45,1 % (табл. 2).

Таблица 2 - Продуктивность, качество и биоэнергетическая эффективность картофеля различных сортов в зависимости от удобрений (среднее за 2002-2004 гг.)

Вариант	Урожай, т/га	Крахмал, %	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 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
4	16,6	18,6	139,4	85,6	1,63
5	14,5	17,4	113,1	60,3	1,88
$HCP_{05, T}$	0,56-0,87				

Примечание: 1. Без удобрений (контроль), 2. Люпин + $N_{90}P_{90}K_{120}$, 3. Рапс + $N_{90}P_{90}K_{120}$, 4. 60 т/га навоза + $N_{90}P_{90}K_{120}$, 5. $N_{90}P_{90}K_{120}$

Наибольшую урожайность клубней картофеля по всем сортам получено в варианте применения 60 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями $N_{90}P_{90}K_{120}$ – от 16,6 до 19,0 т/га. Крахмалистость картофеля изучаемых сортов Брянский деликатес, Погарский и Брянская новинка под действием люпина, рапса и навоза на фоне $N_{90}P_{90}K_{120}$ способствовала его повышению соответственно на 0,2-1,0-0,3 %, 0,7-0,8-1,3% и 0,3-0,9-0,9%. Одни минеральные удобрения $N_{90}P_{90}K_{120}$ соответственно отмеченных сортов снижали крахмалистость клубней на 0,5-0-0,3 %.

В настоящее время высокую реальную значимость получает биоэнергетическая оценка агроприемов возделывания картофеля, которая включает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае картофеля в процессе фотосинтеза и энергии, затрачиваемой на производство этого урожая.

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 до 2,04 против 1,69 при внесении навоза.

Заключение. Исследования свидетельствуют, что по выходу сухого вещества с 1 га наиболее продуктивным оказался яровой рапс – 8,5 т/га против 5,8 т/га у узколистного люпина.

Поступление основных элементов питания в почву при запашке зеленой массы узколистного люпина составило 281 кг/га, что по сумме NPK эквивалентно 36 т/га навоза, ярового рапса – 320 кг/га и 40 т/га навоза соответственно.

Зеленая масса узколистного люпина в сочетании с минеральным фоном $N_{90}P_{90}K_{120}$ обеспечила дополнительную урожайность клубней 5,0 - 6,2 т/га или 47,6 – 54,9% в зависимости от сорта. Совместное действие рапса с минеральными удобрениями увеличивало урожайность на 4,4 – 5,1 т/га, или на 41,9 – 45,1 %.

Крахмалистость картофеля изучаемых сортов Брянский деликатес, Погарский и Брянская новинка под действием люпина, рапса и навоза на фоне $N_{90}P_{90}K_{120}$ способствовала его повышению со-

ответственно на 0,2-1,0-0,3%, 0,7-0,8-1,3% и 0,3-0,9-0,9%. Одни минеральные удобрения $N_{90}P_{90}K_{120}$ соответственно отмеченных сортов снижали крахмалистость клубней на 0,5-0-0,3% в сравнении с контролем.

Использование сидератов позволило повысить коэффициент энергетической эффективности до 2,04 против 1,69 при внесении навоза.

Поэтому в условиях дефицита органических удобрений следует переходить к производству картофеля по альтернативной биологизированной технологии возделывания с использованием узколистного люпина или ярового рапса на зеленое удобрение.

Библиографический список

1. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / под ред. В.Ф. Мальцева, М.К. Каюмова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. Ч. 1. 541 с.
2. Бутов А.В., Мандрова А.А. Биологизация земледелия в трехпольном севообороте с картофелем // Картофелеводство. История развития и результаты исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / под ред. С.В. Жеворы. М., 2015. С. 239-242.
3. Ломов С.П., Елисеев В.И. Роль промежуточной сидерации в картофельном севообороте в условиях изменения климата // Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства: сб. материалов науч.-практ. конф. Чебоксары, 2011. С. 158–160.
4. Экологические аспекты применения удобрений в картофелеводстве России / Л.С. Федотова, А.В. Коршунов, И.А. Шильников, Н.И. Аканова, М.М. Овчаренко // Материалы Международного конгресса «Картофель. Россия – 2007». Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. М.: «Росинформагротех», 2007. С. 140–147.
5. Пути повышения эффективности применения систем удобрений и их влияние на плодородие песчаной дерново-подзолистой почвы / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, Н.П. Козловская, Л.П. Харкевич // Повышение плодородия, продуктивности дерново-подзолистых песчаных почв и реабилитация радиационно загрязненных сельскохозяйственных угодий. М.: «Агроконсалт», 2002. С. 169–175.
6. Молявко А.А., Дедков В.Д. Картофель на Юго-Западе России. Брянск, 2002. 353 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перер. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Становление фермерского картофелеводства в брянской области: позитивные и негативные тенденции / Соколов Н.А., Кубышкин А.В., Кубышкина А.В., Бабьяк М.А., Кузьмицкая А.А. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (66). С. 34-40.
9. Экологическая безопасность продукции растениеводства / Ториков В.Е., Мельникова О.В., Малявко Г.П., Волков А.В. Учебное пособие для слушателей системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов АПК по направлениям учебных программ "Агроэкология", «Устойчивое развитие сельских территорий», "Организация и функционирование крестьянских (фермерских) хозяйств" / Брянск, 2012.
10. Наумкин В.П., Малявко Г.П., Наумкина Л.А. Эффективность основной обработки почвы и удобрений // Кукуруза и сорго. 1993. № 6. С. 5-7.

References

1. *Sistema biologizacii zemledelija Nechernozemnoj zony Rossii / pod red. V.F. Mal'ceva, M.K. Kajumova. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2002. Ch. 1. 541 s.*
2. *Butov A.V., Mandrova A.A. Biologizacija zemledelija v trehpol'nom sevooborote s kartofelem // Kartofelevodstvo. Istorija razvitija i rezul'taty issledovanij po kul'ture kartofelja: sb. nauch. tr. / pod red. S.V. Zhevory. M., 2015. S. 239-242.*
3. *Lomov S.P., Eliseev V.I. Rol' promezhutochnoj sideracii v kartofel'nom sevooborote v uslovijah izmenenija klimata // Sovremennye tendencii i perspektivy innovacionnogo razvitija kartofelevodstva: sb. materialov nauch.-prakt. konf. Cheboksary, 2011. S. 158–160.*
4. *Jekologicheskie aspekty primenenija udobrenij v kartofelevodstve Rossii / L.S. Fedotova, A.V. Korshunov, I.A. Shil'nikov, N.I. Akanova, M.M. Ovcharenko // Materialy Mezhdunarodnogo kongressa «Kartofel'. Rossija – 2007». Kartofelevodstvo Rossii: aktual'nye problemy nauki i praktiki. M.: «Rosinformagroteh», 2007. S. 140–147.*
5. *Puti povyshenija jeffektivnosti primenenija sistem udobrenij i ih vlijanie na plodorodie peschanoj derno-podzolistoj pochvy / N.M. Belous, M.G. Draganskaja, N.P. Kozlovskaja, L.P. Harkevich // Povyshenie plodorodija, produktivnosti derno-podzolistyh peschanyh pochv i rehabilitacija radiacionno zagriznennyh sel'skohozjajstvennyh ugodij. M.: «Agrokonsalt», 2002. S. 169–175.*

6. Moljavko A.A., Dedkov V.D. *Kartofel' na Jugo-Zapade Rossii. Brjansk, 2002. 353 s.*
7. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd. dop. i perer. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.*
8. Stanovlenie fermerskogo kartofelevodstva v brjanskoj oblasti: pozitivnye i negativnye tendencii / Sokolov N.A., Kubyshkin A.V., Kubyshkina A.V., Bab'jak M.A., Kuz'mickaja A.A. // *Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2018. № 2 (66). S. 34-40.*
9. *Jekologicheskaja bezopasnost' produkcii rastenievodstva / Torikov V.E., Mel'nikova O.V., Maljavko G.P., Volkov A.V. Uchebnoe posobie dlja slushatelej sistemy professional'noj perepodgotovki i povysheniya kvalifikacii rukovoditelej i specialistov APK po napravlenijam uchebnyh programm "Agrojekologija", «Ustojchivoe razvitie sel'skih territorij», "Organizacija i funkcionirovanie krest'janskih (fermerskih) hozjajstv" / Brjansk, 2012.*
10. Naumkin V.P., Maljavko G.P., Naumkina L.A. *Jeffektivnost' osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij // Kukuruzna i sorgo. 1993. № 6. S. 5-7.*

УДК 620.3:635. 21

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-13-20

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ НАНОПРОДУКТОВ С ГЕРОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА СОРТА КАРТОФЕЛЯ

The Influence of New Biologically Active Nano Products with Geroprotective Properties on Potato Varieties

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.¹, Marukhlenko A.V.¹, Borisova N.P.¹, Belous N.M.², Torikov V.E.²

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

¹*Federal research center for potatoes named after A.G. Lorch*

²ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

¹*Bryansk State Agrarian University*

Аннотация. Установлено, что увеличение роста растений картофеля с использованием геропротекторов в различных концентрациях и способах применения составило по сортам: Брянский деликатес – 2,7- 3,9 см; Брянский надежный – 2,5-3,5 см. Увеличение роста 7 сортов с различной полевой устойчивостью к вирусам на применение ионов SkQ1(25нМ) варьировало в пределах 1,2–4,6 см, увеличение числа стеблей - 0,2-0,7 шт./куст. Использование геропротекторов в различных концентрациях и способах применения снизило пораженность растений вирусными болезнями по сортам: Брянский деликатес - на 0,5-1,5%, Брянский надежный – на 0,5-1,0%. От применения ионов SkQ1(25нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения сортов: Красавица, Удача, Погарский, Жуковский ранний и Брянский надежный поражались вирусами меньше контроля на 0,5 %, а сорта Брянский деликатес и Престиж - на 1,0 %. Увеличение урожайности картофеля от применения геропротекторов оказалось существенным и составило у сортов: Брянский деликатес - 13-35 ц/га, Брянский надежный – 9-17 ц/га. Ранжирование увеличения урожайности сортов на применение геропротекторов оказалось: Погарский (30 ц/га), Брянский деликатес (20), Красавица (17), Брянский надежный (15), Удача (11), Жуковский ранний (8), Престиж (6 ц/га). Превышение товарности урожая клубней при использовании геропротекторов было в пределах 5-12%.

Abstract. It was found that the increase in the growth of potato plants with the use of geroprotectors in various concentrations and methods of application was by varieties: Bryansky delicates – 2.7 - 3.9 cm; Bryansky Nadezhny – 2.5-3.5 cm. The increase in the growth of 7 varieties with different field resistance to viruses on the use of SkQ1 ions (25nM) varied within 1.2–4.6 cm, the increase in the number of stems - 0.2-0.7 pcs./bush. The use of geroprotectors in various concentrations and methods of application reduced the infestation of plants with viral diseases by varieties: Bryansky delicates - by 0.5-1.5%, Bryansk reliable-by 0.5-1.0%. From the use of SkQ1 ions (25nM) - pre-planting treatment of tubers + spraying of plants in the budding phase – the beginning of flowering of the varieties: Krasavitsa, Udacha, Pogarsky, Zhukovsky early and Bryansky Nadezhny were affected by viruses less than control by 0.5 %, and the varieties Bryansky delicates and Prestige-by 1.0 %. The increase in potato yield from the use of herooprotectors turned out to be significant and amounted to varieties: Bryansky delicates - 13-35 c/ha, Bryansky Nadezhny - 9-17 c/ha. Ranking the increase in the yield of varieties for the use of

heroprotectors turned out to be: Pogarsky (30 c/ha), Bryansky delicates (20), Krasavitsa (17), Bryansky Nadezhny (15), Udacha (11), Zhukovsky early (8), Prestige (6 c/ha). The excess of the yield of tubers when using heroprotectors was within 5-12%.

Ключевые слова: картофель, сорт, рост и развитие растений, геропротекторы, ионы Скулачева.

Key words: potato, variety, plant growth and development, geroprotectors, Skulachev ions.

Введение. Культура картофеля, размножаемая вегетативно, с течением времени подвержена вырождению, вследствие поражения вирусными и другими болезнями, а также физиологическому старению под воздействием неблагоприятных абиотических факторов [1,2,3]. Процесс физиологического вырождения или старения развивается поступательно и выражен в ухудшении потребительских и семенных качеств клубней. Интенсивность физиологического вырождения или старения обусловлена как внутренними генетическими особенностями генотипов, так и условиями культивирования и хранения материала. Длина периода, когда семенной картофель обладает высокопродуктивным статусом, зависит от многих факторов, включая особенности сорта, размер клубня и условия хранения [4]. Старение и отмирание тканей детерминировано в процессе онтогенеза растений [5]. В.П. Скулачев полагает, что после завершения онтогенеза включается механизм феноптоза – запрограммированного старения и смерти организма [6].

Старение организмов сопровождается нарушением в клетках баланса активных форм кислорода, усиливая его окисление, что деградирует биополимерные макромолекулы [7]. Для картофеля процессы физиологического старения и вырождения вследствие поражения фитопатогенами связаны с нарушением баланса активных форм кислорода в клетках. Поэтому возможно использование антиоксидантов для противодействия таким процессам [8]. Основное место генерации активных форм кислорода – дыхательная цепь внутренней мембраны митохондрий [9]. Поэтому для эффективного противодействия окислительным стрессам, вызываемым накоплением активных форм кислорода, необходима локализация антиоксидантов в митохондриях [8].

В России в 2003–2004 гг. была освоена технология доставки антиоксидантов в митохондрии клетки для регулирования активных форм кислорода. Эта технология стала базовой российского инновационного проекта «Ионы Скулачева», главной целью которого является эффективная борьба со старением клеток посредством направленного воздействия на митохондрии [10]. Один из важных результатов Проекта был получен при исследовании действия SkQ1 на растения. Началом исследования в этом направлении положили опыты по действию SkQ1 на способность недифференцированных клеточных культур (калусная ткань) регенерировать целое растение [8]. В лабораторных опытах ВНИИКХ и ООО «НИИ Митоиинженерии МГУ» было выявлено, что регулярное использование ионов Скулачева при культивировании стеблевых черенков на искусственных питательных средах способствует росту и развитию микрорастений [11].

Целью наших исследований явилось изучение способов применения препарата SkQ1 в различных концентрациях на рост, развитие и продуктивность растений сортов картофеля при полевом возделывании. Препарат ионов Скулачева SkQ1 синтезировали в НИИ ФХБ им. А.Н. Белозерского (МГУ). Он регулирует внутриклеточный баланс активной формы кислорода (АФК) – митохондриально-ориентированных антиоксидантов, представляющих собой соединения проникающего катиона трифенилдецилфосфония и производных пластохинона хлоропластов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2012 г. на Брянской опытной станции по картофелю (ныне лаборатория клонального микроразмножения перспективных сортов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»). Почва дерново-подзолистая супесчаная 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.

Апрель и май месяцы были теплее обычного на 4⁰С, осадков в апреле выпало почти в 2 раза выше нормы, в мае этот показатель соответствовал среднемноголетним данным (54,3 и 55,0 мм). В июне месяце осадков выпало в 1,9 раза выше среднемноголетней нормы, что негативно сказалось на росте и развитии растений. Июль месяц был очень жарким и сухим, осадков выпало 49 % от нормы, особенно засушливой была третья декада июля. В первой декаде августа максимальная температура воздуха в отдельные дни достигала 31-34⁰ С, в этот период растения картофеля испытывали большой стресс, что привело к недобору урожая клубней.

Предшественник – сидерат (яровой рапс). Весной проводили перепашку зяби, культивацию и нарезку гребней. Перед культивацией вносили минеральные удобрения в форме борофоски (Р-10%, К-16%, В- 0,25%, Са - 20,0%, Mg- 2,0%), азофоски (N : P : K = 16 : 16 : 16) и аммиачной селитры (34,5% N). Всего внесено минеральных удобрений N₆₀ P₆₀ K₉₀. Посадка клоновой сажалкой. Через

неделю после посадки вносили гербицид раундап – 2 кг/га, до входов – зенкор – 1 кг/га, при высоте растений 5-10 см – титус – 50 г/га. Против вредителей и болезней были применены препараты: актара - 60 г/га; актара - 60 г/га + авиксил – 2,5 кг/га; актара - 60 г/га + манкоцеб – 1,5 кг/га.

Исследования проводили по двум опытам. Опыт 1 – Сравнительная оценка роста, развития и продуктивности растений картофеля в зависимости от способов и концентрации препарата SkQ1 при полевом выращивании:

1. Контроль (без SkQ1),
2. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней,
3. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней,
4. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам,
5. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения,
6. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения,
7. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения.

Для закладки опыта использовали клубни класса супер-суперэлита сортов Брянский деликатес и Брянский надежный. Повторность опыта четырехкратная, по 50 клубней на делянке.

Опыт 2 – Изучение реакции сортов картофеля с различной полевой устойчивостью к вирусам на применение ионов Скулачева:

1. Контроль (без SkQ1),
2. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения.

Для закладки опыта использовали клубни класса супер-суперэлита сортов селекции Брянской опытной станции и ВНИИКХ различных групп спелости и степени полевой устойчивости к вирусам: ранние – Удача (высокая устойчивость), Жуковский ранний (неустойчив), Красавица, Погарский (средняя устойчивость); среднеранние – Брянский деликатес (высокая устойчивость); среднеспелые – Престиж (средняя устойчивость); позднеспелые – Брянский надежный (высокая устойчивость). Повторность опыта четырехкратная, по 50 клубней на делянке.

В период вегетации были проведены фенологические наблюдения и биометрические измерения. Число стеблей и высоту растений определяли на 50 растениях каждой повторности.

Визуальную оценку растений картофеля на поражение вирусными болезнями проводили в фазы развития – полные всходы, бутонизация – цветение и перед уничтожением ботвы. Накануне уборки подсчитывали число кустов на каждой делянке и определяли структуру урожая путем выкапывания 10 кустов с двух несмежных повторностей. Клубни при этом разделяли по массе на фракции: до 25 г, 25-125 г, свыше 125 г, или по размеру: до 28 мм, 28-60 мм и свыше 20 мм. Уборка проведена вручную поделаячно. Клубневой анализ проведен через месяц после уборки. Данные урожайности клубней картофеля обрабатывали дисперсионным методом вариационной статистики [12].

Результаты исследований. По результатам фенологических наблюдений с применением геропротекторов не было выявлено существенных различий прохождения фаз развития растений картофеля в пределах сорта. В целом влияние оказали биологические особенности сорта и метеорологические условия года. Следует отметить, что листовой аппарат растений на вариантах с применением ионов Скулачева был более мощным, чем на контроле.

Данные биометрических показателей свидетельствуют, что ионы Скулачева способствуют линейному росту растений изучаемых сортов. Так, на контроле высота растений на сорте Брянский деликатес составила 38,6 см, на сорте Брянский надежный 44,4 см. В зависимости от различных концентраций и способов применения геропротекторов высота растений соответственно увеличилась на 2,7-3,9 см и 2,5-3,5 см. Наиболее высокими были растения сортов Брянский надежный – 47,9 см на варианте SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения и Брянский деликатес 42,5 см на варианте SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения. Количество стеблей незначительно увеличивалось по сравнению с контролем, у сорта Брянский деликатес на 0,2-0,5 шт./куст, у сорта Брянский надежный – 0,1-0,3 шт./куст в зависимости от вариантов (табл. 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели роста и развития растений при использовании ионов Скулачева (опыт 1)

Вариант	Брянский деликатес		Брянский надежный	
	высота растений, см	кол-во стеблей, шт./куст	высота растений, см	кол-во стеблей, шт./куст
1. Контроль (без SkQ1)	38,6	2,9	44,4	2,6
2. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней	41,3	3,1	46,9	2,7
3. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней	41,3	3,1	46,9	2,7
4. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам	41,6	3,2	47,2	2,7
5. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	42,5	3,4	47,3	2,9
6. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	42,1	3,2	47,1	2,8
7. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	41,7	3,2	47,9	2,8

По изучению реакции сортов картофеля с различной полевой устойчивостью к вирусам на применение ионов SkQ1(25нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения отмечено также увеличение линейного роста и числа стеблей. Так, в сравнении с контролем превышение высоты и числа стеблей составило по сортам: Брянский деликатес – 4,6 см и 0,3 шт./куст, Брянский надежный – 3,8 и 0,8; Красавица - 3,3 и 0,7; Удача – 2,4 и 0,7; Погарский – 2,3 и 0,2; Престиж – 2,3 и 0,5; Жуковский ранний – 1,2 см и 0,2 шт./куст (табл. 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели роста и развития растений при использовании ионов Скулачева (опыт 2)

Вариант	Красавица	Удача	Погарский	Брянский деликатес	Жуковский ранний	Престиж	Брянский надежный
Высота растений, см							
Контроль (без SkQ1)	27,5	37,6	39,4	36,5	46,3	43,8	43,9
SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	40,8	40,0	41,7	41,1	47,5	46,1	47,7
Количество стеблей, шт./куст							
Контроль (без SkQ1)	3,3	2,9	4,4	2,9	4,1	2,7	2,4
SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	4,0	3,6	4,6	3,2	4,3	3,2	3,2

Установлено, что растения изучаемых сортов поражались только легкими формами вирусной инфекции (обыкновенной мозаикой и закручиванием листьев). Сорта Красавица, Удача, Погарский, Жуковский ранний и Брянский надежный поражались вирусами при внесении SkQ1 (0,25н) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения меньше контроля на 0,5 %, а сорта Брянский деликатес и Престиж соответственно на 1,0 % (табл. 3).

Таблица 3 – Поражение растений картофеля вирусными болезнями, %

Сорт	Всего	В том числе:		
		обыкновенная мозаика	закручивание листьев	морщинистая мозаика
Контроль (без обработки SkQ)				
Красавица	2,0	1,5	0,5	0
Удача	2,0	1,0	1,0	0
Погарский	3,5	1,5	2,0	0
Брянский деликатес	3,0	1,5	1,5	0
Жуковский ранний	4,0	3,0	1,0	0
Престиж	3,0	2,0	1,0	0
Брянский надежный	3,0	2,5	0,5	0
SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения				
Красавица	1,5	1,0	0,5	0
Удача	1,5	0,5	1,0	0
Погарский	3,0	1,5	1,5	0
Брянский деликатес	2,0	1,5	0,5	0
Жуковский ранний	3,5	2,0	1,5	0
Престиж	2,0	1,5	0,5	0
Брянский надежный	2,5	2,0	0,5	0

Урожайность картофеля свидетельствует об эффективном влиянии ионов Скулачева на всех вариантах и сортах. Прибавки урожайности в зависимости от варианта, составили от 13 до 35 ц/га, или 9,4 и 25,3 %. Наибольшие прибавки обеспечил сорт Брянский деликатес на вариантах: SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения – 35 ц/га, или 25,3 %; SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения – 30 ц/га, или 21,7 %; SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам – 29 ц/га, или 21,0 %. Сорт Брянский надежный в варианте SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения – 17 ц/га или 13,5 % (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность и товарность картофеля в зависимости от способа применения и концентрации применения препарата SkQ1

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка		Товарность, %
		ц/га	%	
1	2	3	4	5
Сорт Брянский деликатес				
1. Контроль (без SkQ1)	138	-	-	70
2. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней	151	13	9,4	76
3. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней	153	15	10,8	76
4. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам	167	29	21,0	81
5. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации- начала цветения	168	30	21,7	80
6. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	162	24	17,3	78
7. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	173	35	25,3	78

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Сорт Брянский надежный				
1. Контроль (без SkQ1)	126	-	-	71
2. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней	135	9	7,1	78
3. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней	139	13	10,3	77
4. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам	140	14	11,1	82
5. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений по всходам + опрыскивание растений в фазу бутонизации- начала цветения	140	14	11,1	80
6. SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	143	17	13,5	85
7. SkQ1 (0,250 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	140	14	11,1	82
НСР ₀₅ , ц - 2,4 - для сортов; НСР ₀₅ , ц 4,4 – для геропротекторов				

При изучении реакции сортов на применение ионов Скулачева выявили, что урожайность клубней варьировала и по сравнению с контролем возрастала в пределах 6 - 30 ц/га. По сортам прибавка от применения SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения составила: Погарский – 30 ц/га, или 22,4%, Брянский деликатес – 20 ц/га, или 13,4%, Брянский надежный – 15 ц/га, или 11,4%, Красавица – 16 ц/га, или 7,6%, Удача – 11 ц/га, или 7,9%, Жуковский ранний – 8 ц/га, или 4,6%, Престиж – 6 ц/га, или 3,4% (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность и товарность сортов картофеля с различной полевой устойчивостью к вирусам в зависимости от применения ионов Скулачева

Сорт	Урожайность, ц/га		Прибавка		Товарность, %	
	контроль (без SkQ1)	SkQ1 (0,25 нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения	ц/га	%	контроль (без SkQ1)	с обработкой SkQ1 (0,25 нМ)
Красавица	215	231	16	7,6	78	88
Удача	140	151	11	7,9	75	87
Погарский	135	165	30	22,4	70	80
Брянский деликатес	152	172	20	13,4	76	84
Жуковский ранний	165	173	8	4,6	76	81
Престиж	161	167	6	3,4	73	79
Брянский надежный	131	146	15	11,4	77	85
НСР ₀₅ , ц – 9,0 - для сортов; НСР ₀₅ , ц 4,8– для геропротекторов						

Применение геропротекторов SkQ1 способствовало росту товарности урожая клубней. Так, в опыте 1 рост товарности по сорту Брянский деликатес составил от 8,6 до 14,3 %, по сорту Брянский надежный – от 7,9 до 10,5%. В опыте 2 рост товарности урожая клубней по сортам: Красавица, Удача, Погарский, Брянский деликатес, Жуковский ранний, Престиж, Брянский надежный составил 10% - 12,0 – 10 – 8 – 5 – 6 – 8%.

Заключение. Проведенные исследования свидетельствуют, что геропротекторы (ионы Скулачева) способствуют росту и развитию растений картофеля. Увеличение высоты растений с использованием геропротекторов в различных концентрациях и способах применения составило по сортам: Брянский деликатес – 2,7- 3,9 см; Брянский надежный – 2,5-3,5 см. Увеличение линейного роста 7 сортов картофеля с различной полевой устойчивостью к вирусам на применение ионов SkQ1(25нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения варьировало в пределах 1,2–4,6 см. При этом увеличение количества стеблей варьировало в пределах 0,2-0,7 шт./куст по сравнению с контролем.

Применение геропротекторов снизило поражение растений картофеля вирусными болезнями. При использовании геропротекторов в различных концентрациях и способах применения снижение

пораженности вирусными болезнями составило по сортам: Брянский деликатес - 0,5-1,5%, Брянский надежный – 0,5-1,0%. Снижение пораженности вирусными болезнями сортов картофеля: Красавица, Удача, Погарский, Брянский деликатес, Престиж, Брянский надежный от применения ионов SkQ1(25нМ) – предпосадочная обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации – начала цветения составило 0,5 – 0,5 – 0,5 – 1,0 – 1,0 - 0,5%.

Увеличение урожайности клубней картофеля от применения геропротекторов нового поколения оказалось существенным и составило у сортов: Брянский деликатес - 13-35 ц/га, Брянский надежный – 9-17 ц/га. Ранжирование увеличения урожайности сортов на применение геропротекторов оказалось: Погарский (30 ц/га), Брянский деликатес (20), Красавица (17), Брянский надежный (15), Удача (11), Жуковский ранний (8), Престиж (6). Товарность урожая клубней несколько варьировала в зависимости от сорта, однако превышение ее при использовании геропротекторов было в пределах 5-12%.

Библиографический список

1. Дементьева М.И. Фитопатология. М.: Колос. 1970. 464 с.
2. Писарев Б.А., Трофимец Л.Н. Семеноводство картофеля. М.: Россельхозиздат, 1976. 183 с.
3. Сердюков А.Е., Писарев Б.А., Старцева Л.И. Семеноводство картофеля. М.: Колос, 1984. 160 с.
4. Harris P.M. The potato scab: the scientific basis for improvement. 2nd ed. Chapman and Hall, London, UK. 1992. 909 p.
5. Биохимическая природа старения растительных тканей (на примере сочных плодов) // Биохимия иммунитета, покоя, старения растений / Л.В. Метлицкий, О.Л. Озерецковская, Н.П. Кораблева и др. М.: Наука, 1984. С. 181-206.
6. Skulachev V.P. The programmed death phenomena, aging and the Samurai law of biology // *Exp. Gerontol.* 2001. V. 36, N 7. P. 995-1024.
7. Кольтовер В.К. Свободнорадикальная теория старения: современное состояние и перспективы // *Успехи геронтологии.* 1998. Вып. 2. С. 37-42.
8. Усков А.И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: использование геропротекторов // *Достижения науки и техники АПК.* 2010. № 3. С. 25-28.
9. Skulachev V.P. Phenoptosis: programmed death of an organism // *Biochemistry (Moscow).* 1999. V. 64, N 12. P. 1418-1426.
10. Скулачев В.П. Попытка биохимиков атаковать проблему старения: «Мегапроект» по пролиающим ионам. Первые итоги и перспективы // *Биохимия.* 2007. Т. 72, вып. 12. С. 1572-1586.
11. Изменение роста и развития микрорастений картофеля при регулярном использовании ионов Скулачева: сб. науч. тр. ВНИИКХ / А.И. Усков, Д.В. Кравченко, А.А. Замятин, М.В. Скулачев. 2012. С. 118-121.
12. Экологическая безопасность продукции растениеводства / Ториков В.Е., Мельникова О.В., Малявко Г.П., Волков А.В. Учебное пособие для слушателей системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов АПК по направлениям учебных программ "Агроэкология", «Устойчивое развитие сельских территорий», "Организация и функционирование крестьянских (фермерских) хозяйств" / Брянск, 2012.
13. Наумкин В.П., Малявко Г.П., Наумкина Л.А. Эффективность основной обработки почвы и удобрений // *Кукуруза и сорго.* 1993. № 6. С. 5-7.
14. Становление фермерского картофелеводства в брянской области: позитивные и негативные тенденции / Соколов Н.А., Кубышкин А.В., Кубышкина А.В., Бабьяк М.А., Кузьмицкая А.А. // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018. № 2 (66). С. 34-40.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перер. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. *Dement'eva M.I. Fitopatologija. M.: Kolos. 1970. 464 s.*
2. *Pisarev B.A., Trofimec L.N. Semenovodstvo kartofelja. M.: Rossel'hozizdat, 1976. 183 s.*
3. *Serdjukov A.E., Pisarev B.A., Starceva L.I. Semenovodstvo kartofelja. M.: Kolos, 1984. 160 s.*
4. *Harris P.M. The potato scab: the scientific basis for improvement. 2nd ed. Chapman and Hall, London, UK. 1992. 909 p.*
5. *Biohimicheskaja priroda starenija rastitel'nyh tkanej (na primere sochnyh plodov) // Biohimija immuniteta, pokoja, starenija rastenij / L.V. Metlickij, O.L. Ozereckovskaja, N.P. Korableva i dr. M.: Nauka, 1984. S. 181-206.*

6. Skulachev V.P. *The programmed death phenomena, aging and the Samurai law of biology* // *Exp. Gerontol.* 2001. V. 36, N 7. P. 995-1024.
7. Kol'tover V.K. *Svobodnoradikal'naja teorija starenija: sovremennoe sostojanie i perspektivy* // *Uspehi gerontologii.* 1998. Vyp. 2. S. 37-42.
8. Uskov A.I. *Vosproizvodstvo ozdorovlennogo ishodnogo materiala dlja semenovodstva kartofelja: ispol'zovanie geroprotektorov* // *Dostizhenija nauki i tehniki APK.* 2010. № 3. S. 25-28.
9. Skulachev V.P. *Phenoptosis: programmed death of an organism* // *Biochemistry (Mos-cow).* 1999. V. 64, N 12. P. 1418-1426.
10. Skulachev V.P. *Popytka biohimikov atakovat' problemu starenija: «Megaproekt» po pronikajushhim ionam. Pervye itogi i perspektivy* // *Biohimija.* 2007. T. 72, vyp. 12. S. 1572-1586.
11. *Izmenenie rosta i razvitija mikrorastenij kartofelja pri reguljarnom ispol'zovanii ionov Skulacheva: sb. nauch. tr. VNIKH/A.I. Uskov, D.V. Kravchenko, A.A. Zamjatin, M.V. Skulachev.* 2012. S. 118-121.
12. *Jekologicheskaja bezopasnost' produkcii rastenievodstva / Torikov V.E., Mel'nikova O.V., Maljavko G.P., Volkov A.V. Uchebnoe posobie dlja slushatelej sistemy professional'noj perepodgotovki i povyshenija kvalifikacii rukovoditelej i specialistov APK po napravlenijam uchebnyh programm "Agrojekologija", «Ustojchivoe razvitie sel'skih territorij», "Organizacija i funkcionirovanie krest'janskih (fermerskih) hozjajstv" / Brjansk, 2012.*
13. Naumkin V.P., Maljavko G.P., Naumkina L.A. *Jeffektivnost' osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij* // *Kukuruza i sorgo.* 1993. № 6. S. 5-7.
14. *Stanovlenie fermerskogo kartofelevodstva v brjanskoj oblasti: pozitivnye i negativnye tendencii / Sokolov N.A., Kubyshkin A.V., Kubyshkina A.V., Bab'jak M.A., Kuz'mickaja A.A. // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii.* 2018. № 2 (66). S. 34-40.
15. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij).* 5-e izd. dop. i perer. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

УДК 635.044:632.937

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-20-25

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ В БОРЬБЕ С *F. SOLANI* В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА И ИХ ЛАЗЕРНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ

Efficacy of Biological Preparations Against F. Solani in Greenhouse Conditions and their Laser Stimulation

Маслова М.В.¹, канд. с.-х. наук, с.н.с., **Грошева Е.В.**¹, н.с.,
Будаговский А.В.^{1,2}, д-р техн. наук, зав. НИПЛ "Биофотоника",
Будаговская О.Н.^{1,2}, д-р техн. наук, в.н.с.,
*Maslova M.V.*¹, *Grosheva E.V.*¹, *Budagovsky A.V.*^{1,2}, *Budagovskaya O.N.*^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

¹*Michurinsk State Agrarian University*

²ФГБНУ "ФНЦ им. И.В. Мичурина"

²*Michurin Federal Scientific Centre*

Аннотация. В основе оптимизации фитосанитарного состояния растений в условиях теплицы должно лежать изучение биологических особенностей выделенных микроорганизмов, главным образом их патогенных свойств и чувствительности к защитным препаратам. *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.- возбудитель корневой гнили огурца является экономически важным грибным патогеном в защищенном грунте, который вызывает значительные потери урожая. Перспективным направлением является исследование эффективности различных биологических препаратов для борьбы с данным патогеном в условиях защищенного грунта, а также повышение их активности. Исследования проводили на базе научно-исследовательской проблемной лаборатории "Биофотоника" и учебно-исследовательского тепличного комплекса ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. Оценка фитосанитарного состояния растений огурца в теплице показала наличие очагов инфицирования грибом *F.solani*. Методом влажных камер, а также культивирования на питательных средах выделены колонии *F. solanic* беловато-кремовым воздушным мицелием. Метаболиты данного изолята использовали для определения характера их влияния на растения огурца, выращенные в условиях *invitro*. Исследования позволили установить патогенные свойства выделенного гриба *F. solani*. При добавлении в питательную среду культурального фильтрата патогена у проростков огурца отмечалось ингибирование роста стебля на 12,5%, а также корнеобразовательной способности, что отразилось в виде угнетения роста главного корня на 16,5% и снижения числа боковых корней на 15,8%.

В дальнейшем на огурце защищенного грунта была проведена оценка эффективности биопрепаратов Алирин-Б, Фитоспорин М и Гамаир в борьбе с *F.solani*, также изучена возможность стимуляции их фунгицидного действия посредством применения лазерного излучения. Методом прямого микроскопирования выявлено снижение числа конидий патогенного гриба в субстрате при использовании Алирина-Б и Гамаира на 15,0 и 67,3 %. Обработка рабочих растворов данных биопрепаратов когерентным светом увеличила их эффективность в борьбе с фузариозом на 78,6 и 65,5%. Использование облученного рабочего раствора Фитоспорина М позволило снизить число клеток гриба в субстрате на 77,8% по сравнению с образцами, где препарат не применяли.

Abstract. *The optimization of the phytosanitary state of plants under greenhouse conditions should be based on the study of the biological characteristics of the isolated microorganisms, mainly their pathogenic properties and sensitivity to protective preparations. Fusarium solani (Mart.) Sacc.as a causative agent of cucumber root rot is an economically important fungal pathogenome in greenhouses that causes significant crop losses. A promising direction is the study of the effectiveness of various biological preparations for the control of the pathogen in greenhouse conditions, as well as an increase in their activity. The research was carried out on the basis of the Biophotonics research problem laboratory and the educational and research greenhouse complex of the Michurinsk State Agrarian University. The assessment of the phytosanitary state of cucumber plants in the greenhouse showed the presence of focal infection with F. solani fungus. Colonies of F. solanici with whitish cream were isolated by the method of moist chambers, as well as cultivation on nutrient media. Colonies F. solani are distinguished by whitish-cream air mycelium. Metabolites of this isolate were used to determine the nature of their effects on cucumber plants grown under in vitro conditions. Studies have established the pathogenic properties of the isolated fungus F. solani. When a pathogen culture filtrate was added to the nutrient medium, cucumber seedlings were inhibited for stem growth by 12.5%, as well as the root forming, which was reflected in the form of oppression of the growth of the main root on 16.5% and reduction of the number of lateral roots by 15.8%. Subsequently, the effectiveness of Alirin-B, Phytosporin M and Gamair against F. solani was evaluated on greenhouse cucumbers. Besides, the possibility of stimulating their fungicidal action through the use of laser radiation is also studied. The direct microscopy showed a decrease in the number of conidia of the pathogenic fungus in the substrate using Alirin-B and Gamair by 15.0 and 67.3%. Processing the working solutions of these biopreparations with coherent light increased their effectiveness against fusariosis by 78.6 and 65.5%. The use of an irradiated working solution of Phytosporin M made it possible to reduce the number of fungal cells in the substrate by 77.8% compared to samples where the preparation was not used.*

Ключевые слова: биопрепараты, фузариоз огурца защищенного грунта, лазерная стимуляция.

Key words: biopreparations, cucumber fusariosis in greenhouse, laser stimulation.

Введение. Одной из основных проблем, связанных с выращиванием овощных культур в открытом и защищенном грунте, является распространение инфекционных болезней грибной этиологии, вызванных состоянием самих растений, а также погрешностями в агротехнике. Источником инфекции чаще всего являются зараженные семена, корневой субстрат или вода для полива [1].

В основе оптимизации фитосанитарного состояния растений в условиях теплицы должно лежать изучение биологических особенностей выделенных микроорганизмов, главным образом их патогенных свойств и чувствительности к защитным препаратам. Это позволит определить направление исследований по подавлению развития возбудителей болезней.

Fusariumsolani (Mart.) Sacc. - возбудитель корневой гнили огурца является экономически важным грибным патогеном, который вызывает значительные потери урожая [2;3;4]. Гриб поражает различные овощные культуры: огурец, кабачок, дыня, арбуз, тыква, перец [5; 6].

Использование агрессивных химических фунгицидов в теплицах крайне опасно, поэтому необходим поиск эффективных экологических средств и методов борьбы с данным патогеном. Таким требованиям соответствуют различные биологические препараты защиты растений [7; 8]. Вопрос повышения функциональной активности микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов не теряет своей актуальности. Одним из способов решения данной проблемы является применение лазерного излучения. Его воздействиевызывает стимуляцию физиологических процессов у микроорганизмов, что повышает и их фунгицидную активность [9].

Материалы и методы. Исследования проводили на базе научно-исследовательской проблемной лаборатории "Биофотоника" и учебно-исследовательского тепличного комплекса ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ.

Фитосанитарную оценку растений огурца в условиях защищенного грунта проводили общепринятыми методами: визуального обследования, микроскопирования, также использовали культуральный метод [10; 11; 12]. Выделение микроорганизмов из растительных эксплантов осуществляли

методом накопления во влажной камере. Для этого брали чашки Петри, на дно которых укладывали слой ваты. Ее покрывали двумя слоями фильтровальной бумаги. Подготовленные чашки стерилизовали в сушильном шкафу при 130°C в течение 3 ч. Перед раскладкой растительных образцов вату и фильтровальную бумагу увлажняли стерильной водой. Чашки Петри с эксплантами инкубировали при комнатной температуре. Для выявления природы поражения мутный экссудат, мицелий, участки растительной ткани с патологическими изменениями высевали на плотные питательные среды в чашки Петри или пробирки. Выросшие колонии анализировали и идентифицировали.

Так же проводили изолирование поверхностной микробиоты, которую смывали с побегов и листьев растений стерильной водой. Для этого брали пробирки с 10 мл стерильной дистиллированной воды. В них помещали растительные образцы и интенсивно встряхивали. Полученные смывы высевали на агаризированную питательную среду в чашки Петри. По мере экспозиции проводили учет выросших колоний, их идентификацию

Выделившиеся колонии *F. Solani* использовали в дальнейших исследованиях по определению характера его влияния на растения огурца. С этой целью данный изолят выращивали в течение месяца на жидкой питательной среде Чапека с pH = 4,5 при температуре 24 - 26°C. Полученную культуральную жидкость отделяли от живых клеток гриба с соблюдением условий стерильности пропуская через мембранный фильтр ("Millipore" 0,22 µm, France).

Оценку влияния *F. Solani* на растения огурца в условиях *invitro* проводили с использованием раствора культуральной жидкости. Для этого семена огурца проращивали в культуре *invitro* на питательной среде MS [13], с 10,0%-ным содержанием токсических метаболитов исследуемого гриба с последующей оценкой состояния проростков. Контролем служили образцы растений, выращенные на среде без токсинов.

Эффективность биопрепаратов Алирин-Б, Фитоспорин М и Гамаирв борьбе с фузариозом определяли по степени подавления развития *F. Solani* в субстрате в условиях теплицы. Число клеток гриба в субстрате определяли путем микроскопирования через 3 суток после внесения препаратов под корень растений огурца. 1 см³ субстрата помещали в сосуд с 30 мл стерильной воды, тщательно взбалтывали в течение 2-3 мин., затем на предметное стекло помещали 0,1 мл суспензии, просматривали 10 полей зрения при увеличении ×640. После рассчитывали среднее число колоний в 1 см³ субстрата. Облучение рабочих растворов биопрепаратов He-Ne лазером (λ=630nm, I=2,5 Вт/м²) проводили в течение 960 с.

Для статистической обработки и анализа экспериментальных данных использовали стандартные компьютерные программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Оценка фитосанитарного состояния растений огурца в теплице показала наличие очаговинфекционирования грибом *F. solani*, который чаще локализовывался в нижней части стеблей, в местах их растрескивания. Методом влажных камер, а также культивирования на питательных средах выделены колонии *F. Solani* с беловато-кремовым воздушным мицелием.

Метаболиты данного изолята использовали для определения характера их влияния на растения огурца, выращенные в условиях *invitro*. Исследования позволили установить патогенные свойства выделенного гриба *F. solani*. При добавлении в питательную среду культурального фильтрата патогена у проростков огурца отмечалось ингибирование роста стебля, а также корнеобразовательной способности, что отразилось в виде угнетения роста главного корня и снижения числа боковых корней (рис. 1).

Средняя длина стебля проростка на среде с метаболитами *F. solani* составила 2,38 см, что на 12,5% ниже того же показателя в контроле (2,72 см). Проростки, культивируемые на средах с культуральным фильтратом гриба имели длину корня в среднем 2,64 см при количестве боковых корней равном 12,8. В контроле данные показатели составили 3,16 см и 15,21 соответственно. Таким образом, метаболиты *F. solani* ингибировали рост главного корня на 16,5%, а образование боковых корней на 15,8%.

Установление патогенных свойств выделенного изолята гриба *F. solani* обосновывает необходимость ориентирования защитных мероприятий проводимых в тепличных отделениях с огурцом на борьбу с данным возбудителем болезни. Важно подобрать наиболее эффективные защитные препараты, на основе исследования степени чувствительности патогена к ним, что позволит оптимизировать фитосанитарное состояние растений.

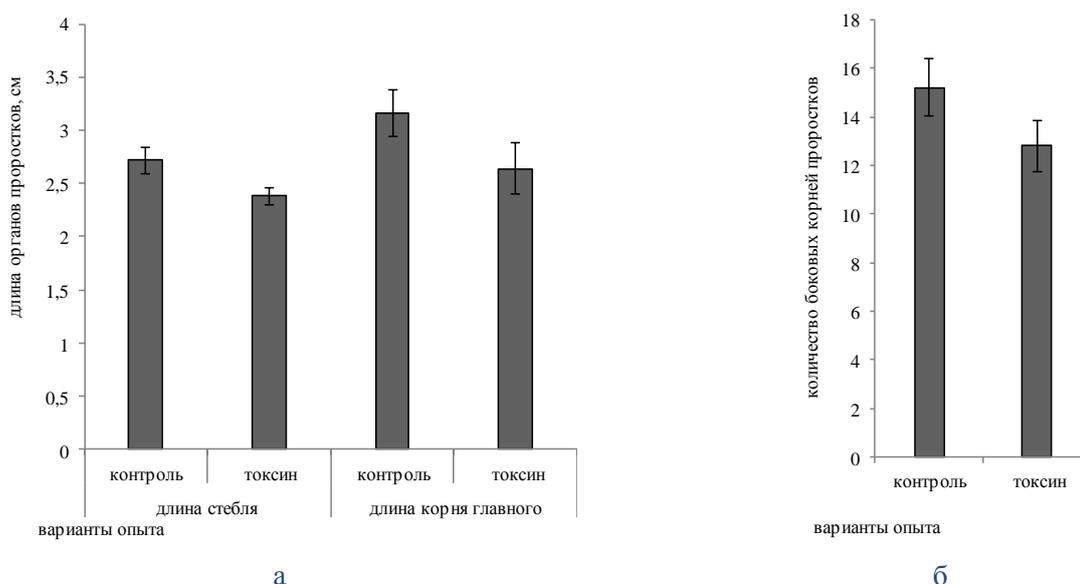


Рисунок 1 – Влияние метаболитов *F. solani* на морфометрические показатели проростков огурца в культуре *invitro*: а) длина стебля и корня; б) количество боковых корней.

В тепличных отделениях с огурцом в результате внесения биопрепаратов после лазерной обработки и без неё на 3 суток отмечалось изменение состава микробиоты в субстрате. Установлено, что число спор фитопатогенного гриба *F. solani*, где использовали Алирин-Б и Гамаир, снизилась на 15,0% и 67,3% соответственно по сравнению с данными показателями до внесения препаратов. В образцах субстрата, после внесения Фитоспорин М через 3 суток отмечался рост числа конидий гриба *F. solani* более чем в 3,5 раза по сравнению с начальным значением.

Применение рабочих растворов Алирина-Б, Фитоспорина М и Гамаира после лазерной обработки позволило снизить число конидий *F. solani* в субстрате на 78,6%, 93,9% и 65,5% соответственно по сравнению с вариантами без облучения.

Важно отметить, что Фитоспорин М без применения лазера оказался неэффективным в борьбе с исследуемым патогеном, а использование обработанного когерентным светом рабочего раствора данного препарата привело к снижению число клеток гриба в субстрате на 77,8% по сравнению с образцами, где препараты не применялись (рис. 2).

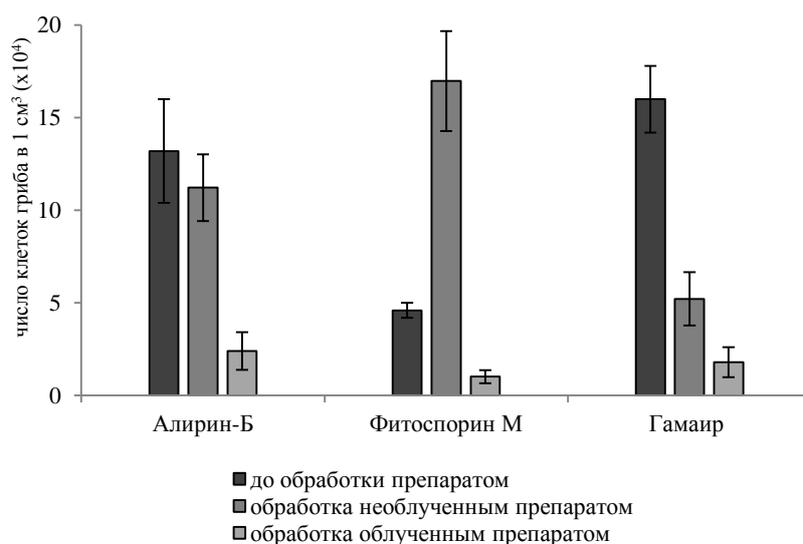


Рисунок 2 – Число клеток *F. Solani* в субстрате после применения облученных и необлученных биопрепаратов в тепличных отделениях с огурцом

Выводы. Проведенные исследования показали, что выделившийся гриб *F. solani* является патогеном для растений огурца. Его метаболиты оказывают негативное влияние на развитие проростков

данной культуры в условиях *invitro*. У них отмечалось ингибирование роста стебля на 12,5%, а также корнеобразовательной способности, что отразилось в виде угнетения роста главного корня на 16,5% и снижения числа боковых корней на 15,8%.

Оценка эффективности микробных препаратов защиты растений Алирин-Б, Фитоспорин М и Гамаир в борьбе с *F.solani* на огурце защищенного грунта позволила установить снижение числа конидий патогенного гриба в субстрате при использовании Алирина-Б и Гамаира на 15,0 % и 67,3 %. Обработка рабочих растворов данных биопрепаратов когерентным светом увеличила их эффективность в борьбе с фузариозом на 78,6 % и 65,5%. Установлено, что рабочий раствор Фитоспорина М проявляет фунгицидную активность в отношении *F.solani* только после лазерного облучения. Применение рабочего раствора данного препарата после обработки когерентным светом позволило снизить количество клеток гриба в субстрате на 77,8% по сравнению с образцами, где препарат не применяли.

Библиографический список

1. ПЦР-диагностика грибов-возбудителей болезней огурца и томата / А.А. Барейко, А.В. Сидоренко, Л.Н. Валентович и др. // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. 2019. С. 200-215.
2. Din H.M., Rashed O., Ahmad K. Prevalence of *Fusarium* Wilt Disease of Cucumber (*Cucumis sativus* Linn) in Peninsular Malaysia Caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani* // Tropical Life Sciences Research. 2020. V. 31, N. 3. P. 29.
3. Harba M., Jawhar M., Arabi M.I.E. In Vitro Antagonistic Activity of Diverse Bacillus Species Against *Fusarium culmorum* and *F. solani* Pathogens // The Open Agriculture Journal. 2020. V. 14, N. 1. P. 157-163.
4. Intercropping of wheat changed cucumber rhizosphere bacterial community composition and inhibited cucumber *Fusarium* wilt disease / Xue Jin, Yajing Shi, Fengzhi Wu, Kai Pan, Xingang Zhou // Sci. Agric. 2020. V. 77, N 5.
5. Pérez-Hernández, A., Rocha, L.O., Porcel-Rodríguez, E., Summerell, B.A., Liew, E.C., & Gómez-Vázquez, J.M. Pathogenic, Morphological, and Phylogenetic Characterization of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* Isolates From Cucurbits in Almeria Province, Spain // Plant disease. 2020. V. 104, N. 5. P. 1465-1476.
6. Оценка штаммов гриба рода *Fusarium* на поражение растений огурца / Л.А. Чистякова, Л.М. Соколова, О.В. Бакланова, А.А. Егорова // Картофель и овощи. 2020. № 1. С. 49-53.
7. Авдеенко С.С., Огнев В.В. Биопрепараты в процессах роста огурца в защищенном грунте // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России: материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2020. С. 92-97.
8. A predatory myxobacterium controls cucumber *Fusarium* wilt by regulating the soil microbial community / Xianfeng Ye, Zhoukun Li, Xue Luo, Wenhui Wang et al. // Microbiom. 2020.
9. Budagovsky A.V., Maslova M.V., Budagovskaya O.N., Budagovsky I.A. Control of cell interaction using quasi-monochromatic light with varying spatiotemporal coherence // Quantum Electron-ics. 2017. V.47, N 2. P. 158-162.
10. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / под ред. М.О. Биргера. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1982. 464 с.
11. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева; под ред. В.К. Шильниковой. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
12. Методы экспериментальной микологии: справочник / А.И. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская и др. Киев: Наукова думка, 1982. 552 с.
13. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia plantarum. 1962. V. 15, N 3. P. 473-497.
14. Особенности выращивания овощных культур в Брянской области /Ториков В.Е., Сычев С.М., Мельникова О.В., Осипов А.А. Научно-практическое пособие / Брянск, 2017.
15. Сычёв С.М., Попова А.С., Селькин В.В. Проблемы и перспективы развития овощеводства Брянской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48. № 1. С. 252-255.
16. Ториков В.Е., Сычев С.М. Овощеводство. Учебное пособие для СПО / Санкт-Петербург, 2020.
17. Ториков В.Е., Сычев С.М. Овощеводство. Учебное пособие для вузов / Санкт-Петербург, 2021. (3-е издание, стереотипное).

References

1. PCR-diagnostika gribov-vozbuditelej boleznej ogurca i tomata / A.A. Barejko, A.V. Sidorenko, L.N. Valentovich i dr. // Mikrobnye biotekhnologii: fundamental'nye i prikladnye aspekty. 2019. S. 200-215.

2. Din H.M., Rashed O., Ahmad K. Prevalence of Fusarium Wilt Disease of Cucumber (*Cucumis sativus* Linn) in Peninsular Malaysia Caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani* // *Tropical Life Sciences Research*. 2020. V. 31, N. 3. P. 29.
3. Harba M., Jawhar M., Arabi M.I.E. In Vitro Antagonistic Activity of Diverse *Bacillus* Species Against *Fusarium culmorum* and *F. solani* Pathogens // *The Open Agriculture Journal*. 2020. V. 14, N. 1. P. 157-163.
4. Intercropping of wheat changed cucumber rhizosphere bacterial community composition and inhibited cucumber *Fusarium* wilt disease / Xue Jin, Yajing Shi, Fengzhi Wu, Kai Pan, Xingang Zhou // *Sci. Agric*. 2020. V. 77, N 5.
5. Pérez-Hernández, A., Rocha, L.O., Porcel-Rodríguez, E., Summerell, B.A., Liew, E.C., & Gómez-Vázquez, J.M. Pathogenic, Morphological, and Phylogenetic Characterization of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* Isolates From Cucurbits in Almería Province, Spain // *Plant disease*. 2020. V. 104, N. 5. P. 1465-1476.
6. Ocenka shtammov griba roda *Fusarium* na porazhenie rastenij ogurca / L.A. Chistjakova, L.M. Sokolova, O.V. Baklanova, A.A. Egorova // *Kartofel' i ovoshhi*. 2020. № 1. S. 49-53.
7. Avdeenko S.S., Ognev V.V. Biopreparaty v processah rosta ogurca v zashhishhenom grunte // *Innovacii v nauchno-tehnicheskom obespechenii agropromyshlennogo kompleksa Rossii: materialy Vseros. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. Kursk: Izd-vo Kurskoj GSHA, 2020. S. 92-97.*
8. A predatory myxobacterium controls cucumber *Fusarium* wilt by regulating the soil microbial community / Xianfeng Ye, Zhoukun Li, Xue Luo, Wenhui Wang et al. // *Microbiom*. 2020.
9. Budagovsky A.V., Maslova M.V., Budagovskaya O.N., Budagovsky I.A. Control of cell interaction using quasi-monochromatic light with varying spatiotemporal coherence // *Quantum Electronics*. 2017. V.47, N 2. P. 158-162.
10. *Spravochnik po mikrobiologicheskim i virusologicheskim metodam issledovaniya / pod red. M.O. Birgera. 3-e izd., pererab, i dop. M.: Medicina, 1982. 464 s.*
11. *Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlja vuzov / E.Z. Tepper, V.K. Shil'nikova, G.I. Pereverzeva; pod red. V.K. Shil'nikovoj. M.: Drofa, 2004. 256 s.*
12. *Metody jeksperimental'noj mikologii: spravochnik / A.I. Dudka, S.P. Vasser, I.A. Jellanskaja i dr. Kiev: Naukova dumka, 1982. 552 s.*
13. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia plantarum*. 1962. V. 15, N 3. P. 473-497.
14. *Osobennosti vyrashhivaniya ovoshhnyh kul'tur v Brjanskoj oblasti / Torikov V.E., Sychev S.M., Mel'nikova O.V., Osipov A.A. Nauchno-prakticheskoe posobie / Brjansk, 2017.*
15. Sychjov S.M., Popova A.S., Sel'kin V.V. Problemy i perspektivy razvitija ovoshhevodstva Brjanskoj oblasti // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. 2017. T. 48. № 1. S. 252-255.
16. Torikov V.E., Sychev S.M. *Ovoshhevodstvo. Uchebnoe posobie dlja SPO / Sankt-Peterburg, 2020.*
17. Torikov V.E., Sychev S.M. *Ovoshhevodstvo. Uchebnoe posobie dlja vuzov, / Sankt-Peterburg, 2021. (3-e izdanie, stereotipnoe).*

УДК 657.1:636

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-25-31

ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Dynamics of Livestock Production

Васькин В.Ф., канд. экон. наук, доцент, **Коростелева О.Н.**, канд. экон. наук, доцент,
Осипов А.А., канд. с.-х. наук, **Репникова В.И.**, ассистент
Vas'kin V.F., Korosteleva O.N., Osipov A.A., Repnikova V.I.

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

Аннотация. Аграрные преобразования 90-х гг. отрицательно отразились на развитии животноводства. За это время поголовье КРС в хозяйствах всех категорий сократилось более чем вдвое. Особенно резкий спад наблюдался в сельскохозяйственных организациях. Накопленные за первые годы реформ недостатки и противоречия в механизме функционирования отрасли сразу не были решены. Многолетняя тенденция по сокращению поголовья коров имеет прямое влияние на то, что валовой надой молока пока ниже уровня 1990 года. Определённое улучшение положения началось после 2006 года и связано это во многом с принятием Федерального закона «О развитии сельского хо-

зяйства» и реализацией приоритетного национального проекта «Развитие АПК». Животноводство демонстрирует положительную динамику развития после 2010 года. Однако тенденция к росту объемов характеризуется значительной дифференциацией по видам продукции и категориям хозяйств. Экономический рост обеспечивают крупные предприятия и фермерские хозяйства с высоким уровнем технологической оснащенности, со всеми звеньями производственной цепочки и реализации готовой продукции. В целом по животноводству уровень производства продукции на современном этапе пока не достиг показателей 1990 года.

***Abstract.** Agrarian transformations of the 90-ies negatively affected the development of animal husbandry. During this time the population of livestock in farms of all categories has been reduced by more than half. A particularly sharp decline was observed in agricultural organizations. The shortcomings and contradictions in the mechanism of the animal husbandry's functioning accumulated over the first years of the reforms were not immediately resolved. The long-term tendency of reducing the head of cows has a direct impact on the gross milk yield still being below the 1990 level. A certain improvement in the situation began after 2006 and this is largely due to the adoption of the Federal Law "On the Development of Agriculture" and the implementation of the priority national project "Development of the Agro-Industrial Complex". Since 2010 livestock breeding has been demonstrating positive dynamics of development. However, the upward trend in volumes is characterized by significant differentiation by types of products and categories of farms. The economic growth is provided by large enterprises and farms with a high level of technological equipment, with all links of the production chain and the sale of the finished products. At the present stage the level of livestock production integrally has not reached the indicators of 1990 yet.*

Ключевые слова: животноводство, динамика производства, поголовье, продуктивность, говядина, мясо птицы, молоко, производство яиц, крупные агропромышленные формирования.

Key words: animal husbandry, production dynamics, livestock population, productivity, beef, poultry, milk, egg production, large agro-industrial formations.

Введение. Животноводство - стратегическая отрасль экономики России, одно из главных и перспективных направлений развития всего сельского хозяйства. Однако накопленные за первые годы реформ недостатки и противоречия в механизме функционирования отрасли полностью не решены [1]. Так, если в целом индекс продукции сельского хозяйства в 2020 году по отношению к 1990 году составил 103,4%, то индекс растениеводческой продукции – 141%, а животноводческой только 76% [2]. Одной из основных причин такого положения является значительное отставание в производстве молока и КРС на убой (в живом весе). Многолетняя тенденция по сокращению поголовья коров имеет прямое влияние на то, что валовой надой молока пока ниже уровня 1990 года. Производство сырого молока в 2020 году составляет 58% от уровня 1990 года. При этом темпы роста в мясном птицеводстве и свиноводстве имеют устойчивый рост. Все большие возможности в производстве продукции животноводства на основе инновационных технологий получают крупные агропромышленные формирования холдингового типа, ограничивая нишу на нем другим сельскохозяйственным предприятиям, малым и крестьянским (фермерским) хозяйствам. Этот процесс особенно заметно идет в подотраслях, которые более приспособлены к применению индустриальных технологий и требуют минимальных затрат труда – свиноводстве и птицеводстве

Материалы и методы исследований. При написании статьи авторы опирались на работы российских и зарубежных авторов по проблемам обеспечения эффективного развития животноводства. Цифровая база сформировалась по данным Федеральной службы государственной статистики. Период исследования – 1990-2020 гг. Работа основана на использовании экономико-статистических методов исследования.

Результаты и их обсуждение. Целью функционирования АПК России является обеспечение в полном объеме населения страны высококачественным отечественным продовольствием и наращивание экспорта сельскохозяйственной и пищевой продукции, создание условий для повышения занятости и доходов сельского населения, устойчивого развития сельских территорий. Животноводство - стратегическая отрасль экономики России, одно из главных и перспективных направлений развития всего сельского хозяйства. Ее важность определяется тем, что она дает работу смежным отраслям и обеспечивает продовольственную безопасность государства. К основным отраслям животноводства России относятся свиноводство, скотоводство (молочное и мясное), птицеводство (мясное и яичное), овцеводство и козоводство. Также животноводство включает в себя такие отрасли как коневодство, оленеводство, пчеловодство, кролиководство.

За анализируемый период в сельском хозяйстве России произошли существенные качественные и количественные изменения. В процессе реорганизации колхозов и совхозов произошло значительное

сокращение численности сельскохозяйственных организаций. Крупные предприятия, на долю которых, должна бы, приходилась основная часть произведенной продукции, до 1998 года производили менее половины от всей совокупности. Происходило перераспределение ресурсов в сторону хозяйств населения. В ЛПХ стали производить основную часть всей сельскохозяйственной продукции (с 1994 по 2003 годы более 50% от общего объема). Доля сельскохозяйственных организаций сократилась до 42%. Вклад крестьянских хозяйств в те годы был невелик.

Характеризуя количественные изменения, отмечаем, что с 1990 по 1998 годы производство сельскохозяйственной продукции в стране ежегодно сокращалось, в среднем за год на 7%, а за весь период более чем на 40%. Причем динамика изменения по категориям хозяйств была не одинакова. Данное снижение полностью обусловлено сокращением производства в крупных сельскохозяйственных организациях.

Накопленные за первые годы реформ недостатки и противоречия в экономическом механизме функционирования сельского хозяйства сразу не были решены. Институциональные преобразования не принесли существенного улучшения социального и экономического положения основной массы сельскохозяйственных товаропроизводителей. В результате стабильность рынка сельскохозяйственной продукции и продовольствия обеспечивалась преимущественно благодаря высокой доле на нем импорта основных видов продовольствия – мяса и мясопродуктов, молочных продуктов.

Определённое улучшение положения в сельском хозяйстве началось после 2006 года и связано это во многом с принятием Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» и реализацией в 2006- 2007 гг. приоритетного национального проекта «Развитие АПК» [2].

Аграрный сектор экономики России демонстрирует устойчивую положительную динамику развития с 2013 года. К 2019–2000 годам сельское хозяйство достигло уровня 1990 года по общему объему производства продукции. Темпы роста в 2020 году по отношению к 1990 году составил 103,4%, к уровню предыдущего года 101,5%, к уровню 2017 года – 105,7%. Данный этап функционирования сельского хозяйства основан в значительной мере на использовании возможностей модернизации действующего производства и перехода к инновационному развитию, с учетом реализации политики импортозамещения. Сельское хозяйство в последние годы стало современной, технологичной и конкурентоспособной отраслью, имеющей устойчивые темпы развития. Улучшилась экономика сельскохозяйственных организаций, получила развитие деятельность крупных агропромышленных формирований. Реализуемые меры господдержки обеспечивают поступательное развитие сельского хозяйства [4].

Необходимо отметить, что тенденция к росту объемов производства в сельском хозяйстве характеризуется значительной дифференциацией по отраслям, сильными колебаниями объемов производства по годам, регионам и по видам продукции.

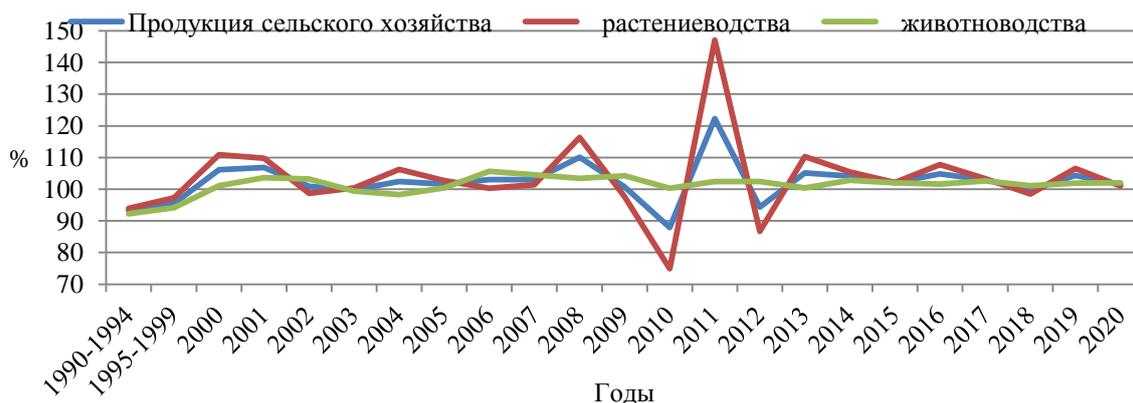


Рисунок 1 - Индексы производства продукции сельского хозяйства по отраслям (в сопоставимых ценах; в процентах к предыдущему году)

Так, если в целом индекс продукции сельского хозяйства в 2020 году по отношению к 1990 году составил 103,4%, то индекс растениеводческой продукции – 141%, а животноводческой только 76%. В целом же за весь период исследования среднегодовые индексы производства продукции животноводства ниже по сравнению с растениеводством.

Аграрные преобразования 90-х гг. отрицательно отразились на развитии животноводства. По животноводству уровень производства продукции на современном этапе пока не достиг показателей 1990 года (ниже на 24%). Одной из основных причин такого положения является значительное отста-

вание в производстве КРС на убой (в живом весе). За это время поголовье КРС в хозяйствах всех категорий сократилось более чем вдвое. Особенно резкий спад наблюдался в сельскохозяйственных организациях. Несмотря на наметившуюся позитивную динамику после 2016 года, уровень производства говядины в 2020 году составляет только 38% от уровня 1990 года [2]. Россия пока не вышла на полную самообеспеченность говядиной: импортное мясо занимает около 15% потребления россиян. Крупнейший российский производитель говядины - компания «МИРАТОРГ».

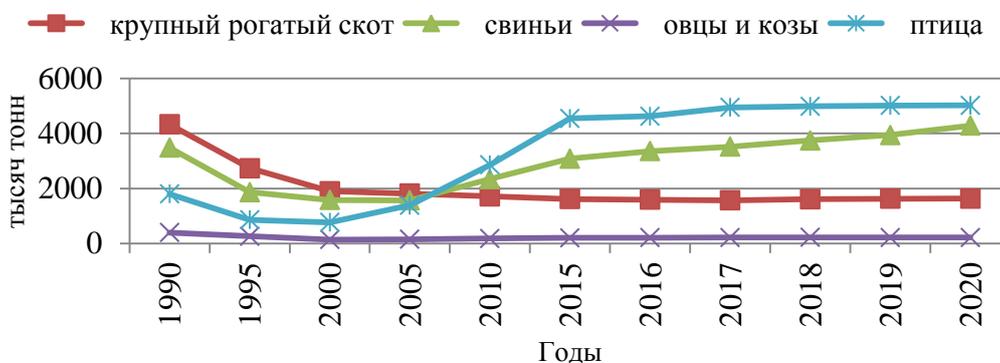


Рисунок 2 - Производство скота и птицы на убой (в живом весе) по Российской Федерации в хозяйствах всех категорий

Источник: составлено автором на основе [3]

Выше базисного периода уровни производства на убой (в живом весе) свиней (123%) и птицы (278%). При этом темпы роста производства мяса птицы замедлились, а в свиноводстве продолжается устойчивый рост. Во многом это обусловлено реализацией инвестиционных проектов в этой сфере и расширением экспортных возможностей для российских поставщиков. Абсолютным лидером среди регионов страны по производству свинины стала Белгородская область – свыше 922 тыс. тонн, в первую пятерку также вошли другие регионы европейской части страны: Курская, Псковская, Воронежская и Тамбовская области.

В России наибольшую долю в производстве мяса занимает птица: на нее приходится почти половина объемов выпуска мясной отрасли в убойном весе. После общего спада в период с 1991 по 2000 годы, в последующем производители курятины только наращивали объемы производства [5]. В 2020 году произведено более 5 млн. тонн мяса птицы, что в 2,8 раза выше уровня 1990 года. Этот объем позволяет полностью обеспечивать потребности населения и способствует снижению импорта. Крупные агрохолдинги насытили российский рынок качественным животным белком, и сейчас отрасль находится в стадии зрелости. Лидером по производству мяса птицы в 2020 году осталась Белгородская область, на которую пришлось почти 790 тыс. тонн продукции.

Производство молока в хозяйствах всех категорий в 2020 году составило 32,2 млн тонн. За последнее десятилетие этот показатель вырос только на 3,2%. Прирост связана с увеличением надоев молока в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах, а в хозяйствах населения производство уменьшилось. Производство молока в промышленном секторе имеет устойчивую тенденцию к росту начиная с 2010 года, а производство в хозяйствах населения, напротив – сокращается с 2005 года [6]. Рост производства связан с увеличением продуктивности. Надоено молока в расчете на 1 корову молочного стада в сельскохозяйственных организациях 6872 кг, что на 380 кг больше уровня 2019 года.

Многолетняя тенденция по сокращению поголовья коров имеет прямое влияние на то, что валовой надой молока пока ниже уровня 1990 года. Производство сырого молока в 2020 году составляет 58% от уровня 1990 года. Основное снижение было в период до 2000 года, с 55 до 30 млн. тонн, а в последующем наблюдается стабилизация объёмов производства молока. Однако уровень самообеспеченности молочной продукцией пока ниже уровня продовольственной безопасности и составляет около 80%. По-прежнему, нерешенной проблемой является обеспечение молокоперерабатывающих предприятий собственной сырьевой базой [7].

Наибольший вклад в производство молока в России вносит Поволжье, а именно Татарстан (1,9 млн. тонн) и Башкортостан (1,7 млн. тонн). За ним следуют Краснодарский край (1,5 млн. тонн), Алтайский край (1,2 млн. тонн) и Ростовская область (1,1 млн. тонн).

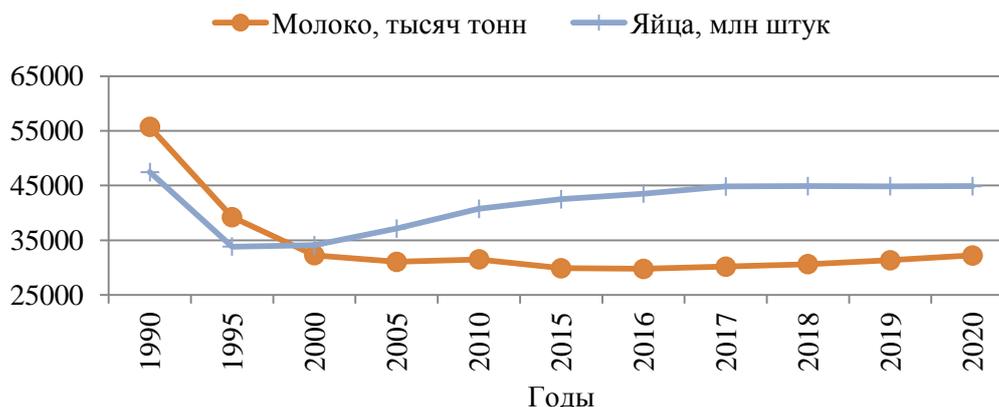


Рисунок 3 - Производство молока и яиц по Российской Федерации в хозяйствах всех категорий
Источник: составлено автором на основе [2]

Производство яиц в хозяйствах всех категориях составило 44,84 млрд. штук, что практически на уровне 2019 года и составляет 96% по отношению к 1990 году. Средняя яйценоскость 1 курицы-несушки в сельскохозяйственных организациях, составила 314 штук.

В производстве основных продуктов животноводства крупные агропромышленные формирования занимают значительную долю производства в подотраслях, которые более приспособлены к применению индустриальных технологий. Так в свиноводстве и птицеводстве на долю сельскохозяйственных организаций приходится 89 и 92%, соответственно. Производство молока в промышленном секторе (сельхозорганизации и крестьянско-фермерские хозяйства) имеет устойчивую тенденцию к росту, а производство в хозяйствах населения, напротив - сокращается.

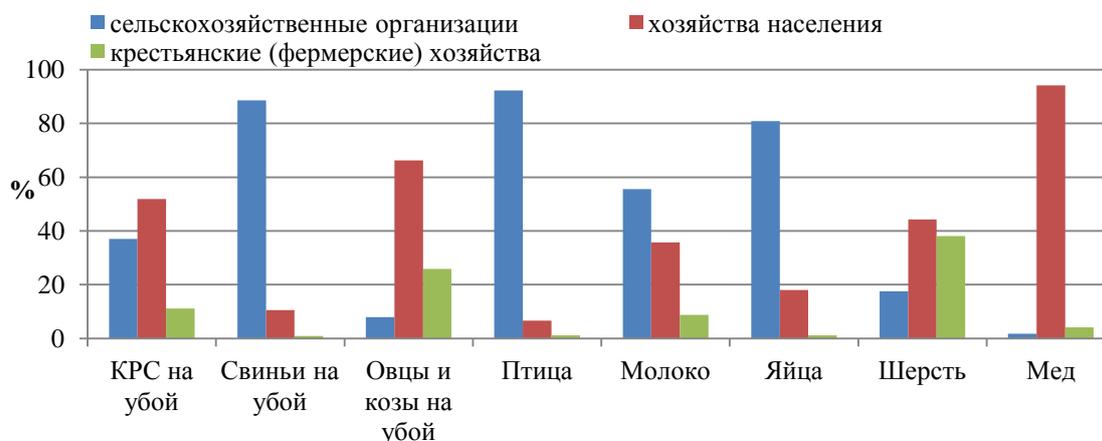


Рисунок 4 - Структура производства основных продуктов животноводства по категориям хозяйств, 2020 год

Источник: составлено автором на основе [2]

Доля хозяйств населения сократилась с 52 до 36%. В отраслях более приспособленных под индивидуальные особенности, с значительной долей ручного труда по-прежнему высокий удельный вес личных хозяйств населения. Так в овцеводстве, козоводстве, пчеловодстве их доля составляет от 50 до 95%.

Все большие возможности в производстве продукции на основе инновационных технологий получают крупные агропромышленные формирования холдингового типа, имеющие собственные финансовые структуры, обладающие достаточным капиталом, доступом к долгосрочным займам, возможностью занять значительную долю соответствующего сегмента агропродовольственного рынка, ограничивая нишу на нем другим сельскохозяйственным и малым предприятиям и организациям, крестьянским (фермерским) хозяйствам. Этот процесс особенно заметно идет в подотраслях сельского хозяйства, которые более приспособлены к применению индустриальных технологий и требуют минимальных затрат труда – свиноводстве и птицеводстве [4, 5, 7].

Полученный объем животноводческой продукции позволили в 2020 году обеспечить боль-

шую часть внутренних потребностей страны в продовольствии, увеличить экспортный потенциал, а также внести существенный вклад в обеспечение продовольственной независимости страны и импортозамещения.

Выводы. Животноводство - стратегическая отрасль экономики России, одно из главных и перспективных направлений развития всего сельского хозяйства. Аграрные преобразования 90-х гг. отрицательно отразились на развитии животноводства. Накопленные за первые годы реформ недостатки и противоречия в механизме функционирования отрасли сразу не были решены. Индекс животноводческой продукции в 2020 году по отношению к 1990 году составил только 76%.

Вместе с тем в последние годы животноводство стало современной, технологичной и конкурентоспособной отраслью, имеющей устойчивые темпы развития. Реализуемые меры господдержки обеспечивают поступательное развитие отрасли, переход от импортозамещающей модели развития отрасли к экспортно ориентированной. Экономический рост обеспечивают крупные предприятия и фермерские хозяйства с высоким уровнем технологической оснащенности, со всеми звеньями производственной цепочки и реализации готовой продукции.

Библиографический список

1. Стратегия социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года (научные основы). – Режим доступа: URL: <http://vniiesh.ru/documents/document>
2. Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy
3. Нестеренко Л.Н., Васькин, В.Ф. Факторы, оказывающие влияние на развитие экономики аграрного сектора региона // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. В 4 ч. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. С. 74-80.
4. Развитие мясо-молочной отрасли АПК Брянской области - 2018 год / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, А.В. Кубышкин, С.Н. Поцепай // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: материалы X междунар. науч.-практ. конф. В 4 ч. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. Ч. 1. С. 42-47.
5. Кузьмицкая А.А. Развитие интеграционных процессов в отрасли птицеводства (на примере Брянской области): дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. Брянск, 2006. 86 с.
6. Васькин В.Ф., Васькина Т.И. Современные тенденции развития рынка молочной продукции // Стратегия устойчивого развития экономики регионов: теория и практика: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2015. С. 101-104.
7. Белоус Н.М., Ториков В.Е. Концепция развития животноводства Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. Спец. вып. С. 59-61.
8. Васькин В.Ф., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н. Современные подходы к организации эффективного и экологически чистого производства в птицеводстве // Управленческий учет. 2020. № 2. С. 24-29
9. Ульянова, Н.Д., Купреенко А.И. Перспективы использования информационных технологий при производстве экологической продукции АПК // Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения: материалы нац. науч.-практ. конф. Брянск, 2017. С. 115-119.
10. Влияние плотности посадки личинок карпа на рыбопродуктивность выростных прудов в МУП «Клетня-рыба» / Ю.В. Овсенко, Е.В. Овсенко, М.С. Калмыкова, А.И. Артюхов, Т.И. Васькина // Зоотехния. 2016. № 5. С. 31-32.
11. Кузьмицкая А.А., Кислова Е.Н., Кислов Н.А. Экономика и организация птицеводства. Брянск, 2012.
12. Кузьмицкая А.А. Бюджетирование как инструмент планирования затрат в животноводстве // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник статей IX Международной научно-практической конференции. 2018. С. 185-189.
13. Кузьмицкая А.А., Бабьяк М.А., Бабьяк Е.Е. Опыт инновационного развития животноводства в Брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 5. С. 22-30.
14. Коростелёв А.И., Коростелёва О.Н., Рыбикова А.А. Анализ численности поголовья скота в хозяйствах брянской области и производство основных продуктов животноводства // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 3-2. С. 62-64.
15. Коростелев А., Коростелева О. Повышение эффективности производства говядины в Брянской области // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 6. С. 32-33.

References

1. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda (nauchnye osnovy). – Rezhim dostupa: URL: <http://vniiesh.ru/documents/document>
2. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. – Rezhim dostupa: URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy
3. Nesterenko L.N., Vas'kin, V.F. Faktory, okazyvajushhie vlijanie na razvitie jekonomiki agrarnogo sektora regiona // Aktual'nye voprosy jekonomiki i agrobiznesa: materialy VIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 4 ch. Brjansk: Izd-vo Brjanskij GAU, 2017. S. 74-80.
4. Razvitie mjaso-molochnoj otrasli APK Brjanskoj oblasti - 2018 god / S.A. Bel'chen-ko, V.E. Torikov, A.V. Kubyshkin, S.N. Pocepaj // Aktual'nye voprosy jekonomiki i agrobiznesa: materialy X mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 4 ch. Brjansk: Izd-vo Brjanskij GAU, 2019. Ch. 1. S. 42-47.
5. Kuz'mickaja A.A. Razvitie integracionnyh processov v otrasli pticevodstva (na primere Brjanskoj oblasti): dis. ... kand. jekon. nauk: 08.00.05 / Brjanskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademiya. Brjansk, 2006. 86 s.
6. Vas'kin V.F., Vas'kina T.I. Sovremennye tendencii razvitija rynka molochnoj produkcii // Strategija ustojchivogo razvitija jekonomiki regionov: teorija i praktika: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Brjansk, 2015. S. 101-104.
7. Belous N.M., Torikov V.E. Konceptija razvitija zhivotnovodstva Brjanskoj oblasti // Vestnik Brjanskoj GSHA. 2015. Spec. vyp. S. 59-61.
8. Vas'kin V.F., Kuz'mickaja A.A., Korosteleva O.N. Sovremennye podhody k organizacii jeffektivnogo i jekologicheski chistogo proizvodstva v pticevodstve // Upravlencheskij uchet. 2020. № 2. S. 24-29
9. Ul'janova, N.D., Kupreenko A.I. Perspektivy ispol'zovanija informacionnyh tehnologij pri proizvodstve jekologicheskoj produkcii APK // Problemy jekologizacii sel'skogo hozjajstva i puti ih reshenija: materialy nac. nauch.-prakt. konf. Brjansk, 2017. S. 115-119.
10. Vlijanie plotnosti posadki lichinok karpa na ryboproduktivnost' vyrostnyh prudov v MUP «Kletnja-ryba» / Ju.V. Ovseenko, E.V. Ovseenko, M.S. Kalmykova, A.I. Artjuhov, T.I. Vas'kina // Zootehnija. 2016. № 5. S. 31-32.
11. Kuz'mickaja A.A., Kislova E.N., Kislov N.A. Jekonomika i organizacija pticevodstva. Brjansk, 2012.
12. Kuz'mickaja A.A. Bjudzhetirovanie kak instrument planirovanija zatrat v zhivotnovodstve // Aktual'nye voprosy jekonomiki i agrobiznesa: sbornik statej IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2018. S. 185-189.
13. Kuz'mickaja A.A., Bab'jak M.A., Bab'jak E.E. Opyt innovacionnogo razvitija zhivotnovodstva v Brjanskoj oblasti // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2013. № 5. S. 22-30.
14. Korostel'ov A.I., Korostel'ova O.N., Rybikova A.A. Analiz chislennosti pogolov'ja skota v hozjajstvah brjanskoj oblasti i proizvodstvo osnovnyh produktov zhivotnovodstva // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. 2015. № 3-2. S. 62-64.
15. Korostelev A., Korosteleva O. Povyshenie jeffektivnosti proizvodstva govjadiny v Brjanskoj oblasti // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. 2007. № 6. S. 32-33.

УДК 619:636.4:616.24

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-31-39

ВОЗРАСТНАЯ МОРФОЛОГИЯ ВНЕОРГАНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ ГАНГЛИЕВ ЛЕГКИХ СВИНЬИ ПРИ ГИПОДИНАМИИ ДОЗИРОВАННОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

Age Morphology of Extraorgan Sympathic Nerve Gangles of Pig Lungs in Hypodynamia with Dosed Forced Motion

Минченко В.Н., канд. биол. наук, доцент
Minchenko V. N.

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

Аннотация. Целью настоящего исследования являлось изучение закономерностей динамики морфологических изменений в правом и левом симпатических нервных ганглиях, как коллекторах симпатических ветвей легких свиней, в возрастном аспекте, станкового содержания и при применении дозированного движения. Такие показатели как толщина соединительнотканного остова, объем тела и ядер нейроцитов, ядерно-нейроплазменное отношение (ЯНО), дифференцировка нейронов на

крупные средние и мелкие статистически обработаны и сведены в таблицы с учетом возраста и степени локомоции. Нами отмечены возрастные колебания толщины капсулы у обоих нервных ганглиев. При этом, в ПНУ (правый нервный узел), этот показатель от периода новорожденности до годовалого возраста увеличивается в два раза, а в ЛНУ (левый нервный узел), наоборот уменьшается в 0,8 раза. У опытных свиней, по сравнению с контролем, происходило утолщение капсулы обоих нервных узлов. Результаты исследований показали, что в обоих симпатических легочных ганглиях содержатся крупные, средние и мелкие нейроны. Установлено, что нейроны как в ПНУ, так и ЛНУ контрольных и опытных животных изменяют свой объем периодически с учетом их возраста, режима движения и размера самих клеток. В ПНУ и ЛНУ у опытных животных всех возрастных групп объем тел нейроцитов выше, чем в контроле. Необходимо отметить, что объем ядер нейронов в обоих ганглиях изменяется циклично и асинхронно, и зависит от размера клеток. При этом, если объем ядра одной группы клеток уменьшается, то другой наоборот, увеличивается. ЯНО в возрастном аспекте изменяется циклично и к годовалому возрасту имеет тенденцию к снижению у всех нейроцитов, а дозированное принудительное движение приводит к снижению анализируемого показателя как в ПНУ, так и ЛНУ. Наблюдаемые изменения структуры нейроцитов зависят от размеров самих клеток, возраста, индивидуальных особенностей животных и степени двигательной активности.

Abstract. *The aim of the present research was to study in the age aspect the patterns of dynamics of morphological changes in the right and left sympathetic nerve ganglia, as collectors of the sympathetic lungs branches of pigs keeping in stalls with the dosed motion. Such indicators as the stroma thickness, the volume of neurocyte body and nuclei, the nuclear-neuroplasmic ratio (NNR), and the differentiation of large, medium and small neurons were statistically processed and tabulated taking into account the age and locomotion degree. The age-related fluctuations in the capsule thickness in both nerve ganglia have been recorded. At the same time, in the right ganglion this indicator doubles from the neonatal period to one year of age, and in contrast in the left ganglion it decreases 0.8 times. In the experimental pigs, in comparison with the control, there was a capsule thickening of both ganglia. The research results have shown that both sympathetic pulmonary ganglia contain large, medium and small neurocytes. It is found that neurons in both right and left ganglia of control and experimental animals change their volume periodically, due to their age, mode of motion and the cells size. In right and left ganglia in experimental animals of all age groups, the neurocyte body volume is higher than in the control. It should be noted that the volume of neurons nuclei in both ganglia changes cyclically and asynchronously, and depends on the size of the cells. Moreover, if the nucleus volume of one group of cells decreases, then the other, on the contrary, increases. The nuclear-neuroplasmic ratio in the age aspect changes cyclically and by the age of one year has a tendency to decrease in all neurocytes, and the dosed forced movement leads to a decrease in the analyzed indicator both in right and left ganglia. The changes observed in the structure of neurocytes depend on the size of the cells, age, individual characteristics of animals and the degree of motion activity.*

Ключевые слова: свиньи, легкие, симпатические нервные ганглии, нейрон, ядро, ядерно-нейроплазменное отношение, дозированное движение.

Key words: *pigs, lungs, sympathetic nerve ganglia, neurocyte, nucleus, nuclear-neuroplasmic ratio, dosed motion.*

Введение. В результате domestikации свиней и индустриализации отрасли животноводства появились экологические факторы содержания и кормления, вызывающие стрессы. Наиболее распространенным видом экстремального воздействия является гиподинамия, имеющая место в свиноводстве с различной формой собственности. Гиподинамия не позволяет достаточно полно использовать генетический потенциал животных, ведет к изменению их поведения, снижению резистентности и адаптационных возможностей, обмена веществ, продуктивности и качества мясо-сальной продукции [7].

Выяснению видовых и возрастных особенностей строения и развития вегетативного отдела нервной системы посвящено значительное число работ как отечественных, так и зарубежных исследователей [1-6,8,10-14]. Однако, несмотря на все имеющиеся достижения в литературе до сих пор наименее изученными симпатические ганглии легких, а также их варианты строения и реакция на антропогенные факторы.

Целью настоящего исследования являлось изучение закономерностей динамики морфологических изменений в правом и левом симпатических нервных ганглиях легких свиней в возрастном аспекте, станкового содержания и при применении дозированного движения.

Материалы и методы. Объектом наших исследований служили 120 звездчатых ганглиев левого и правого симпатических стволов от 60 клинически здоровых датированных самок свиней крупной белой породы восьми возрастных групп постнатального онтогенеза, с этапа новорожденности и включая особей годовалого возраста. При подборе возрастных групп учитывались критические периоды их жизни, кото-

рые характеризуются морфологическими, функциональными и метаболическими изменениями [9]. В 60-суточном возрасте животных (отъем) были сформированы по принципу аналогов две группы (контрольная и опытная) по изучению влияния гиподинамии (ГД) и дозированного принудительного движения (ДПД) на строение экстраорганных нервов легких. Условия кормления и содержания особей обеих групп было одинаковым и соответствовали зоотехническим требованиям. Свиньям опытной группы ежедневно утром и вечером за 30-40 минут до кормления предоставлялся активный моцион в виде ДПД в специально построенном для этих целей манеже. Скорость животных зависела от возраста и колебалась от двух до трех километров в час. Умерщвление животных производилось на убойной площадке фермы.

После заливки в парафин из фиксированных в 10% формалине нервных ганглиев делались серийные срезы толщиной 3-7 мкм с последующей их окраской тионином по Нисслию. На гистологических препаратах изучался: соединительнотканый остов; произведена их дифференцировка на крупные, средние и мелкие; выявлено их количество и процентное соотношение; изучены объем тела и ядра клеток; вычислено ЯНО. Объем тела и объем ядра нейрона вычисляли по формуле: $V = \pi/6 \times A \times B^2$; где: А – большой, В – малый диаметр (Ташкэ, 1980). Ядерно-нейроплазменное отношение (ЯНО) вычисляли по формуле: $K/P = V_z - V_k / V_z$ где К – карион; Р – нейроплазма; V_z – объем цитоплазмы; V_k – объем ядра (Марков, 1969). Цитометрию исследуемых структур нервных узлов проводили с помощью микроскопов Биолам окуляр-микрометром МОВ1-15х и окулярной сетки при увеличении: окуляр 10, объективы 9, 20 и 40. Достоверность полученных данных определялась по Стьюденту.

Результаты и их обсуждение. Капсула нервных ганглиев и, отходящие от нее во внутрь прослойки соединительной ткани, выполняя формообразующую, трофическую, иннервационную и защитную функции, является важной составной частью этих органов. Нами отмечены возрастные колебания толщины капсулы у обоих нервных ганглиев. При этом, в ПНУ этот показатель от периода новорожденности до годовалого возраста увеличивается в два раза, а в ЛНУ, наоборот уменьшается в 0,8 раза.

У опытных свиней, по сравнению с контролем, происходило утолщение капсулы обоих нервных узлов. Так, в ЛНУ в четырех месячном возрасте этот показатель увеличивается в 1,1, в шестимесячном в 1,3, в восьмимесячном в 1,3 и в годовалом в 1,5 раза. В ПНУ соответственно в восьмимесячном в 2,9, и в годовалом в 1,5 раза. Исключение составляют четырёх и шестимесячные опытные особи, у которых происходило утончение капсулы ПНУ в 1,2 раза в каждой группе. К концу эксперимента толщина капсулы у обоих ганглиев оказалась одинаковой как у животных контрольной (6,0 мкм), так и у свиней опытной (9,0 мкм) групп. У последних она в 1,5 раза толще, чем у первых (табл.1). От капсулы узлов отходили соединительнотканые трабекулы, которые делили эти органы на 2-3 фрагмента, заполненные нейрочитами.

На основании данных литературы и результатов собственных исследований нейрочиты в обоих узлах объединены в три группы: крупные - объем тела 6,00-2,6 мкм³; средние – 3,91-1,6 мкм³. и мелкие – 1,6-0,80 мкм³. Проведя анализ полученных данных (табл. 2), установлено, что объем крупных, средних и мелких нейронов несколько снижается к 20- суточному возрасту в ПНУ. Затем следует увеличение этого показателя у особей 60-,180- и 365- суточном возрасте, а у 120- и 240- суточных животных отмечается его снижение. У опытных животных всех возрастных групп объем тел нейрочитов выше, чем в контроле.

В ЛНУ (табл. 3) объем всех групп нейрочитов также снижается к 20- суточному возрасту. У 40-суточных животных объем крупных и средних нейронов увеличивается, а мелких уменьшается. В 60- и 240- суточном возрасте отмечается рост объема нейронов всех трех групп, хотя и в разной степени.

Таблица 1 - Изменение толщины капсулы легочных нервных ганглиев с учетом возраста и режимом движения

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)		СС + активный моцион	
	правый узел	левый узел	правый узел	левый узел
2	2,6±0,3	7,0±0,6	-	-
20	8,7±0,3	8,0±0,7	-	-
40	6,7±0,3	6,7±0,3	-	-
60	8,3±0,3	7,0±0,6	-	-
120	8,2±0,5	7,3±0,5	6,7±0,7*	8,3±0,6
180	9,0±0,6	6,7±0,9	7,5±0,6**	8,8±0,3
240	3,3±0,7	7,0±0,6	9,7±0,3	9,3±0,3*
365	6,0±0,5	6,1±0,6	9,3±0,6*	9,0±0,3**

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$

Таблица 2 - Изменение объема тел нейронов в правом лёгочном ганглии с учётом возраста и режима движения, мкм³

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	2,7±0,3	1,3±0,3	0,8±0,1	-	-	-
20	2,7±0,3	1,4±0,1	0,6±0,1	-	-	-
40	4,0±0,6	1,7±0,3	0,6±0,1	-	-	-
60	5,3±0,9	3,7±0,3	2,2±0,2	-	-	-
120	3,7±0,3	1,7±0,3	0,9±0,3	6,0±0,6*	3,3±0,3*	1,2±0,1
180	5,3±0,9	3,2±0,2	1,3±0,2	6,6±0,3	3,7±0,4*	2,6±0,1**
240	5,0±0,6	2,4±0,2	0,7±0,6	7,7±0,7*	5,3±0,3***	2,7±0,9*
365	5,7±0,3	3,6±0,3	1,3±0,2	7,3±0,4*	5,7±0,3**	3,0±0,5*

Примечание: * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001:

Если у 60- суточных животных более резко увеличиваются крупные и средние клетки, то у 240-суточных крупные и мелкие. В годовалом возрасте происходит снижение объемов крупных и мелких нейронов, а объем средних несколько увеличивается. Дозированное принудительное движение приводит к достоверному увеличению объема нейронов всех групп.

Сравнивая рост нейроцитов правого нервного легочного узла с левым видно, что, начиная от новорожденных и до 120- суточного возраста, происходят одинаковые изменения объемов клеток как ПНУ, так и ЛНУ. В 120- суточном возрасте средние и мелкие нейроны уменьшаются в объеме в обоих узлах, а так же крупные в правом узле. В левом узле 120- суточных особей объем крупных нейронов остается на одном уровне, как у 60- суточных животных. В 180- суточном возрасте в ПНУ происходит увеличение объема крупных нейронов, а в левом, наоборот, снижение. В тоже время объем средних и мелких нейронов увеличивается в обоих нервных ганглиях. В 240- суточном возрасте объем крупных, средних и мелких нейронов в ПНУ уменьшается, а в ЛНУ, наоборот, увеличивается. В годовалом возрасте в ПНУ объем крупных, средних и мелких клеток увеличивается, а в ЛНУ объем крупных и мелких уменьшается, а средних - увеличивается. Движение приводит к неодинаковым изменениям объемов всех групп нейронов. В 120- суточном возрасте в ПНУ крупные и средние клетки увеличиваются более интенсивно, чем мелкие, а в ЛНУ более интенсивно растут мелкие нейроны, чем средние и крупные.

Таблица 3 - Изменение объема тел нейронов в левом легочном ганглии с учетом возраста и режима движения, мкм³

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	2,3±0,3	1,3±0,3	0,8±0,03	-	-	-
20	2,3±0,3	1,2±0,1	0,6±0,1	-	-	-
40	2,3±0,3	1,7±0,1	0,5±0,1	-	-	-
60	5,3±0,3	2,7±0,3	0,9±0,1	-	-	-
120	5,3±0,3	2,3±0,3	0,5±0,03	6,3±0,6*	3,3±0,3*	2,3±0,7*
180	4,3±0,3	2,6±0,2	0,8±0,1	4,6±0,4	3,3±0,3	1,0±0,1
240	6,3±0,9	3,3±0,3	2,2±0,1	7,4±0,3*	3,7±0,3*	2,8±0,1***
365	6,0±0,6	3,6±0,3	1,3±0,3	8,3±0,5*	5,0±0,6	2,6±0,3*

Примечание: * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001:

В 180- суточном возрасте в ПНУ крупные, средние и мелкие нейроны продолжают увеличивать свой объем, а в ЛНУ крупные и мелкие снижают его, а для средних он одинаковый с 120- суточными животными. В 120- суточном возрасте существенной разницы между ростом объемов нейронов в ПНУ и ЛНУ не наблюдается. В годовалом возрасте в ПНУ крупные нейроны снижают свой объем, средние и мелкие продолжают его увеличивать. В ЛНУ крупные и средние увеличивают, а мелкие снижают свой объем.

Таким образом, нейроны как в ПНУ, так и ЛНУ контрольных и опытных животных изменяют свой объем периодически с учетом их возраста, режима движения и размера самих клеток.

Из данных по изменению объема ядра в нейронах ПНУ и ЛНУ (табл. 4) в возрастном аспекте видно, что в ПНУ к 20- суточному возрасту происходит снижение объема ядер всех групп нейронов. У 40-, 60- и 180- суточном возрасте отмечается рост объема всех групп клеток. В годовалом возрасте увеличивается объем ядер только средних нейроцитов. Снижение объема ядер всех групп нейроцитов кроме 20- суточного возраста, происходит в 120- и 240- суточном возрасте, а в годовалом возрасте он уменьшается в мелких нейроцитах. Дозированное принудительное движение приводит к достоверному увеличению объема ядер всех нейронов в 120- суточном возрасте на фоне их снижения в контроле. В 180- суточном возрасте объем ядер крупных нейронов опытных животных достоверно выше, чем контрольных, а средних выше, но недостоверно.

Таблица 4 - Изменение объема ядер нейронов в правом легочном ганглии с учетом возраста и режима движения, мкм³

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	0,86±0,03	0,63±0,09	0,33±0,03	-	-	-
20	0,70±0,12	0,47±0,09	0,26±0,02	-	-	-
40	0,83±0,10	0,60±0,21	0,30±0,06	-	-	-
60	1,26±0,10	1,33±0,33	0,64±0,01	-	-	-
120	0,56±0,03	0,56±0,03	0,46±0,03	0,93±0,07**	0,93±0,07**	0,56±0,03*
180	0,93±0,03	1,26±0,09	0,68±0,07	0,96±0,03*	0,90±0,06	0,43±0,03**
240	0,90±0,57	0,43±0,16	0,64±0,10	1,60±0,06***	1,33±0,33*	0,86±0,09
365	0,90±0,06	0,07±0,10	0,23±0,03	1,30±0,35	0,93±0,03*	0,70±0,06***

Примечание: * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001:

Таблица 5 - Изменение объема ядер нейронов в левом лёгочном ганглии с учётом возраста и режима движения, мкм³

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	0,63±0,01	0,43±0,09	0,33±0,03	-	-	-
20	0,95±0,01	0,57±0,03	0,28±0,05	-	-	-
40	0,66±0,06	0,43±0,14	0,13±0,03	-	-	-
60	1,27±0,09	0,82±0,06	0,43±0,12	-	-	-
120	0,93±0,01	0,56±0,03	0,25±0,09	1,52±0,06***	0,74±0,07	0,90±0,06***
180	0,66±0,07	0,96±0,03	0,33±0,03	0,96±0,03**	0,90±0,06	0,43±0,03
240	0,92±0,06	0,76±0,23	0,70±0,06	0,97±0,03	1,63±0,03	0,90±0,06*
365	0,94±0,03	0,63±0,07	0,45±0,16	1,67±0,33**	0,93±0,07	0,71±0,06

Примечание: * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001:

В тоже время объем ядер мелких нейроцитов достоверно ниже в опыте, чем в контроле. В годовалом возрасте объем ядер средних и мелких нейронов у экспериментальных животных достоверно выше, чем у контрольных особей.

В ЛНУ мы наблюдали рост объема ядра всех нейроцитов у особей 60- суточного и снижение его роста у животных 40- и 120- суточного возрастов. У 180- суточных животных объем ядра крупных нейроцитов снижается, а средних и мелких - увеличивается, у 240- суточных особей объем ядра крупных и мелких клеток увеличивается, а средних - снижается и у годовалых особей объем ядра крупных нейронов остается без изменения, а средних и мелких уменьшается.

Дозированное принудительное движение приводит к увеличению объема ядра как в ПНУ, так и в ЛНУ по сравнению с контролем. Только у 180- суточных животных он у средних нейронов в опыте недостоверно ниже, чем в контроле. У 120- суточных опытных животных объем ядра крупных и мелких нейроцитов достоверно, а средних недостоверно увеличивается. У 180- суточных особей в ЛНУ отмечается снижение объема ядра крупных нейроцитов как в контроле, так и в опыте. Объем ядра средних нейронов увеличивается в контроле и опыте. Объем ядра мелких клеток снижается в контроле, но увеличивается в опыте. У 240- суточных животных объем ядра крупных нейронов недостоверно, а по мелким достоверно увеличивается в опыте. По группе средние нейроциты в ЛНУ

опытных особей происходит недостоверный рост объема ядер, а в контроле, наоборот, их снижение.

У годовалых животных объем ядра крупных нейроцитов достоверно увеличивается в опыте, чем в контроле. Объем ядра средних и мелких нейронов к годовалому возрасту снижается, разница между группами животных является недостоверной.

Сравнивая изменения объемов ядер в ПНУ и ЛНУ необходимо отметить, что противоположный рост объема ядер мы наблюдаем в 20- и 40- суточном возрасте. Так, если в ПНУ в 20- суточном возрасте этот показатель снижается, то в ЛНУ увеличивается, кроме объема ядер в мелких нейроцитах. В 40- суточном в ПНУ объем ядер по всем нейроцитам увеличивается, а в ЛНУ уменьшается. В 60- суточном возрасте в обоих нервных ганглиях происходит увеличение, а у 120- суточном возрасте снижение этого показателя. У 180- суточных особей в ПНУ объем ядра крупных, средних и мелких нейронов увеличивается, а в ЛНУ только средних и мелких. В крупных нейронах ЛНУ происходит уменьшение объема ядра. В 240- суточном возрасте в ПНУ происходит снижение этого показателя у всех нейроцитов, а в ЛНУ только средних. В крупных и мелких нейронах происходит увеличение объема ядра. В годовалом возрасте объем ядра в ПНУ крупных клеток остается без изменений, в ЛНУ несколько увеличивается. В ПНУ происходит увеличение этого показателя у средних нейронов, в ЛНУ - снижение. Объем ядра мелких нейроцитов снижается как в ПНУ, так и ЛНУ. Необходимо отметить, что объем ядер нейронов изменяется циклично и зависит от размера клеток. При этом, если объем ядра одной группы клеток уменьшается, то другой наоборот, увеличивается.

Как известно, ядерно-нейроплазменное отношение (ЯНО) свидетельствует о степени дифференцировки нервно-клеточных структур. В связи с этим, нами прослежено изменение ЯНО в правом и левом нервных легочных ганглиях как в возрастном аспекте, так и под влиянием дозированного принудительного движения.

В ПНУ к 20- и 40- суточному возрасту происходит снижение ЯНО у крупных и средних нейроцитов (табл. 6). У мелких нейронов оно увеличивается к 20- суточному возрасту животных, оставаясь на таком же уровне и у особей 40- суточного возраста. У 60- суточных особей ЯНО снижается в средних и мелких нейроцитах и увеличивается в крупных. К 120- суточному возрасту отмечается снижение этого показателя у мелких и крупных клеток и увеличение у средних. К 180- суточному возрасту отмечается увеличение ЯНО у нейроцитов всех групп, в наибольшей степени это присуще мелким нейроцитам. К 240- суточному возрасту происходит снижение ЯНО у средних и мелких нейронов и его рост у крупных нейроцитов. К годовалому возрасту ЯНО имеет тенденцию к снижению у всех нейроцитов.

Таблица 6 - Изменение ядерно-нейроплазменного отношения в нейронах правого лёгочного ганглия с учетом возраста и режима движения

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	44,6±1,0	150,0±5,8	60,0±1,2	-	-	-
20	29,3±1,7	100,0±11,5	100,0±5,8	-	-	-
40	26,0±6,0	42,0±1,1	100,0±11,5	-	-	-
60	36,3±1,0	40,0±1,2	42,7±0,3	-	-	-
120	18,0±0,6	43,0±0,6	124,7±0,3	18,0±1,1	42,0±1,1	150,0±1,7***
180	18,2±1,7	50,0±2,3	230,0±17,3	22,0±1,2	30,0±0,6***	15,0±1,8***
240	22,0±1,1	25,3±0,3	66,7±3,3	25,0±1,7	25,0±1,1**	41,7±0,3***
365	18,0±1,0	21,0±0,6	25,0±2,9	17,0±1,1	18,0±1,1***	30,0±1,2*

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$:

ЯНО крупных нейроцитов опытных животных находится на одном уровне с контрольными животными, только у 120- суточном и годовалом возрасте ЯНО ниже, чем у контрольных особей, а в 180- и 240- суточном возрасте, наоборот, выше. Средние нейроциты опытных животных имеют тенденцию к снижению ЯНО аналогично контролю. Разница между опытными группами является достоверной у 180-, 240- и 365- суточных животных. ЯНО мелких нейроцитов достоверно снижается в опыте к 120- и 180- суточному возрасту. У 240- суточных опытных особей отмечается достоверный рост ЯНО по сравнению с контролем. К годовалому возрасту ЯНО снижается как в контроле, так и в опыте. Необходимо отметить, что в возрастном аспекте ЯНО является самым низким у крупных нейроцитов.

Как видно из табличных данных (табл. 7), в ЛНУ в возрастном аспекте самое низкое ЯНО наблюдается у крупных, несколько выше оно у средних и наиболее высокое у мелких нейроцитов. К 20-, 60- и 120- суточному возрасту-ЯНО увеличивается у средних и мелких нейроцитов и снижается

у крупных. В 40- суточном возрасте, наоборот, у средних и мелких клеток снижается, а у крупных увеличивается.

Таблица 7 - Изменение ядерно-нейроплазменного отношения в нейронах левого лёгочного ганглия с учетом возраста и режима движения

Возраст, сутки	Станковое содержание (СС)			СС + активный моцион		
	крупные	средние	мелкие	крупные	средние	мелкие
2	44,6±1,2	63,3±8,8	60,0±0,6	-	-	-
20	40,6±1,0	50,0±11,5	100,0±5,0	-	-	-
40	53,3±1,0	25,0±1,1	25,0±0,6	-	-	-
60	36,3±1,3	40,0±0,6	80,0±1,7	-	-	-
120	21,6±1,4	43,0±0,6	100,0±17,3	33,0±1,7*	30,0±1,0	82,3±0,3
180	21,0±2,1	50,0±1,7	60,0±5,8	25,0±1,1	42,0±0,6**	51,0±1,6
240	18,0±1,1	36,0±0,1	50,1±17,4	17,0±2,0	30,0±2,3**	42,0±1,0
365	18,0±0,6	18,0±1,1	66,5±3,3	24,0±0,6***	22,3±0,3	30,0±0,3***

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$:

У 180- суточных особей. ЯНО у крупных и мелких нейронах снижается, а у средних возрастает. К 240- суточному возрасту ЯНО у крупных, средних и мелких нейронах снижается. В годовалом возрасте ЯНО у крупных клеток остается без изменений, у средних снижается до уровня крупных и у мелких несколько возрастает. ЯНО крупных нейроцитов ЛНУ опытных животных достоверно выше, чем у контроля у 120-, 365-, и недостоверно выше у 240- суточных животных. ЯНО средних нейроцитов опытных особей недостоверно ниже, чем у контрольных в 120-, и достоверно ниже в 180- и 240- суточном возрасте. У годовалых особей опытной группы этот показатель недостоверно выше по сравнению с контролем. ЯНО у мелких нейроцитов опытных животных имеет тенденцию к недостоверному снижению у 180-, 240- суточных и достоверному у 365- суточных животных. Из вышеизложенного можно заключить, что ЯНО в возрастном аспекте изменяется циклично, а дозированное принудительное движение приводит к снижению анализируемого показателя как в ПНУ, так и ЛНУ.

Выводы: В обоих симпатических легочных ганглиях содержатся крупные, средние и мелкие нейроны. Установлено, что нейроны как в ПНУ, так и ЛНУ контрольных и опытных животных изменяют свой объем периодически с учетом их возраста, режима движения и размера самих клеток. В ПНУ и ЛНУ у опытных животных всех возрастных групп объем тел нейроцитов выше, чем в контроле. Объем ядер нейронов в обоих ганглиях изменяется циклично и асинхронно, и зависит от размера клеток. При этом, если объем ядра одной группы клеток уменьшается, то другой наоборот, увеличивается. ЯНО в возрастном аспекте изменяется циклично и к годовалому возрасту имеет тенденцию к снижению у всех нейроцитов, а дозированное принудительное движение приводит к снижению анализируемого показателя как в ПНУ, так и ЛНУ. Наблюдаемые изменения структуры нейроцитов зависят от размеров самих клеток, возраста, индивидуальных особенностей животных и степени двигательной активности.

Библиографический список

1. Возрастные изменения ганглиев автономной нервной системы у собак / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Т.Г. Скрипник, А.Н. Фасухудинова, Е.Н. Исаева // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения: материалы III междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. С. 168-172.
2. Гирфанова Ф.Г. Анатомо-топографическая характеристика вагосимпатического ствола у некоторых видов пушных зверей клеточного содержания // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. Т. 212. С. 26-29.
3. Спирустим в рационах свиноматок / Л.Н. Гамко и др. // Зоотехния. 2002. № 12. С. 14-15.
4. Жеребцов Н.А. Некоторые закономерности постнатального морфогенеза нервной системы домашних млекопитающих и птиц // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2003. С. 13.
4. Закономерности постнатального морфогенеза нервной системы домашних животных / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Н.П. Перфильева, А.Н. Фасухудинова, А.А. Степочкин, С.Г. Писалева // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы V

междунар. науч.-практ. конф. / гл. редактор А.В. Дозоров; отв. ред. В.А. Исайчев, И.И. Богданов. Ульяновск: Изд-во Ульяновская ГСХА, 2013. С. 146-154.

5. Закономерности морфогенеза нервной системы домашних животных в постнатальном онтогенезе: монография / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Н.П. Перфильева, Т.Г. Скрипник, А.Н. Фасухудинова. Ульяновск, 2015. 237 с.

6. Черненко Ю.Н. Содержания микроэлементов в печени свиней при скормливании пробиотиков ситексфлор // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. С. 217-221.

7. Минченко В.Н. Возрастные особенности макро-микроанатомии трахеи и легких свиньи домашней при различных условиях содержания: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.02 – патология, онкология и морфология животных. Саранск: Мордовский ун-т, 1996. 24 с.

8. Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Совершенствование и внедрение современных технологий в кормоприготовлении // Актуальные проблемы развития АПК и пути их решения. Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции. 2020. С. 47-53.

9. Симанова Н.Г., Хохлова С.Н. Возрастные особенности нервной системы домашних животных в постнатальный период морфогенеза // Изв. Оренбургского ГАУ. 2014. № 2 (46). С. 180-184.

10. Тельцов Л.П., Романова Т.А., Шашанов И.Р. Роль учения о критических фазах развития животных для практики животноводства // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск. 2003. Т. 1. С. 14-15.

11. Ткачев А.А. Предпозвоночные узлы грудного отдела симпатического нерва свиньи // Пути повышения продуктивности животноводства: сб. науч. тр. Горки. 1970. Т. 73. С. 200-205.

12. Ткачев А.А. О нервах легких свиньи // Изв. АН БССР. 1969. № 2. С. 89-92.

13. Сравнительный морфогенез нейроцитов краниального шейного и звездчатого ганглиев собаки / С.Н. Хохлова, Н.Г. Симанова, А.Н. Фасухудинова, А.А. Степочкин // Вестник Ульяновской ГСХА. 2013. № 1. С. 64–70.

14. Evans H.E. Miller's Anatomy of the dog // Philadelphia–Tokyo: W.B. Saunder Co., 1993. P. 783-787.

15. Neuropeptides in the human superior cervical ganglion / J. Baffi, T. Gorks, F. Slowik et al. // Brain Res, 1992. Vol. 570, № 1-2. P. 272-278.

References

1. *Vozrastnye izmenenija gangliev avtonomnoj nervnoj sistemy u sobak / N.G. Simanova, S.N. Hohlova, T.G. Skripnik, A.N. Fasahutdinova, E.N. Isaeva // Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom jetape razvitija: opyt, problemy i puti reshenija: materialy III mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ul'janovsk: Ul'janovskaja GSHA, 2011. S. 168-172.*

2. *Girfanova F.G. Anatomo-topograficheskaja harakteristika vagosimpaticheskogo stvola u nekotoryh vidov pushnyh zverej kletochnogo sodержanija // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana. 2012. T. 212. S. 26-29.*

3. *Spirustim v racionah svinomatok / L.N. Gamko i dr. // Zootehnija. 2002. № 12. S. 14-15.*

4. *Zherebcov N.A. Nekotorye zakonomernosti postnatal'nogo morfogeneza nervnoj sistemy domashnih mlekopitajushchih i ptic // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ul'janovsk, 2003. S. 13.*

4. *Zakonomernosti postnatal'nogo morfogeneza nervnoj sistemy domashnih zhivotnyh N.G. Simanova, S.N. Hohlova, N.P. Perfil'eva, A.N. Fasahutdinova, A.A. Stepochkin, S.G. Pisaleva // Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija: materialy V mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / gl. redaktor A.V. Dozorov; отв. ред. В.А. Исайчев, И.И. Богданов. Ульяновск: Изд-во Ul'janovskaja GSHA, 2013. S. 146-154.*

5. *Zakonomernosti morfogeneza nervnoj sistemy domashnih zhivotnyh v postnatal'nom ontogeneze: monografija / N.G. Simanova, S.N. Hohlova, N.P. Perfil'eva, T.G. Skripnik, A.N. Fasahutdinova. Ul'janovsk, 2015. 237 s.*

6. *Chernenok Ju.N. Soderzhaniya mikroelementov v pečeni svinej pri skarmlivanii probiotikov siteksflor // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Brjansk: Izd-vo Brjanskij GAU, 2020. S. 217-221.*

7. *Minchenko V.N. Vozrastnye osobennosti makro-mikroanatomii trahei i legkih svin'i domashnej pri razlichnyh uslovijah sodержanija: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 16.00.02 – patologija, onkologija i morfologija zhivotnyh. Saransk: Mordovskij un-t, 1996. 24 s.*

8. *Podol'nikov V.E., Gamko L.N., Menjakina A.G. Sovershenstvovanie i vnedrenie sovremennyh tehnologij v kormopriготовлении // Aktual'nye problemy razvitija APK i puti ih reshenija. Sbornik nauchnyh trudov nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2020. S. 47-53.*

9. Simanova N.G., Hohlova S.N. *Vozrastnye osobennosti nervnoj sistemy domashnih zhivotnyh v post-natal'nyj period morfogeneza* // *Izv. Orenburgskogo GAU*. 2014. № 2 (46). S. 180-184.
10. Tel'cov L.P., Romanova T.A., Shashanov I.R. *Rol' uchenija o kriticheskikh fazah razvitija zhivotnyh dlja praktiki zhivotnovodstva* // *Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ul'janovsk*. 2003. T. 1. S. 14-15.
11. Tkachev A.A. *Predpozvonochnye uzly grudnogo otdela simpaticheskogo nerva svin'i* // *Puti povyshenija produktivnosti zhivotnovodstva: sb. nauch. tr. Gorki*. 1970. T. 73. S. 200-205.
12. Tkachev A.A. *O nervah legkih svin'i* // *Izv. AN BSSR*. 1969. № 2. S. 89-92.
13. *Sravnitel'nyj morfogenез nejroцитов kranial'nogo shejnogo i zvjozdchatogo gangliев sobaki* / S.N. Hohlova, N.G. Simanova, A.N. Fasahutdinova, A.A. Steepochkin // *Vestnik Ul'janovskoj GSHA*. 2013. № 1. S. 64–70.
14. Evans H.E. *Miller's Anatomy of the dog* // *Philadelphia–Tokyo: W.B. Saunder Co.*, 1993. P. 783-787.
15. *Neuropeptides in the human superior cervical ganglion* / J. Baffi, T. Gorks, F. Slowik et al. // *Brain Res*, 1992. Vol. 570, № 1-2. P. 272-278.

УДК 629.3.03

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-39-43

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Upgrading of the Caterpillar Mover of an Agricultural Vehicle

Лапик В.П., д-р техн. наук, доцент, Лапик П.В., аспирант, Адылина Е.С.
Lapik V.P., Lapik P.V., Adylina E.S.

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

Аннотация. В статье приведена одна из линий развития опорных устройств сельскохозяйственных транспортных средств. Предложена конструкция гусеничной ленты, совмещающая в себе достоинства резиноармированных гусениц (резиноармированные гусеничные ленты, РАГ) и резинокордных траков (РКТ). Как известно из работ исследователей для сельскохозяйственных работ на почвах нормальной влажности (в летний период) с позиции экологической безопасности наиболее актуально применение гусеничных движителей с резиноармированными гусеницами, в то время как для работы на переувлажненных почвах и пойменных лугах наиболее приемлемым является движитель с резинокордными траками, не являющимися пневматическими. РКТ позволяют частично компенсировать динамические нагрузки при движении машины, а при применении на переувлажненных почвах значительно меньше повреждают корневую растительность, за счет меньшего буксования движителя. Таким образом, сочетанный эффект РАГ и РКТ позволит добиться положительного синергизма конструкции опорного устройства.

Abstract. *The article presents one of the development lines of supporting devices of agricultural vehicles. The design of a track belt is proposed, combining the advantages of rubber-reinforced tracks (RRT) and rubber-cord tracks (RCT). As known from the scientific papers, it is environmentally safe to use caterpillar movers with rubber-reinforced tracks on the soils of normal humidity in summer, while it is more relevant to use a mover with rubber-cord tracks that are not pneumatic on the waterlogged soils and floodplain meadows. Rubber-cord tracks make it possible to partially compensate for dynamic loads during the movement of the machine, and when used on waterlogged soils, they significantly less damage root vegetation due to less slipping of the mover. Thus, the combined effect of RRT and RCT will allow achieving a positive synergy of the structure of the support device.*

Ключевые слова: сельскохозяйственные транспортные средства, резиноармированные гусеницы, резинокордные траки, давление на почву.

Key words: *agricultural vehicles, rubber-reinforced tracks, rubber cord tracks, floor pressure.*

Введение. Одним из решающих факторов, способствующих деградации сельскохозяйственных угодий, в частности пахотных почв является уплотнение почв.

Причиной уплотнения сельскохозяйственных почв является воздействие на нее опорных устройств сельскохозяйственных тракторов, самоходных машин и прицепных орудий.

Тенденция сельскохозяйственного производства последнего времени заключается в примене-

нии энергонасыщенных систем. В рамках агротехнических решений все более часто применяются широкозахватные комбинированные сельскохозяйственные орудия, которые позволяют выполнять целый ряд операций, начиная подготовкой почвы и заканчивая посевом культурных растений. Положительными сторонами применения таких орудий являются заточенность под сжатые агросроки и сокращение количества проходов машин по полю ввиду применения широкозахватных орудий, которые могут достигать не одного десятка метров рабочей ширины. Такие комплексные широкозахватные агрегаты вынуждают применять энергонасыщенные транспортные средства, выступающие в роли тягачей.

Таким образом, сельскохозяйственные транспортные средства-тягачи должны обладать определенным эксплуатационным показателем, а именно тяговым показателем надлежащего уровня. По ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85) «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы» [1] установлена зависимость тяговых классов тракторов от номинальных тяговых усилий, при этом номинальное тяговое усилие трактора предлагается определять по следующей формуле:

$$P_{кр ном} = A \cdot m_э, \quad (1)$$

где A – коэффициент, устанавливаемый в зависимости от вида трактора (для сельскохозяйственных тракторов эксплуатационной массой до 2600 кг – $3,24 \cdot 10^{-3}$, для четырех- и трехколесных тракторов с двумя ведущими колесами с эксплуатационной массой свыше 2600 кг – $3,73 \cdot 10^{-3}$, для четырехколесных тракторов с четырьмя ведущими колесами и эксплуатационной массой свыше 2600 кг – $3,92 \cdot 10^{-3}$, для гусеничных тракторов – $4,9 \cdot 10^{-3}$);

$m_э$ – эксплуатационная масса трактора, кг.

Исходя из формулы (1) видим прямую зависимость номинального тягового усилия от эксплуатационной массы трактора. Таким образом, для увеличения тягового усилия трактора необходимо повышать эксплуатационную массу.

Это определяет проблематику переуплотнения почвы ходовыми системами тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин.

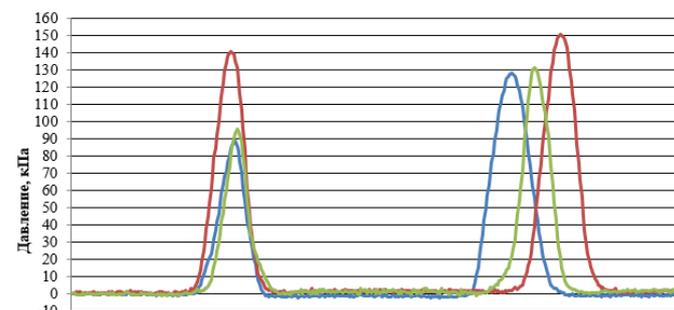
Целью данной работы является установление оптимального опорного устройства сельскохозяйственных транспортных средств.

Материалы исследования. Исследованием проблематики переуплотнения почв движителями сельскохозяйственных транспортных средств по настоящее время занимается ряд ученых.

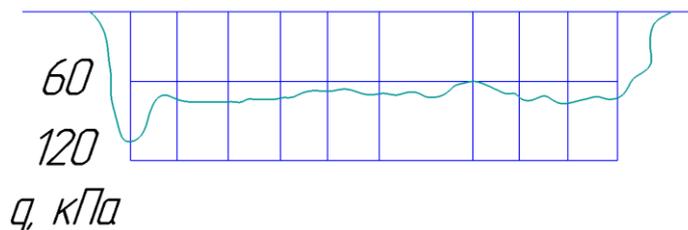
Ученые Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова в качестве причин эрозии почвенного покрова выделяют наряду с переуплотнением и разрушение наиболее «ценных фракций (3...0,5 мм)» [2].

Более традиционно же в научной литературе описывается воздействие колесных и гусеничных движителей сельскохозяйственных транспортных средств [3, 4].

Традиционные колесные движители проигрывают гусеничным в плане максимального давления на опорное основание (рис. 1). Это объясняется значительно меньшей площадью пятна контакта колесного движителя по сравнению с гусеничным.



а)



б)

Рисунок 1 – Примеры эпюр давления колесного (а) и гусеничного с РКТ (б) движителей

Как видно колесный движитель формирует ярко выраженные пиковые области эпюры давления на почву, в то время как эпюра давления гусеничного движителя – более равномерная и значительно меньше по величине.

Учеными Брянского государственного аграрного университета проведены исследования по определению воздействия гусеничных систем на почвы Брянской области [5, 6, 7].

Лапиком В.П. и Адылиным И.П. было «экспериментально подтверждено, что гусеничный движитель с резинокордными траками оказывает более щадящее воздействие на низшие слои почвы, чем с металлическими», а РАГ наиболее эффективны при работе на почвах нормальной влажности [3], так же было выявлено, что наиболее эффективным движителем для работы на переувлажненных пойменных почвах являются резинокордные траки [7].

Была разработана конструкция опорного устройства гусеничного (получен патент на изобретение [8]) движителя, эффективно работающая на переувлажненных почвах, которая в последствии путем компьютерного моделирования была оптимизирована по критерию равномерного распределения давления по ширине опорного устройства [9].

Учитывая опыт коллег нами предложена конструкция опорного устройства, сочетающее положительные стороны и резиноармированной гусеницы и резинокордных траков (рис. 2).

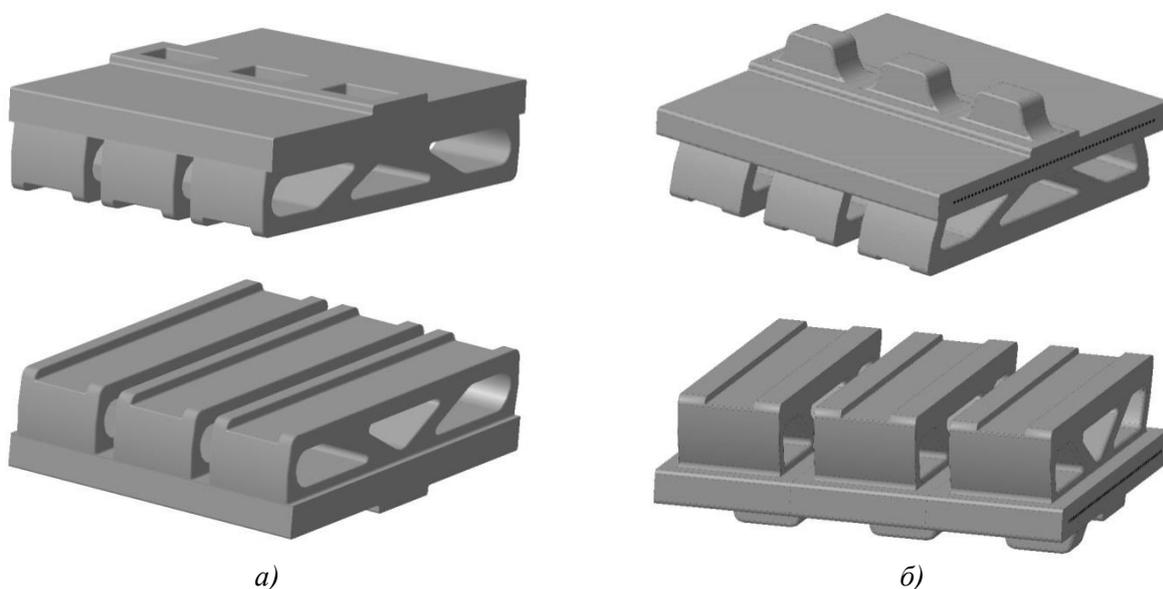


Рисунок 2 – Предлагаемое опорное устройство гусеничного движителя:
а) опорное устройство под звездочку; б) опорное устройство под барабан

Предлагаемое опорное устройство гусеничного движителя представлено в двух исполнениях – для движителей с приводным барабаном и звездочкой.

Опорное устройство также как и РАГ представляет собой бесконечную резиноармированную ленту. Наружной же частью опорное устройство представляет ряд оригинальных траков завулканизированных в основную часть эластомерного материала, которые представляют собой участки из открытых трубчатых элементов. При движении по почве данные участки будут компенсировать динамические нагрузки, а почва, попадающая в открытые полости, будет выдавливаться не мешая работе опорного устройства.

В сравнении с традиционным гусеничным движителем с РКТ предлагаемая конструкция вместо силового пояса гусеницы имеет эластичный участок с кордом.

Результатом данной работы является оригинальная конструкция опорного устройства, позволяющая совместить положительные стороны гусеничного движителя с резиноармированной гусеницей и резинокордными траками. Предположительно такой движитель позволит сельскохозяйственным машинам эффективно работать как на переувлажненных почвах, так и на почвах нормальной влажности. С целью подтверждения данной гипотезы необходимо провести ряд экспериментов.

Библиографический список

1. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85) Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009845> (дата обращения: 10.11.2021).

2. Русинов А.В., Слюсаренко В.В. Технические решения, обеспечивающие снижение эрозии почвы в процессе почвообработки // Техногенная и природная безопасность: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Саратов: Изд-во Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2017. С. 320-324.
3. Лапик В.П. Механико-технологические основы взаимодействия гусеничных движителей кормоуборочных машин с переувлажненной пойменной почвой: дис. ... д-ра техн. наук. Брянск, 2015. 327 с.
4. Лапик В.П., Французов В.С., Адылин И.П. Исследование уплотнения почвы МТА // Вестник Брянской ГСХА. 2012. № 1. С. 35-37.
5. Лапик В.П., Адылин И.П. Снижение отрицательного воздействия на переувлажненные почвы гусеничных движителей кормоуборочных машин путем применения резинокордных траков // Вестник Брянской ГСХА. 2011. № 1. С. 28-31.
6. Лапик В.П., Адылин И.П. Исследование распределения давления на переувлажненную почву по ширине резинокордных траков гусеничных движителей с помощью компьютерного моделирования // Научное обозрение. 2014. № 8-1. С. 34-39.
7. Адылин И.П. Повышение проходимости и уменьшение техногенного воздействия гусеничных машин с эластичными траками путем снижения неравномерности распределения давления на почву: дис. ... канд. техн. наук / Российский ГАУ - Московская с.-х. академия им. К.А. Тимирязева. М., 2016.
8. Эластичный трак гусеницы транспортного средства: пат. 2554899 Рос. Федерация / Лапик В.П., Адылин И.П. № 2012155435/11; заявл. 19.12.2012; опубл. 27.06.2015.
9. Эластичный трак гусеницы транспортного средства: пат. 196941 Рос. Федерация / Лапик В.П., Адылин И.П., Кузнецов А.Е., Малашенко Ю.А., Лапик П.В. № 2019131658; заявл. 07.10.2019; опубл. 23.03.2020.
10. Наумкин В.П., Малявко Г.П., Наумкина Л.А. Эффективность основной обработки почвы и удобрений // Кукуруза и сорго. 1993. № 6. С. 5-7.
11. Ториков В.Е., Мельникова О.В. Производство продукции растениеводства. Санкт-Петербург, 2017. Сер. Учебники для вузов. Специальная литература
12. Развитие АПК Брянской области - 2020 / Белоус Н.М., Бельченко С.А., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Осипов А.А. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6 (82). С. 3-10.
13. Кувшинов Н.М. Оптимизация агрофизических свойств почв для сельскохозяйственных культур // Аграрная наука. 1994. № 6. С. 56-57.
14. Кувшинов Н.М. Эффективность применения орудий с активными рабочими органами в качестве приемов предпосевной обработки серых лесных почв Нечерноземной зоны России // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1 (59). С. 23
15. Фреза с вертикальной осью вращения / Блохин В.Н., Случевский А.М., Роганков С.И., Кувшинов Н.М., Ковалев А.Ф., Лаптева Н.А. Патент на полезную модель RU 173801 U1, 12.09.2017. Заявка № 2017101747 от 19.01.2017.

References

1. *Elektronnyj fond pravovyh i normativno-tehnicheskikh dokumentov. GOST 27021-86 (ST SJeV 628-85) Traktory sel'skhozajstvennyje i leskhozajstvennyje. Tjagovye klassy. – Rezhim dostupa: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009845> (data obrashhenija: 10.11.2021).*
2. *Rusinov A.V., Sljusarenko V.V. Tehnicheskie reshenija, obespechivajushhie snizhenie jerozii pochvy v processe pochvoobrabotki // Tehnogennaja i prirodnaja bezopasnost': materialy IV Vseros. nauch.-prakt. konf. Saratov: Izd-vo Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova, 2017. S. 320-324.*
3. *Lapik V.P. Mehaniko-tehnologicheskie osnovy vzaimodejstvija gusenichnyh dvizhitelej kormouborocnyh mashin s pereuvlazhnennoj pojmennoj pochvoj: dis. ... d-ra tehn. nauk. Brjansk, 2015. 327 s.*
4. *Lapik V.P., Francuzov V.S., Adylin I.P. Issledovanie uplotnenija pochvy MTA // Vestnik Brjanskoj GSXA. 2012. № 1. S. 35-37.*
5. *Lapik V.P., Adylin I.P. Snizhenie otricatel'nogo vozdejstvija na pereuvlazhennnye pochvy gusenichnyh dvizhitelej kormouborocnyh mashin putem primenenija rezinokordnyh trakov // Vestnik Brjanskoj GSXA. 2011. № 1. S. 28-31.*
6. *Lapik V.P., Adylin I.P. Issledovanie raspredelenija davlenija na pereuvlazhennuju pochvu po shirine rezinokordnyh trakov gusenichnyh dvizhitelej s pomoshh'ju komp'juternogo modelirovanija // Nauchnoe obozrenie. 2014. № 8-1. S. 34-39.*
7. *Adylin I.P. Povyshenie prohodimosti i umen'shenie tehnogennogo vozdejstvija gusenichnyh mashin s jelastichnymi trakami putem snizhenija neravnomernosti raspredelenija davlenija na pochvu: dis. ... kand. tehn. nauk / Rossijskij GAU - Moskovskaja s.-h. akademija im. K.A. Timirjazeva. M., 2016.*

8. *Jelastichnyj trak gusenicy transportnogo sredstva: pat. 2554899 Ros. Federacija / Lapik V.P., Adylin I.P. № 2012155435/11; zajavl. 19.12.2012; opubl. 27.06.2015.*

9. *Jelastichnyj trak gusenicy transportnogo sredstva: pat. 196941 Ros. Federacija / Lapik V.P., Adylin I.P., Kuznecov A.E., Malashenko Ju.A., Lapik P.V. № 2019131658; zajavl. 07.10.2019; opubl. 23.03.2020.*

10. *Naumkin V.P., Maljavko G.P., Naumkina L.A. Jefferktivnost' osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij //Kukuruzna i sorgo. 1993. № 6. S. 5-7.*

11. *Torikov V.E., Mel'nikova O.V. Proizvodstvo produkcii rastenievodstva. Sankt-Peterburg, 2017. Ser. Uchebniki dlja vuzov. Special'naja literatura*

12. *Razvitie APK Brjanskoj oblasti - 2020 /Belous N.M., Bel'chenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N., Osipov A.A. // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2020. № 6 (82). S. 3-10.*

13. *Kuvshinov N.M. Optimizacija agrofizicheskih svojstv pochv dlja sel'skohozjajstvennyh kul'tur // Agrarnaja nauka. 1994. № 6. S. 56-57.*

14. *Kuvshinov N.M. Jefferktivnost' primenenija orudij s aktivnymi rabochimi organami v kachestve priemov predposevnoj obrabotki seryh lesnyh pochv Nechernozemnoj zony Rossii // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2017. № 1 (59). S. 23*

15. *Freza s vertikal'noj os'ju vrashhenija / Blohin V.N., Sluचेvskij A.M., Rogankov S.I., Kuvshinov N.M., Kovalev A.F., Lapteva N.A. Patent na poleznuju model' RU 173801 U1, 12.09.2017. Zajavka № 2017101747 ot 19.01.2017.*

УДК 62-82:631.3

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-43-49

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОЦИЛИНДРА ГИДРОПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Mathematical Model of Parameters of Hydraulic Drive Cylinder of Agricultural Machinery

Сакович Н.Е., д-р техн. наук, профессор, **Никитин А.М.**, канд. техн. наук, доцент,

Шилин А.С., аспирант

Sakovich N.Ye., Nikitin A.M., Shilin A.S.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»,

Bryansk State Agrarian University

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения гидропривода сельскохозяйственной техники, обоснованные проблемой совершенствования и модернизации сельскохозяйственных машин, где главное внимание уделено модернизации гидропривода выполняющего основные технологические операции, в первую очередь модернизация касается гидроцилиндра, который является главным элементом в гидроприводе и обладает малой массой на единицу передаваемой мощности, сравнительно малыми габаритами, бесступенчатым регулированием скорости, высоким коэффициентом полезного действия, удобством эксплуатации, компактностью, силовыми параметрами и другими положительными качествами. При совершенствовании сельскохозяйственной техники, очень часто стоит вопрос модернизации гидропривода, в первую очередь гидроцилиндра, по улучшению силовых, скоростных и конструктивных параметров. Авторами предложена математическая модель, позволяющая рассчитать параметры усовершенствованного гидроцилиндра, в первую очередь, определение усилий, мощности, диаметров гильзы, диаметров штока, выбор уплотнений поршня и штока; расчет толщины гильзы, определение диаметральной деформации и линейной податливости системы, а также конструктивных параметров крепежных элементов. Исходными данными для расчетов являются вид гидравлического привода, в котором используется гидроцилиндр, тип гидравлического цилиндра, рабочая эксплуатируемая максимальная нагрузка, скорость рабочего хода гидроцилиндра, скорость обратного хода гидроцилиндра, длина хода поршня гидроцилиндра, степень неравномерности скорости хода гидроцилиндра, перемещаемая максимальная масса груза, а также конструктивные особенности гидроцилиндра крепление, уплотнения, торможение.

Abstract. *The article discusses the issues of the use of hydraulic drive of agricultural machinery, justified by the problem of improvement and modernization of agricultural machinery, where the main attention is paid to the modernization of the hydraulic drive performing basic technological operations, primarily modernization concerns the hydraulic cylinder, being the essential element in the hydraulic drive, and having a low mass per unit of transmitted power, relatively small dimensions, stepless speed control, high effi-*

ciency, ease of operation, compactness, power parameters and other positive qualities. When improving agricultural machinery, there appears a question of upgrading the hydraulic drive, primarily the hydraulic cylinder, to improve power, speed and design parameters. The authors have proposed a mathematical model that allows calculating the parameters of an improved hydraulic cylinder, primarily the determination of forces, power, sleeve diameters, stem diameters, the choice of piston and stem seals; calculation of sleeve thickness, determination of diametrical deformation and linear compliance of the system, as well as design parameters of fasteners. The initial data for calculations are the type of hydraulic drive in which the hydraulic cylinder is used, the type of hydraulic cylinder, the operating maximum load, the stroke speed of the hydraulic cylinder, the reverse stroke speed of the hydraulic cylinder, the stroke length of the hydraulic cylinder, the degree of unevenness of the stroke speed of the hydraulic cylinder, the maximum weight of the load being moved, as well as the design features of the hydraulic cylinder mounting, seals, and braking.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, гидравлический привод, гидроцилиндр, математическая модель.

Key words: agricultural machinery, hydraulic drive, hydraulic cylinder, mathematical model.

Введение. На многих сельскохозяйственной технике (тракторах, комбайнах, МТА, прицепах – самосвалах) применяются гидравлические приводы, главным элементом в которых являются гидравлические цилиндры. Гидроцилиндры отличаются малой массой на единицу передаваемой мощности, сравнительно малыми габаритами, бесступенчатым регулированием скорости, высоким коэффициентом полезного действия, удобством эксплуатации, компактностью, силовыми параметрами и другими положительными качествами.

При совершенствовании сельскохозяйственной техники, очень часто стоит вопрос модернизации гидропривода, в первую очередь гидроцилиндра, по улучшению силовых, скоростных и конструктивных параметров. Авторами предложена математическая модель, позволяющая рассчитать параметры усовершенствованного гидроцилиндра [2,3,4,5,7,8,11].

Метод и результаты исследований. В математическую модель расчета гидроцилиндров входит определение усилий F , Н; диаметров гильзы D , мм; диаметров штока d , мм; выбор уплотнений поршня и штока; расчет толщины гильзы j , мм; диаметральной деформации ΔD , мм; линейной податливости системы e , мм/Н; конструктивных параметров крепежных элементов; мощности P , кВт.

Исходные данные для расчетов:

1. Вид гидравлического привода, в котором используется гидроцилиндр. Для расчетов возьмем объемный гидроцилиндр с дроссельным регулированием, для фронтального погрузчика сельскохозяйственного назначения.

2. Тип гидравлического цилиндра.

3. Рабочая эксплуатируемая максимальная нагрузка F_H , Н;

4. Скорость рабочего хода гидроцилиндра U_P , м/с;

5. Скорость обратного хода гидроцилиндра U_X , м/с;

6. Длина хода поршня гидроцилиндра S , мм;

7. Степень неравномерности скорости хода гидроцилиндра χ , %. $\chi = U / U_{MAX} < 1$.

8. Перемещаемая максимальная масса груза m , кг;

9. Конструктивные особенности: крепление, уплотнения, торможение.

Основными параметрами поршневого гидроцилиндра с односторонним штоком являются A , м²; D , d , мм; F , Н; p , МПа; U , м/мин; Q , л/мин (рис. 1).

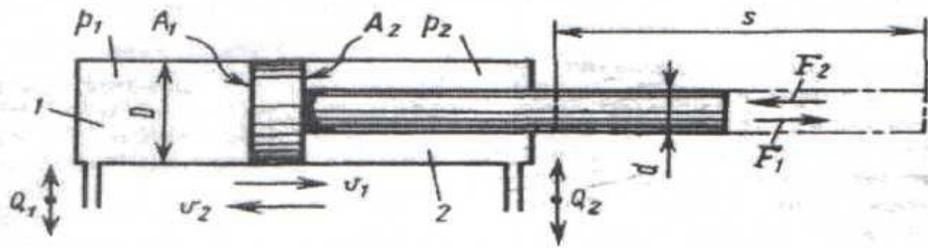


Рисунок 1 - Основные параметры цилиндра

Для получения результатов необходимо рассчитать:

1. Площадь поршневой и штоковой полости:

$$A_1 = \frac{D^2}{127}; \quad A_2 = \frac{d^2}{127} \quad (1)$$

2. Усилие, развиваемое гидроцилиндром:

$$F_1 = 100k_{TP}(p_1A_1 - p_2A_2); \quad F_2 = 100k_{TP}(p_2A_2 - p_1A_1) \quad (2)$$

где $k_{TP} = 0,9 \dots 0,98$ — коэффициент, для учета потерь на трение;

p_2, p_1 — давление рабочей жидкости в штоковой и поршневой полостях, МПа.

3. Скорость прямого и обратного хода штока гидроцилиндра:

$$U = 1270 \frac{Q_1}{D^2}; \quad U = \frac{U_2(D^2 - d^2)}{1270} \quad (3)$$

4. Расход рабочей жидкости:

$$Q_1 = \frac{U_1 \cdot D^2}{1270} \quad Q_2 = \frac{U_2 \cdot (D^2 - d^2)}{1270} \quad (4)$$

Главным параметром силового гидравлического цилиндра является усилие (F , Н) которое при проектировании приближенно можно определять по коэффициенту запаса k_3 . Из принятого решения, усилие необходимое для работы гидроцилиндра будет равно

$$F = k_3 \cdot F_H \quad (5)$$

При дроссельном регулировании коэффициент запаса будет равным $k_3 = 1,5 \dots 3,0$ исходя их технических требованиям к гидроцилиндрам.

В зависимости от назначения и типа применяемого оборудования (краны, манипуляторы, рабочие органы, платформы т. д.) максимум силы может соответствовать переходным режимам (например, реверс рабочего органа) поэтому выбор диаметра гидроцилиндра и максимального рабочего давления в гидравлическом приводе производится на основании анализа графиков при прямом и обратном ходах, при изменении нагрузки во время рабочего цикла.

Задаваясь номинальным давлением (p , МПа) взятого из стандартного ряда, тип гидроцилиндра, можно определить диаметр гидроцилиндра с учетом его КПД ($\eta_M \cdot \eta_m = 0,85 \dots 0,95$) и коэффициента потерь рабочего давления в гидроприводе ($\eta_r, \eta_r = 0,75 \dots 0,79$).

Тогда

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{p \cdot \eta_M \cdot \eta_r}} \quad (6)$$

Зная соотношение скоростей прямого и обратного ходов ($U_1 < U_2$) и когда количество рабочей жидкости, поступающей в гидроцилиндр, постоянно,

$$d = D \sqrt{1 - \frac{U_1}{U_2}} \quad (7)$$

Диаметр гидроцилиндра D и штока d выбирается из стандартного ряда ГОСТ 16514-96 Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Общие технические требования действующий и ГОСТ 6540-68. Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров.

После предварительного определения D и d нужно уточнить усилие F учетом сил трения, всех нагрузок и динамики механизма работы гидроцилиндра. В процессе работы гидропривода гидроцилиндр преодолевает силы полезной нагрузки (F , Н, например, подъема, поворота, удержания т. д.), трения F_{TP1} в направляющих, F_{TP2} в уплотнениях штока и поршня, веса G , противодействия (F_{IP}), зависящие от сопротивления сливу рабочей жидкости из нерабочей полости гидроцилиндра, а в динамических режимах – инерционные нагрузки (F_{IH}).

Тогда усилие можно определить по формуле

$$F = F_H + F_{TP1} + \sum F_{TP2} + G + F_{IP} + F_{IH} \quad (8)$$

Сила (F_{TP1} , Н) в рабочих органах будет зависеть от конструктивных особенностей рабочего органа, конструкционного материала трущихся деталей. Силу можно определить формулой

$$F_{TP1} = fG = fmg \quad (9)$$

где f – коэффициент трения в направляющих при разгоне рабочих органов, принимается $f = 0,05...0,08$ при скорости более 0,2 м/с; $f = 0,10...0,12$ меньше 0,2 м/с [7, 327].

5. Сила трения в подвижных соединениях при уплотнении манжетами определяется по формуле

$$F_{TP} = \pi \cdot D \cdot H \cdot (p - p_K) \mu \cdot z \quad (10)$$

где D – диаметр уплотняемой поверхности, мм;

H – ширина манжеты уплотнения, мм;

p – давление рабочей жидкости, МПа;

$p = 2,5$ – контактное давление, возникающее при манжете уплотнения;

$\mu = 0,1...0,3$ – коэффициент трения поверхности деталей;

z – число манжет.

6. Сила трения поршня и штока при установке в цилиндрах различных резиновых манжет и колец может быть определена по следующим формулам:

6.1. Для поршня

$$F_{TP2П} = \pi(zp_K + p_{УП})D \cdot b \cdot \mu_{П} \quad (11)$$

6.2. Для штока при уплотнительных кольцах с шевронным (елочным) профилем

$$F_{TP2Ш1} = \pi d h p \quad (12)$$

6.3. Для штока с манжетным уплотнением

$$F_{TP2Ш2} = \pi d h p \mu_{Ш} \quad (13)$$

где D, d – диаметр поршня и штока, мм;

b, h – ширина поршня и длина уплотнения, мм;

p – давление в штоковой полости цилиндра, МПа;

p_K – давление кольца на стенку цилиндра, МПа;

$p_{УП}$ – уплотняющее давление, МПа;

$z - z$ – число колец;

$\mu_{П}, \mu_{Ш}$ – коэффициенты трения поршня по цилиндру и штока по уплотнениям.

7. Сила противодействия жидкости в нерабочих полостях цилиндра A_1 , и A_{21} :

$$F_{IP} = \Delta p_{IP} A_{1-2} \quad (14)$$

где Δp_{IP} – потери давления на трение жидкости сил, МПа, принимается $\Delta p_{IP} = 0,05 p$;

A_{1-2} – поршневая или штоковая площадь поршня, мм².

7. Инерционные нагрузки, действующие при разгоне и торможении, чаще всего не совпадают по времени с действием сил подъема, в этих случаях нагрузки, преодолеваемые цилиндрами при разгоне и торможении, могут определяться по формулам (для вертикального движения):

– при ускорении вверх

$$F = m\alpha_1 + G + \sum F_{TP}$$

– при замедлении вниз

$$F = m\alpha_2 + G + \sum F_{TP}$$

– при ускорении вниз

$$F = m\alpha_1 - G + \sum F_{TP} \quad (15)$$

– при замедлении вверх

$$F = m\alpha_2 - G + \sum F_{TP}$$

8. Инерционные силы на первом этапе проектирования определим по формуле

$$F_{II} = \frac{GU}{qt_0} \quad (16)$$

где $G = mg$ – приблизительный вес перемещающихся частей, Н;

U – максимальная скорость перемещения рабочего органа, м/с;

$t_0 = 0,01 \dots 0,5$ с. – время разгона поршня до рабочей скорости;

$g = 9,81$ – ускорение свободного падения, м/с²;

$m = m_1 + 1,16 \cdot 10^{-2} \frac{A_1^2 l_1}{d_1^2} + \frac{A_2^2 l_2}{d_2^2}$ – приведенная к поршню масса подвижных частей гидроцилиндра, приводимого механизма и рабочей жидкости в поршневом и сливном трубопроводах;

A_1, A_2 – рабочие площади цилиндра, м²;

m – масса подвижных частей гидроцилиндра и приводимого механизма, кг;

d_1, d_2, l_1, l_2 – внутренние диаметры и длины соответственно напорного и сливного трубопроводов, мм;

α_1, α_2 – ускорения разгона и торможения, м/с².

$$\alpha_1 = \frac{0,139U^2}{x_1}; \quad \alpha_2 = \frac{0,139U^2}{x_2} \quad (17)$$

где U – скорость поршня, м/мин;

x_1, x_2 – пути разгона и торможения, мм.

Для горизонтального движения $G = 0$.

После уточнения по формулам (8) – (16) усилий F нужно скорректировать диаметр поршня и штока (если это необходимо) и согласуется с ГОСТ 6540-68, определяются параметры цилиндра.

9. Толщина стенки гильзы цилиндра:

$$j \geq \frac{2 \cdot 10^{-6} pD}{\Delta p} \quad (18)$$

где Δp – допустимая диаметральная деформация (мкм) стенок толщиной j (мм) цилиндра с внутренним диаметром (D , мм) под действием внутреннего давления (p , МПа).

Величину ΔD – можно задать путем использования допуска формы на диаметр поршня D , приняв величину допуска формы 60% (нормальная точность) от допуска на размер для 8 квалитета ($DH8$):

$$\Delta D = 15 \cdot 10^{-3} (0,45 \cdot \sqrt[3]{D + 0,001D}) \quad (19)$$

Толщину стенки цилиндров, у которых ($\frac{D}{j} \geq 16$), рассчитывают по формуле

$$j \geq \frac{P_{MAX} D}{2[\sigma_p]} \quad (20)$$

где P_{MAX} — максимальное давление в цилиндре, МПа;

$[\sigma_p]$ — допустимое напряжение, для стали $[\sigma_p] = 50...60$ МПа.

При толщине стенки $j \leq 0,1D$ и $j \geq 0,1D$ диаметральная деформация (ΔD , мкм) определяется по формулам:

$$\Delta D = \frac{2,17 \cdot 10^{-3} p D^2}{j} \quad (21)$$

$$\Delta D = 5,1 \cdot 10^{-3} \left[\left(\frac{0,425 D^2}{Dj} + j^2 \right) + 1 \right] \quad (22)$$

Стенки цилиндра проверяются на прочность по формуле

$$\sigma = \frac{0,4 D^2 + 1,3 D_{HAP}^2}{D_{HAP}^2 - D^2 \cdot p_y} < [\sigma_p] \quad (23)$$

где D_{HAP} — наружный диаметр корпуса гидроцилиндра, мм;

p — условное давление, МПа.

Выводы. Совершенствование, модернизация, изготовление любого технического средства осуществляется по проектам. Проект состоит из чертежей с необходимыми пояснениями, пояснительной записки с расчетами параметров кинематики, геометрии, динамики, прочности элементов конструкции технического устройства на основании её технической целесообразности и производительности, а также экономических преимуществ по сравнению с аналогами.

Авторы считают, что предложенная методика расчета параметров гидроцилиндра, при совершенствовании гидроприводов сельскохозяйственной техники позволит более качественно выбрать гидроцилиндр для будущей усовершенствованной сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М. Повышение надежности гидроприводов дорожно-транспортных и грузоподъемных машин // Мир транспорта и технологических машин. 2014. № 1 (44). С. 62–68.
2. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Случевский А.М. Повышение надежности гидроприводов // Сельский механизатор. 2013. № 12. С. 46-48.
3. Теория и практика повышения безопасности операторов строительных машин / Е.Н. Христофоров, Н.Е., Сакович Н.Е., А.М. Случевский, Ю.В. Беззуб. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2014.
4. Христофоров Е.Н. Причины травматизма операторов мобильных машин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 12. С. 39-40.
5. Христофоров Е.Н. Обеспечение безопасности эксплуатации самосвальных платформ // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 12. С. 30-31.
6. Христофоров Е.Н. Повышение безопасности транспортных работ в кормопроизводстве // Научно-технический прогресс в животноводстве – перспективные направления научных исследований по созданию новой техники и машинных технологий, совершенствование информационного обеспечения. М.: Изд-во ГНУ ВНИИИМЖ Россельхозакадемии, 2006. Т. 16, ч. 2. С. 164-169.
7. Христофоров Е.Н., Шкрабак В.С., Сакович Н.Е. Теоретические и практические аспекты улучшения условий и охраны труда операторов сельскохозяйственных транспортных средств. Орел: ФГНУ ВНИИОТ МСХ РФ, 2006. 203 с.
8. Христофоров Е.Н. Травматизм операторов мобильных машин в АПК // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 2. С. 20-21.
9. Христофоров Е.Н. Безопасность транспортных работ в АПК // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 6. С. 55-56.

10. Обеспечение безопасности водителей транспортных средств / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 7. С. 32-33.
11. Христофоров Е.Н. Совершенствование сельскохозяйственных транспортных средств // Техника в сельском хозяйстве. 2007. № 3. С. 47-49.
12. Силовой гидроцилиндр двустороннего действия: пат. 2278304 Рос Федерация / Е.Н. Христофоров, Е.Г. Лумисте и др.; опубл. 2006. Бюл. № 17.

References

1. Hristoforov E.N., Sakovich N.E., Sluchevskij A.M. *Povyshenie nadezhnosti gidro-privodov dorozhno-transportnyh i gruzopodzemnyh mashin* // *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*. 2014. № 1 (44). S. 62-68.
2. Hristoforov E.N., Sakovich N.E., Sluchevskij A.M. *Povyshenie nadezhnosti gidro-privodov* // *Sel'skij mehanizator*. 2013. № 12. S. 46-48.
3. *Teorija i praktika povysheniya bezopasnosti operatorov stroitel'nyh mashin* / E.N. Hristoforov, N.E., Sakovich N.E., A.M. Sluchevskij, Ju.V. Bezzub. Brjansk: Izd-vo Brjan-skaja GSHA, 2014.
4. Hristoforov E.N. *Prichiny travmatizma operatorov mobil'nyh mashin* // *Traktory i sel'skohozjajstvennyye mashiny*. 2004. № 12. S. 39-40.
5. Hristoforov E.N. *Obespechenie bezopasnosti jekspluatatsii samosval'nyh platform* // *Traktory i sel'skohozjajstvennyye mashiny*. 2005. № 12. S. 30-31.
6. Hristoforov E.N. *Povyshenie bezopasnosti transportnyh rabot v kormoproizvodstve* // *Nauchno-tehnicheskij progress v zhivotnovodstve – perspektivnye napravlenija nauchnyh issledovanij po sozdaniyu novoj tehniki i mashinnyh tehnologij, sovershenstvovanie informacionnogo obespechenija*. M.: Izd-vo GNU VNIIMZh Rossel'hoz akademii, 2006. T. 16, ch. 2. S. 164-169.
7. Hristoforov E.N., Shkrabak V.S., Sakovich N.E. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty uluchsheniya uslovij i ohrany truda operatorov sel'skohozjajstvennyh transportnyh sredstv*. Orel: FGNU VNIOT MSH RF, 2006. 203 s.
8. Hristoforov E.N. *Travmatizm operatorov mobil'nyh mashin v APK* // *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva*. 2007. № 2. S. 20-21.
9. Hristoforov E.N. *Bezopasnost' transportnyh rabot v APK* // *Traktory i sel'skohozjajstvennyye mashiny*. 2007. № 6. S. 55-56.
10. *Obespechenie bezopasnosti voditelej transportnyh sredstv* / V.S. Shkrabak, E.N. Hristoforov i dr. // *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva*. 2008. № 7. S. 32-33.
11. Hristoforov E.N. *Sovershenstvovanie sel'skohozjajstvennyh transportnyh sredstv* // *Tehnika v sel'skom hozjajstve*. 2007. № 3. S. 47-49.
12. *Silovoj gidrocilindr dvustoronnego dejstvija*: pat. 2278304 Ros Federacija / E.N. Hristoforov, E.G. Lumiste i dr.; opubl. 2006. Bjul. № 17.

УДК 620.1.08

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-49-55

**ВИБРАЦИОННЫЙ И ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
И ДИАГНОСТИКИ РОТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
НА ОАО «БМЗ» УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»**
*Vibration and Thermal Image Control Methods and Diagnostics of Rotary Equipment at
OJSC "BSW - Management Company of "BMC" Holding"*

Попов В.Б., канд. техн. наук, доцент, **Погуляев М.Н.**, канд. техн. наук, доцент,
Веппер Л.В., канд. техн. наук, доцент
Popov V.B., Pogulyaev M.N., Wepper L.V.

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
Sukhoi State Technical University of Gomel

Аннотация. Статья посвящена использованию тепловизионного (термографического) и вибрационного методов диагностики для определения технического состояния узлов роторного оборудования на ОАО «БМЗ управляющая компания холдинга «БМК». Дана краткая характеристика рассматриваемых методов. Получены термограммы и спектры сигналов вибраций характерные для различных дефектов подшипников. Приведена термограмма поверхности диагностируемого оборудова-

ния, показывающая распределение температуры по его поверхности. Графически представлены результаты измерений, отражающие изменение среднеквадратичного значения уровня (СКЗ) вибрации и пиковой амплитуды (ПИК) вибрации по мере появления и развития дефекта подшипника. Установлено, что наилучшие результаты метод спектра огибающей даёт в том случае, если анализировать модуляцию не широкополосного сигнала, получаемого от акселерометра, а предварительно осуществить узкополосную фильтрацию сигнала. С помощью спектра, полученного методом ударных импульсов, был обнаружен дефект внутренней обоймы подшипника FAG 6234 электродвигателя 5E1KG02 мощностью 1600 кВт. В результате анализа данных, полученных различными методами, выявлено, что основными факторами, влияющими на срок службы подшипников, являются частота вращения и уровень вибрации машины.

Abstract. *The article is devoted to the use of thermal imaging (thermographic) and vibration diagnostic methods to determine the technical condition of the rotor equipment units at OJSC "BSW - Management Company of "BMC" holding". Brief characteristics of the considered methods are given. Thermograms and spectra of vibration signals typical of various bearing defects were obtained. The thermogram of the surface of the diagnosed equipment is given, showing the temperature distribution over its surface. The results of measurements are graphically presented, reflecting the change in the root-mean-square value of the level (RMS) of vibration and the peak amplitude (PEAK) of vibration as a bearing defect appears and develops. It has been established that the best results are obtained by the envelope spectrum method if the modulation of a non-broadband signal received from the accelerometer is analyzed, but a narrowband signal filtering is carried out beforehand. Using the spectrum obtained by the shock pulse method, a defect in the inner race of the FAG 6234 bearing of the 1600 kW electric motor 5E1KG02 was detected. As a result of the analysis of the data obtained by various methods, it was revealed that the main factors affecting the service life of the bearings are the rotational speed and the level of vibration of the machine.*

Ключевые слова: тепловизионная диагностика, вибродиагностика, вибросигнал, термограмма, спектр вибросигнала.

Key words: *thermal imaging diagnostics, vibration diagnostics, vibration signal, thermogram, vibration signal spectrum.*

Введение. Одной из наиболее важных и актуальных проблем современности является обеспечение надежности механизмов, машин и оборудования в любой отрасли промышленности. Это вызвано постоянным ростом объемов производства и повышением требований к качеству выпускаемой продукции.

Анализ проблем технической диагностики показывает на тенденцию объединения задач измерения и постановки состояния оборудования электрических машин уже на базе автоматизированной системы комплексной диагностики, не только выполняющей измерения, но и указывающей на конкретные дефекты работающего оборудования [1].

Актуальной является задача контроля состояния для определения рациональных сроков и видов ремонтных воздействий. В черной металлургии эта задача решалась путем контроля температуры, наблюдений за изменением вибрации и анализа шумов механизмов. Контроль осуществлялся специалистами высокой квалификации, оснащенными простейшими приспособлениями и многолетним практическим опытом. Зачастую это не приводило желаемым результатам и увеличивало затраты на содержание оборудования. В техническом обслуживании роторных машинный вибрационный мониторинг и диагностика занимают особое место в силу своих возможностей обнаружения изменений состояния задолго до наступления аварийной ситуации. Системы вибрационного мониторинга и вибрационной диагностики чаще всего заменяют всю совокупность средств внешнего контроля, если эти средства не входят в комплекс систем управления. Задачей систем вибрационной диагностики как стационарных, так и переносных, в отличие от систем мониторинга, является минимизация всех затрат на саму систему и ее обслуживание, а также на обслуживание и ремонт всей группы диагностируемых машин [2, 3].

Основная часть. Безопасная эксплуатация оборудования, повышение надежности и значительное увеличение ресурса машин, механизмов и оборудования невозможны в настоящее время без широкого применения методов и средств технической диагностики.

Среди множества методов диагностики оборудования, широко используемых на практике, важное место занимают тепловизионный (термографический) и вибрационный методы контроля. Главное преимущество указанных методов состоит в том, что они позволяют выполнять проверку оборудования в процессе его эксплуатации. В действительности работа установки в режиме нормальной эксплуатации является предпосылкой для выполнения точных измерений, таким образом, не требуется остановка производственного процесса.

Тепловидение – метод анализа пространственного и временного распределения тепловой энергии (температуры) в физических объектах, сопровождающийся построением термограмм.

Термографическая диагностика позволяет обнаруживать дефекты футеровки, труб, теплоизоляции зданий и сооружений, электродвигателей, контактных соединений, участки перегрузки кабелей, произвести оценку теплового состояния трансформаторов различного назначения, подшипниковых узлов, их уплотнений, и т. д. в процессе их эксплуатации. Данная диагностика очень удобна, информативна и экономична.

Суть тепловизионного метода диагностики заключается в бесконтактной регистрации температурного поля на поверхности объекта измерительной аппаратурой, построении и анализе термограмм с использованием ЭВМ для обнаружения дефекта, его классификации и последующего принятия решения. Наличие дефекта при такой диагностике характеризуется резким повышением температуры в дефектной зоне по сравнению с качественными областями.

Методика тепловизионной диагностики. Для определения начальных условий диагностики измеряются параметры окружающей среды и поверхности диагностируемого оборудования методом бесконтактного измерения температуры с помощью тепловизора. Далее производится регистрация температурных полей на термограмме.

На основе технической документации на диагностируемое оборудование и приведенных значений измерений производится сравнение термограмм с конструктивными особенностями и техническими характеристиками оборудования;

В результате анализа обнаруженных тепловых аномалий на поверхности диагностируемого оборудования определяется степень его дефектности и характеристики выявленных дефектов (рис. 1).

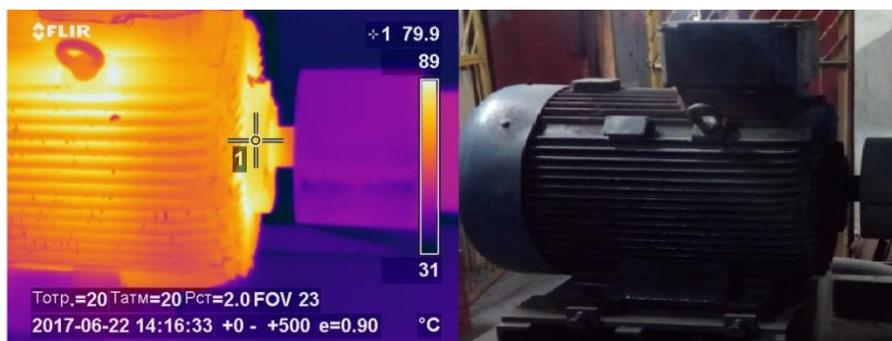


Рисунок 1 - Контроль температуры подшипников электродвигателя

Измерение вибрации стало основой контроля технического состояния оборудования. Для этого вначале использовались механические виброметры, измеряющие амплитудное значение виброперемещения, в дальнейшем большое значение получил контроль виброскорости на базе электронных приборов.

Вибродиагностика, так же как и тепловизионный метод, является важным эффективным способом неразрушающего контроля технического состояния узлов роторного типа, позволяет выявить явно выраженные (дисбаланс, расцентровку, не достаточную жесткость опор), зарождающиеся дефекты подшипниковых узлов, дефекты электромагнитной системы электрической машины и другие.

Для оценки технического состояния и диагностики оборудования используются следующие методы вибродиагностики: метод «ПИК-фактора»; метод по спектру вибросигнала; метод спектра огибающей; метод ударных импульсов.

Метод ПИК-фактора. Метод ПИК-фактора используется для контроля за техническим состоянием подшипников [1, 2]. По данному методу необходимо иметь виброметр, позволяющий измерять два параметра вибросигнала: среднеквадратичное значение уровня (СКЗ) вибрации, т.е. энергию вибрации и пиковую амплитуду (ПИК) вибрации. Отношение двух этих параметров ПИК/СКЗ, называется ПИК – фактором.

В осциллограмме нового, хорошо смазанного, подшипника присутствует стационарный сигнал шумового характера. С течением времени, по мере появления дефектов на деталях подшипника, в сигнале начнут появляться отдельные, короткие амплитудные пики, соответствующие моментам соударения дефектов.

В дальнейшем, с развитием дефекта, сначала увеличиваются амплитуды пиков, потом постепенно увеличивается и их количество. Например, дефект, появившись на одном из шариков, создаёт впоследствии раковину на кольце, с него она переносится на другой шарик, дефекты шариков начинают вырабатывать сепаратор и т.д. до полного разрушения.

Если изобразить результаты измерений на графике, мы увидим зависимости, показанные на рисунке 2. Сначала, по мере появления и развития дефекта, нарастает функция ПИК, а СКЗ меняется очень мало, поскольку отдельные, очень короткие амплитудные пики практически не меняют энергетические характеристики сигнала.

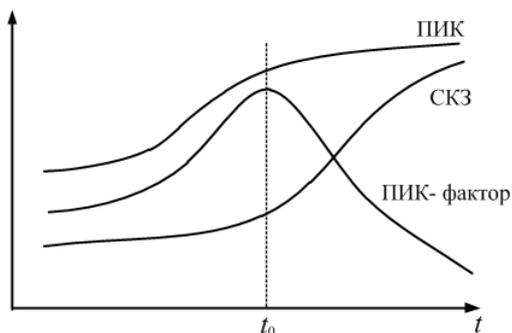


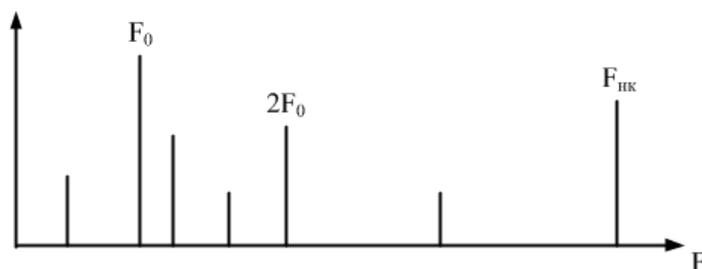
Рисунок 2 - Результаты измерений по методу ПИК-фактора

В дальнейшем, по мере увеличения амплитуд и количества пиков, начинает увеличиваться энергия сигнала и СКЗ вибрации возрастает.

Отношение ПИК/СКЗ из-за временного сдвига между ними, имеет явно выраженный максимум на временной оси (рис. 2). На этом и основывается метод ПИК - фактора.

Метод по спектру вибросигнала. Метод по спектру вибросигнала базируется на анализе спектра вибрации – выявлении периодичности (частоты) появления амплитуды сигнала и по частотному составу спектра (рис. 3) можно идентифицировать возникновение и развитие дефектов подшипника.

Каждому дефекту на элементах подшипника (тела качения, внутреннее и наружное кольцо, сепаратор), соответствуют свои частоты, которые зависят от кинематики подшипника и скорости его вращения.



F_0 – частота вращения; $F_{нк}$ – частота перекатывания тел качения по наружному кольцу подшипника

Рисунок 3 - Частотный состав спектра метода по спектру вибросигнала

Наличие той или иной частотной составляющей в спектре сигнала говорит о возникновении соответствующего дефекта, а амплитуда этой составляющей – о глубине дефекта.

Метод спектра огибающей. Для контроля за техническим состоянием подшипников по методу спектра огибающей необходим анализатор спектра вибрации с функцией анализа спектра огибающей высокочастотной вибрации. Метод базируется на анализе высокочастотной составляющей вибрации и выявлении модулирующих ее низкочастотных сигналов. Высокочастотная часть сигнала изменяет свою амплитуду во времени, т.е. она модулируется каким-то более низкочастотным сигналом.

Установлено, что наилучшие результаты метод даёт в том случае, если анализировать модуляцию не широкополосного сигнала, получаемого от акселерометра, а предварительно осуществить узкополосную фильтрацию сигнала. Для этого отфильтрованный сигнал детектируется, т.е. выделяется модулирующий сигнал (огибающая сигнала), который подаётся на узкополосный виброанализатор и мы получаем спектр интересующего нас модулирующего сигнала или спектр огибающей..

С помощью прибора СД-12, был произведен замер вибрации в точке №10 редуктора привода барабана (рис. 6), на конвейере №0104 УОИ-1 копрового цеха на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Был выявлен износ дорожки тел качения внутреннего кольца подшипника №6308 (рис. 7).

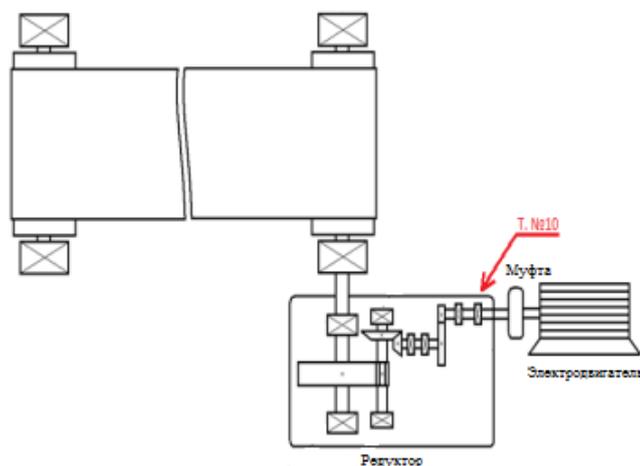


Рисунок 4 - Схема расположения точек контроля

По спектральному анализу (рис. 5) был выявлен износ дорожки тел качения внутреннего кольца подшипника №6308 (рис. 6).

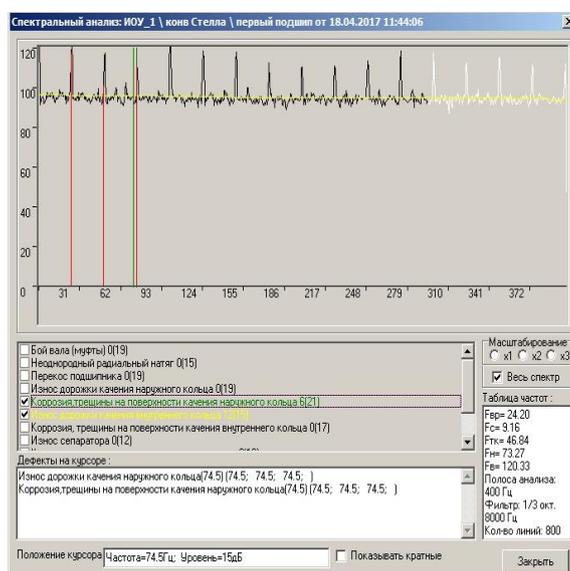


Рисунок 5 - Спектральный анализ



Рисунок 6 - Выявленный износ подшипника качения

Метод ударных импульсов. Метод ударных импульсов широко используется для диагностики электродвигателей насосного оборудования. Данный метод основан на измерении и регистрации механических ударных волн, вызванных столкновением двух тел. Ускорение частиц материала в точке удара вызывает волну сжатия, которая распределяется в виде ультразвуковых колебаний. Ускоре-

ние частиц материала в начальной фазе удара зависит только от скорости столкновения и не зависит от соотношения размеров тел. Период времени мал и заметной деформации не происходит. Величина фронта волны является мерой скорости столкновения (удара) двух тел. Во второй фазе удара поверхности двух тел деформируются, энергия движения отклонит тело и вызовет в нем колебания.

Для измерения ударных импульсов используется пьезоэлектрический датчик, на который не оказывает влияние фон вибрации и шум. Вызванная механическим ударом фронтальная волна сжатия возбуждает затухающие колебания в датчике (преобразователе).

Пиковое значение амплитуды этого затухающего колебания прямо пропорционально скорости удара. Поскольку затухающий переходный процесс очень хорошо определяется и имеет постоянную величину затухания, его можно отфильтровать от других сигналов, т.е. от сигналов вибрации. Частота соударения дефектов практически всегда лежит в диапазоне 28-32 кГц и эти колебания очень быстро затухают, поэтому на осциллограммах они выглядят практически как импульсы.

С помощью спектра (рис. 7), полученного методом ударных импульсов был обнаружен дефект внутренней обоймы подшипника FAG 6234 электродвигателя 5E1KG02 мощностью 1600 кВт дымососа №2 участка ПГУ-3 электросталеплавильного цеха №2 на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».



Рисунок 7 - Дефект внутренней обоймы подшипника FAG 6234

Вопрос «как долго прослужит подшипник» зависит от многих аспектов, но в первую очередь от частоты вращения машины. Если она равна 1500 об/мин и выше, развитие дефекта пройдет все стадии до разрушения достаточно быстро. Если же она равна 300 об/мин и ниже, это может занять и несколько месяцев, особенно если дефект наблюдается на внешней дорожке. Выкрашивание и расслоение металлической поверхности дорожек могут наблюдаться в течении длительного периода времени и быть вполне допустимыми, так как частота вращения вала низкая.

Подшипники очень быстро будут выходить из строя, если нагрузка на них будет превышать установленную техническими условиями. Фактором, определяющим срок службы, является частота вращения. На срок жизни подшипника существенно влияет вибрация. Проведенные исследования показали, что повышение вибрации машины от 5 до 10 мм/с сокращает срок службы подшипника почти на 70%.

Заключение. Постоянный и своевременный контроль за техническим состоянием оборудования с помощью современных методов и средств технической диагностики позволяет проводить планово-предупредительные ремонты с высокой степенью эффективности, обеспечивать надежную, безаварийную работу оборудования, а так же значительно сокращает его внеплановые простои. За 2016 год и первое полугодие 2017 года на предприятии был проведен тепловизионный контроль 147 объектов, при проведении вибродиагностики было выявлено и устранено около 6500 тыс. замечаний. Использование данных методов на практике позволило сохранить в работоспособном состоянии оборудование участка ПГУ-3 электросталеплавильного цеха №2, чем обеспечили плановые показатели выпуска продукции и предотвратили опасные выбросы продуктов горения в окружающую среду. Накопленный опыт по диагностике оборудования, типовых дефектах, сроках их возникновения, позволяет определить критический срок службы узлов, механизмов и их остаточный ресурс. Это дало возможность не только спланировать сроки проведения ремонтов, но и разработать цикл их проведения с учетом статистических данных. Применение данных методов позволяет ежегодно экономить предприятию немалые денежные средства на закупку и ремонт технологического оборудования.

Библиографический список

1. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. М.: Машиностроение, 1999. 344 с.
2. Радчик И.И., Рябков В.М., Сушко А.Е. Комплексный подход к вопросам повышения надежности работы основного и вспомогательного оборудования современного металлургического производства // Оборудование. Технический альманах. 2006. № 1. С. 24-28.
3. Сидоров В.А., Сушко А.Е. Выбор диагностических параметров стационарных систем контроля технического состояния металлургических машин // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2010. № 4. С. 46-50.

References

1. Gol'din A.S. *Vibracija rotornyh mashin. M.: Mashinostroenie, 1999. 344 s.*
2. Radchik I.I., Rjabkov V.M., Sushko A.E. *Kompleksnyj podhod k voprosam povyshenija nadezhnosti raboty osnovnogo i vspomogatel'nogo oborudovaniya sovremennogo metallurgicheskogo proizvodstva // Oborudovanie. Tehnicheskij al'manah. 2006. № 1. S. 24-28.*
3. Sidorov V.A., Sushko A.E. *Vybor diagnosticheskikh parametrov stacionarnyh sistem kontrolja tehničeskogo sostojanija metallurgicheskikh mashin // Tehnicheskaja diagnostika i nerazrushajushhij kontrol'. 2010. № 4. S. 46-50.*

УДК 621.838

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-55-60

ДИСКОВО–КОЛОДОЧНЫЕ ТОРМОЗА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Disc-Pad Brakes of Motor Vehicles

Сакович Н.Е., д-р техн. наук, профессор, Никитин А.М., канд. техн. наук, доцент,
Шилин А.С., аспирант, Рожнова В.С., Прудников С.А., магистранты
Sakovich N.Ye., Nikitin A.M., Shilin A.S., Rozhnova V.S., Prudnikov S.A.

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

Аннотация. В статье рассмотрены тормозные свойства и конструкции колодочно–дисковых тормозов, которые отличаются малым отношением номинальной площади фрикционных накладок к номинальной площади поверхности трения тормозного диска – коэффициентом взаимного перекрытия элементов фрикционной пары, удельная энергоёмкость дисково–колодочных тормозов машин с повторно–кратковременным режимом работы, при равных условиях эксплуатации, выше удельной энергоёмкости других типов тормозных устройств в разы. Контакт фрикционных накладок с тормозным диском по плоскости с учетом малого значения коэффициента взаимного перекрытия обеспечивает более равномерное изнашивание фрикционного материала, облегчает регулирование и техническое обслуживание тормоза, момент инерции тормозного диска колодочно–дискового тормоза значительно меньше момента инерции колодочного или ленточного тормоза, что обеспечивает при пуске снижение нагрузки на приводной двигатель механизма и сокращение времени разгона машины, а при торможении – уменьшение загрузки тормоза. В большинстве конструкций дисково–колодочных тормозов используют устройства для автоматической компенсации износа фрикционных накладок, что положительно влияет на тормозные качества тормозов, рассмотрены условия улучшения тормозной эффективности колодочно–дисковых тормозов за счет различного типа крепления тормозных колодок, применения различных форм тормозных фрикционных накладок и способов их крепления. В дисково–колодочных тормозах коэффициент взаимного перекрытия менее единицы, причем его выбирают с учетом требования оптимальности формы элементов пары трения, что позволяет обеспечить максимальное использование тормоза по мощности при минимальных габаритных размерах фрикционной пары, в тормозах применяют секторные, круглые и прямоугольные накладки.

Abstract. *The article discusses the braking properties and designs of disc-pad brakes, differing in a small ratio of the nominal area of the friction pads to the nominal surface area of the friction disc - the coefficient of mutual overlap of the elements of the friction pair, the specific energy consumption of disc-pad brakes of machines with repeated short-term operation, under equal operating conditions, is higher than the specific energy consumption of other types of braking devices at times. The contact of the friction pads with the brake disc along the plane, taking into account the small value of the coefficient of mutual overlap, ensures more uni-*

form wear of the friction material, facilitates the regulation and maintenance of the brake, the inertia moment of the brake disc of the disc-pad brake is significantly less than the inertia moment of the pad or belt brake, which ensures a reduction in the load on the drive motor of the mechanism and a reduction in the acceleration time of the car, and during braking – a decrease in the brake load. In most designs of disc-pad brakes, devices are used to automatically compensate for the wear of friction pads, which positively affects the braking qualities of brakes, conditions for improving the braking efficiency of disc-pad brakes due to various types of fastening of brake pads, the use of various forms of brake friction pads and methods of their fastening are considered. In disc-pad brakes, the coefficient of mutual overlap is less than one, and it is chosen taking into account the requirement of the optimal shape of the elements of the friction pair, which allows maximum using the brake in power with minimal overall dimensions of the friction pair; sector, round and rectangular pads are used in brakes.

Ключевые слова: дисково–колодочные тормоза, фрикционная накладка, тормозной диск, момент инерции, давление.

Key words: disc-pad brakes, friction pad, brake disc, inertia moment, pressure.

Введение. Дисково – колодочные тормоза отличаются весьма малым от 0,05 до 0,2 отношением номинальной площади фрикционных накладок к номинальной площади поверхности трения тормозного диска, называемым коэффициентом $K_{ВЗ}$ взаимного перекрытия элементов фрикционной пары. В процессе торможения до 95% поверхности трения тормозного диска периодически выходит из контакта с фрикционными накладками и свободно омывается окружающим воздухом. Удельная энергоёмкость дисково – колодочных тормозов машин с повторно – кратковременным режимом работы (при равных условиях эксплуатации) выше удельной энергоёмкости колодочных (в 4 раза), конических (в 6 раз) и дисковых (в 10 раз) тормозов. По сравнению с тормозами других типов (при равных габаритных размерах) дисково – колодочные тормоза позволяют реализовать более высокие значения тормозных моментов. Контакт фрикционных накладок с тормозным диском по плоскости с учетом малого значения коэффициента взаимного перекрытия обеспечивает более равномерное изнашивание фрикционного материала, облегчает регулирование и техническое обслуживание тормоза. Момент инерции тормозного диска значительно меньше момента инерции тормозного шкива колодочного или ленточного тормоза, что обеспечивает при пуске снижение нагрузки на приводной двигатель механизма и сокращение времени разгона машины, а при торможении – уменьшение загрузки тормоза (рис. 1).

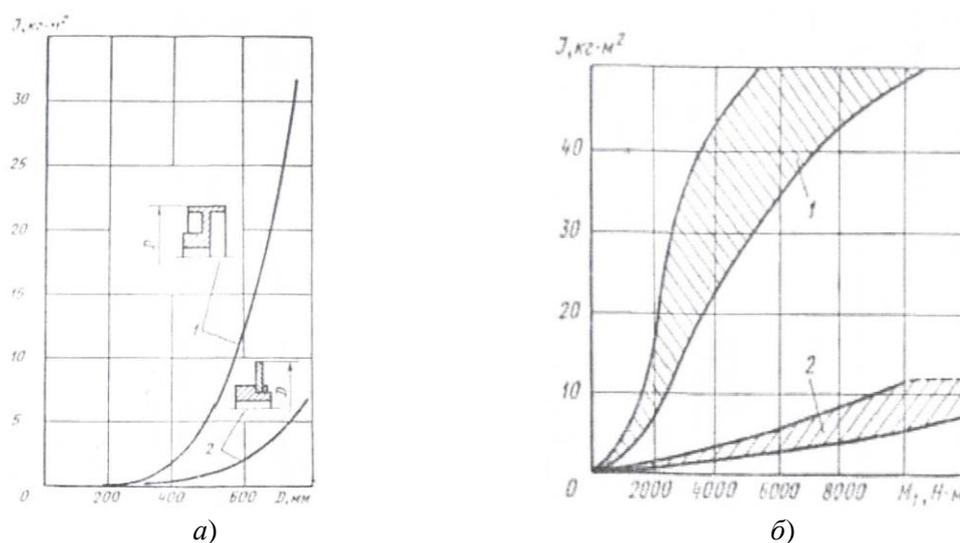


Рисунок 1 - Зависимости момента инерции контртел колодочных (1) и дисково – колодочных (2): тормозов
а – от внешнего диаметра D ; б – от тормозного момента

По конструктивному исполнению раз, дичают дисково – колодочные тормоза с несущей конструкцией в виде силовой скобы (рис. 2, а, б, в) и с передаточной рычажной системой (рис. 2, з, д).

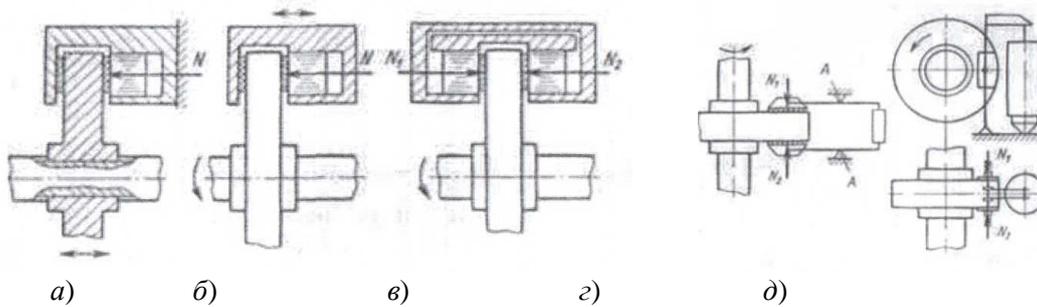


Рисунок 2 - Дисково – колодочные тормоза:

- a* – с закрепленной силовой скобой и односторонним приложением замыкающего усилия,
- б* – с подвижной скобой и односторонним приложением замыкающего усилия;
- в* – с закрепленной силовой скобой и двусторонним приложением замыкающего усилия;
- г* – с зажимом клещевого типа; *д* – с верхним креплением штока привода

Первые разделяют на тормоза с односторонним приложением замыкающего усилия N относительно поверхности трения тормозного диска (рис. 2, *a, б*) и с двусторонним симметричным приложением замыкающего усилия (рис. 2, *в*), а вторые на тормоза с зажимом клещевого типа (рис. 2, *г*) и с верхним креплением штока привода (рис. 2, *д*). Дисково – колодочные тормоза выполняют стопорными, управляемыми и комбинированными. Тормоза с силовой скобой преимущественно нормально открытые, управляемые, а с передаточной рычажной системой – стопорные. В большинстве их конструкций используют устройства для автоматической компенсации износа фрикционных накладок. Крепление тормозных колодок шарнирное или с применением жестких направляющих.

Методы и результаты исследований. В дисково – колодочных тормозах отношение внутреннего радиуса дорожки трения к наружному радиусу $R_H / R_B \leq 0,7$, коэффициент $K_{B3} \leq 1$, причем его выбирают с учетом требования оптимальности формы элементов пары трения, что позволяет обеспечить максимальное использование тормоза по мощности при минимальных габаритных размерах фрикционной пары. В тормозах применяют секторные, круглые и прямоугольные накладки (рис. 3).

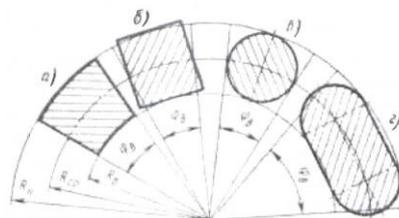


Рисунок 3 - Формы фрикционных накладок:

- a* – кольцевой сектор; *б* – прямоугольный сектор; *в* – круглая вставка; *г* – овальная вставка

Тормозной момент $M_T = f \cdot p \cdot A_a \cdot R_{CP} \cdot \alpha / \beta$. Закон, распределения давления P по поверхности трения накладки зависит от способа крепления тормозной колодки: в жестких направляющих (рис. 3, *a*) или с помощью шарнира (рис. 4, *б*).

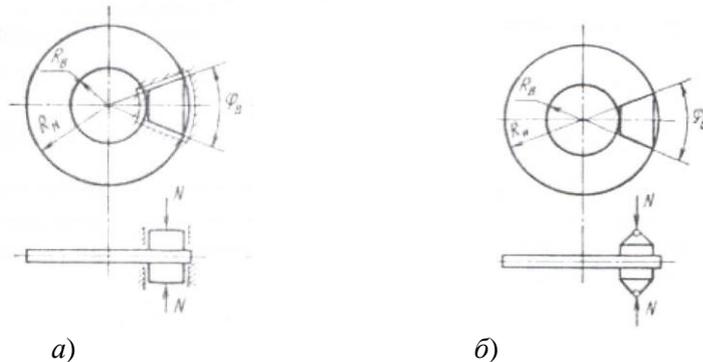


Рисунок 4 - Способы крепления тормозных колодок:

- a* – в жестких направляющих; *б* – с помощью шарнира износа накладки и диска давлению и пути трения;

При креплении колодки в жестких направляющих $p = p_{CP} \cdot R_{CP} / r$ – при пропорциональности износа накладки и диска давления и пути трения

$$p = \frac{p_{CP}}{2r^2} \frac{(R_H^2 - R_B^2)}{(R_H / R_B)} - \text{при пропорциональности износа накладки и диска и пути трения}$$

произведению давления на скорость скольжения,

$$\text{где } p_{CP} = N / s, \quad s = \frac{\varphi}{2} (R_H^2 - R_B^2),$$

r – расстояние от оси вращения тормозного диска до рассматриваемой точки поверхности трения.

При шарнирном креплении колодки закон распределения давления по радиусу диска зависит от формы поверхности трения накладке и смещения оси шарнира крепления колодки относительно среднего радиуса поверхности трения (рис. 5, а, б):

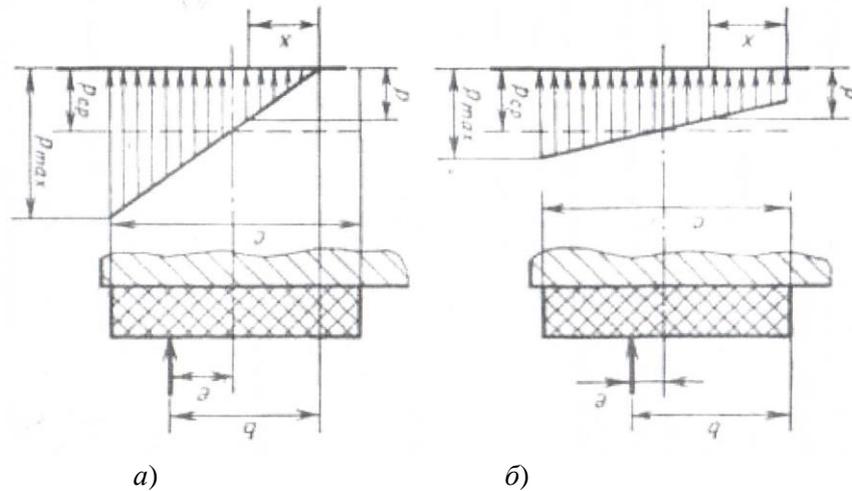


Рисунок 5 - Распределения давлений вдоль радиуса поверхности трения при шарнирной установке колодки с накладкой: а – прямоугольной; б – секторной

1. Для прямоугольной накладки

$$p = p_{CP} \frac{2c(x + 2c - 3b)}{9(c - b)^2} \quad \text{при } x \geq 3b - 2c$$

$$p = 0 \quad \text{при } x \leq 3b - 2c$$

2. Для секторной накладки

$$p = p_{CP} \frac{(R_B + \frac{c}{2})}{(R_B + x)} \left[1 - \frac{3}{c^2} (2b - c)(c - 2x) \right]$$

Для обеспечения равномерности изнашивания накладки смещение оси шарнира крепления колодки относительно середины накладки должно составлять:

1. Для прямоугольной накладки

$$e = \frac{c}{3} \left[\frac{(1 + R_B / R_H)}{(1 - R_B / R_H)} \right] - \frac{c}{2}$$

2. Для секторной накладки

$$e = c \frac{(1 + R_B / R_H)}{(1 - R_B / R_H)} \left[\frac{\sin(\varphi_B / 2)}{\varphi_B} - \frac{1}{2} \right];$$

Зависимости e/c от R_B/R_H при различных значениях φ_B для секторной накладки приведены на рис. 5.

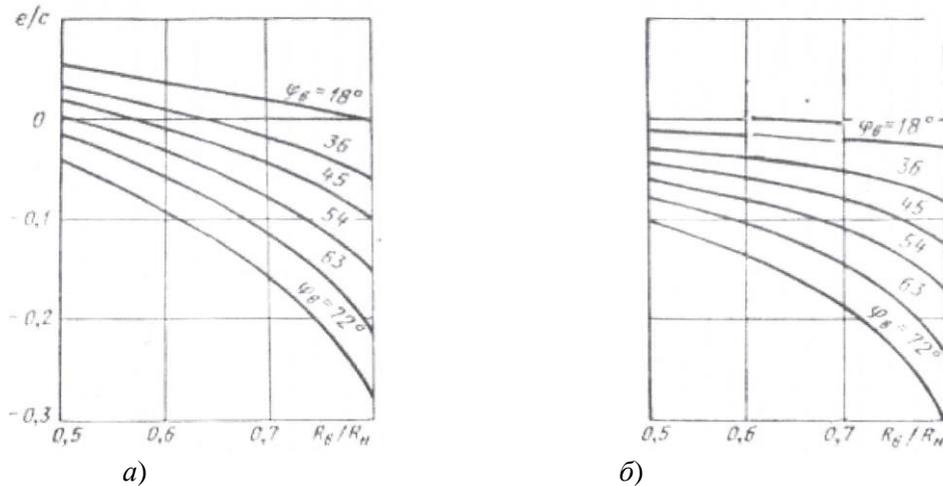


Рисунок 6 - Зависимости e/c от R_B/R_H при различных значениях φ_B :
 $a - p = const$; $б - fp = const$

1. Для прямоугольной накладки:

R_B / R_H	0,5	0,6
e/c	-0,556	-0,117

2. Для секторной накладки:

R_B / R_H	0,7	0,8
e/c	-0,294	-0,185

Для наиболее распространенного в практике конструирования дисково – колодочных тормозов случая $K_{B3} = 0,1...0,15$, $R_B/R_H = 0,6...0,7$, для обеспечения равномерности изнашивания накладок достаточно сместить точку приложения нормальной нагрузки на пару трения относительно середины накладки вдоль радиуса диска на расстояние не более 0,1 ширины накладки в сторону внешнего радиуса. При торможении силы трения действуют на некотором расстоянии от оси вращения тормозного вала и полностью им воспринимаются, что требует применения валов и подшипниковых опор значительных размеров. Для снижения изгибающего момента от сил трения применяют диаметрально противоположную установку двух дисково – колодочных тормозов на один тормозной диск.

Библиографический список

1. Тормозное устройство механических транспортных средств: пат. 2258162 Рос. Федерация / Е.Н. Христофоров, В.А. Воронин, Е.Г. Лумисте; опубл. 10.08. 2005. Бюл. № 22.
2. Тормозное устройство автомобиля: пат. 82173 Рос. Федерация / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.И. Самусенко, М.А. Букина; опубл. 20.04.2009. Бюл. № 11.
3. Тормоз механических транспортных средств: пат. 107834 Рос. Федерация / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.В. Никулин, Д.А. Безик, В.И. Самусенко; опубл. 27.08.2011. Бюл. № 24.
4. Тормоз автомобиля: пат. № 107301 Рос. Федерация / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, В.И. Самусенко, В.В. Никулин; опубл. 05.04.2011. Бюл. № 22.
5. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Тюриков Б.М. Тормозной механизм для мобильных средств // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 9. С. 40-41.

6. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Самусенко В.И. Обеспечение торможения сельскохозяйственных транспортных средств // Техника в сельском хозяйстве. 2007. № 3. С. 14-16.
7. Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Безопасность транспортных работ в АПК // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 6. С. 55-56.
8. Влияние надежности транспортных средств на безопасность дорожного движения / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008 № 2. С. 50-51.
9. Шкрабак В.С., Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в АПК: монография. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2008. 285 с.
10. Неисправность тягово-транспортных средств и безопасность дорожного движения. / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 10. С. 39-42.
11. Христофоров Е.Н. Совершенствование средств технической безопасности сельскохозяйственных транспортных средств // Научные проблемы и перспективы развития ремонта, обслуживания машин, восстановления и упрочения деталей: науч. тр. ГОСНИТИ. М., 2008. Т. 102. С. 166-170.
12. 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.

References

1. Tormoznoe ustrojstvo mehanicheskikh transportnyh sredstv: pat. 2258162 Ros. Federacija / E.N. Hristoforov, V.A. Voronin, E.G. Lumiste; opubl. 10.08. 2005. Bjul. № 22.
2. Tormoznoe ustrojstvo avtomobilja: pat. 82173 Ros. Federacija / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, V.I. Samusenko, M.A. Bukina; opubl. 20.04.2009. Bjul. № 11.
3. Tormoz mehanicheskikh transportnyh sredstv: pat. 107834 Ros. Federacija / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, V.V. Nikulin, D.A. Bezik, V.I. Samusenko; opubl. 27.08.2011. Bjul. № 24.
4. Tormoz avtomobilja: pat. № 107301 Ros. Federacija / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich, V.I. Samusenko, V.V. Nikulin; opubl. 05.04.2011. Bjul. № 22.
5. Hristoforov E.N., Sakovich N.E., Tjurikov B.M. Tormoznoj mehanizm dlja mobil'nyh sredstv // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. 2006. № 9. S. 40-41.
6. Hristoforov E.N., Sakovich N.E., Samusenko V.I. Obespechenie tormozhenija sel'skohozjajstvennyh transportnyh sredstv // Tehnika v sel'skom hozjajstve. 2007. № 3. S. 14-16.
7. Hristoforov E.N., Sakovich N.E. Bezopasnost' transportnyh rabot v APK // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. 2007. № 6. S. 55-56.
8. Vlijanie nadezhnosti transportnyh sredstv na bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija / E.N. Hristoforov, N.E. Sakovich i dr. // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. 2008 № 2. S. 50-51.
9. Shkrabak V.S., Hristoforov E.N., Sakovich N.E. Teorija i praktika obespechenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija v APK: monografija. Brjansk: Izd-vo Brjanskaja GSHA, 2008. 285 s.
10. Neispravnost' tjagovo-transportnyh sredstv i bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija. / V.S. Shkrabak, E.N. Hristoforov i dr. // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. 2008. № 10. S. 39-42.
11. Hristoforov E.N. Sovershenstvovanie sredstv tehnicheckoj bezopasnosti sel'skohozjajstvennyh transportnyh sredstv // Nauchnye problemy i perspektivy razvitija remonta, obsluzhivanija mashin, vostanovlenija i uprochenija detalej: nauch. tr. GOSNITI. M., 2008. T. 102. S. 166-170.
12. Shkrabak V.S., Hristoforov E.N., Shkrabak R.V. Teoreticheskij analiz obespechenija bezopasnosti transportnyh rabot v APK // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. 2009. № 5. S. 46-48.

УДК 536.2

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-60-64

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТА

Theoretical Study of the Thermal Conductivity Process on the Surface of a Composting Device

Панов М.В., канд. техн. наук, **Панова Т.В.**, канд. техн. наук, доцент
Panov M.V., Panova T.V.

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

Аннотация. В статье представлены теоретические исследования процесса теплопроводности на поверхности устройства для приготовления компоста. Компостирование представляет собой контроли-

руемый аэробный процесс разложения, потому что для метаболизма и дыхания микробов, участвующих в разложении, необходимо присутствие кислорода. Технология приготовления компоста с использованием подачи воздуха под компостируемую массу принадлежала Синдену. В 60-х годах XX в. она была усовершенствована Сарацином. Именно с этого времени для производства компоста стали использовать аэрацию буртов. Этот метод получил широкое распространение в 90-х годах того же века, когда для производства компоста стали использовать аэрированные полы, бункера и тоннели. В последнее десятилетие вновь возрос интерес к компостам как к доступному по стоимости органическому удобрению. Это имеет особую значимость для крестьянских (фермерских) хозяйств, садоводческих обществ и личных подсобных хозяйств (частных подворий). Компостирование решает и такую важную экологическую задачу, как утилизация растительных материалов, оставшихся после скармливания животным, обкашивания территории хозяйств от сорных растений и прополки полевых участков, а также пожнивных остатков, обрезки плодовых, декоративных деревьев и кустарников, опавшей листвы и пр. Для снижения трудоемкости компостирования и риска профессиональных заболеваний, вызванных патогенной микрофлорой, необходимо максимально механизировать все процессы в соответствии с технологией высокого уровня - перемешивание сырья, аэрацию, увлажнение и выгрузку готового компоста, что позволит минимизировать контакт человека с растительными материалами при их ферментативном разложении. В связи с этим разработка установки для компостирования растительных материалов, сочетающей в себе надежность, малую металлоемкость, простоту монтажа, демонтажа, эксплуатации и относительно низкую стоимость, является актуальной.

Abstract. *The theoretical studies of the thermal conductivity process on the surface of a composting device are presented in the article. Composting is a controlled aerobic decomposition process, as oxygen is involved in decomposition due to its necessity for metabolism and respiration of microbes. The composting technology with air supply under the composting mass belonged to Sinden. In the 60-ies of the XX century it was improved by Saracen. And since that time the aeration of composting piles began to be used for composting production. This method became widespread in the 90-es of the same century, when aerated floors, bunkers and tunnels began to be used for composting production. In the last decade the interest in compost as an affordable organic fertilizer increased again. This is of particular importance for peasant (farm) holdings, horticultural societies and private subsidiary farms (private farmsteads). Composting also solves such an important ecological issue as the disposal of plant materials left after feeding animals, mowing the territory of farms and weeding field plots, as well as crop residues, shrouding fruit, ornamental trees and shrubs, fallen foliage, etc. To reduce the labour consumption of composting and the risk of occupational diseases caused by pathogenic microflora, it is necessary to mechanize all processes (mixing of raw materials, aeration, humidification and unloading the finished compost) as much as possible in accordance with high-level technology thus minimizing human contact with plant materials during their enzymatic decomposition. In this regard it is significant to develop a device for composting plant materials, combining reliability, low metal content, ease of installation, dismantling, operation and relatively low cost.*

Ключевые слова: теплопроводность, компостер, растительное сырьё, компостный бурт.

Key words: thermal conductivity, composter, vegetable raw materials, composting pile.

Введение. Теплопроводность - способность материальных тел проводить энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела (атомов, молекул, электронов и т. п.). Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества [1].

Компостирование – это переработка отходов, основанная на разложении органических веществ микроорганизмами с получением удобрений высокого качества, при этом термофильные бактерии производят тепло.

Из литературных источников выявлены рекомендуемые формы и габариты компостного бурта [3]. Процесс ферментации в бурте при отсутствии аэрации (рис. 1) разделяется на три зоны.

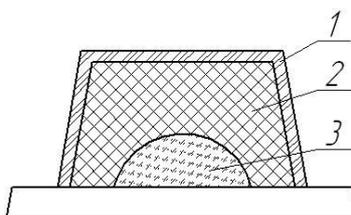


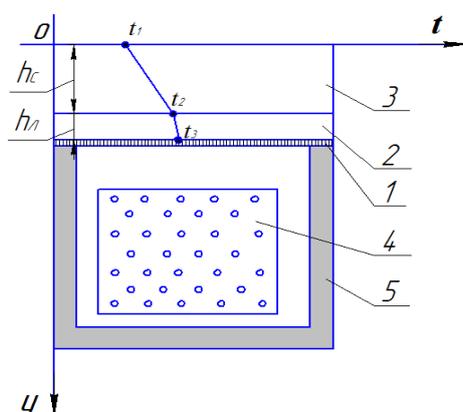
Рисунок 1 – Зоны ферментации в компостном бурте

Первая зона - поверхностная (15 - 20 см), постоянно подвергается переменам погоды. Процесс ферментации здесь всегда замедлен вследствие нарушений температурно-влажностного режима компостирования. Вторая зона (100 - 105 см) - находится под защитой поверхностного слоя в оптимальных условиях протекания биотермического аэробного процесса. Третья зона появляется в буртах при недостаточной аэрации компостируемого материала.

Чтобы максимально сократить первую - поверхностную зону и повысить качество получаемого компоста, рекомендуется использовать утепленную емкость (приямок), в которую помещен контейнер с органическим материалом.

Сверху ёмкость накрывается черной полиэтиленовой плёнкой. Кроме повышения качества компоста подобная конструкция емкости со свободным пространством под укрывным материалом позволит осуществить сбор и дальнейшую утилизацию избыточной теплоты, выделяющейся в фазе распада органики, так как известно, что для обеззараживания компоста достаточно 55-65 °С, а масса может разогреваться до 75-80 °С.

Материалы и методы исследований. Рассмотрим вариант функционирования предлагаемого устройства для зимнего периода (рис. 2).



1 – слой укрывного материала; 2 – слой льда; 3 – слой снега; 4 – контейнер с компостом; 5 - утеплитель

Рисунок 2 – Расчетная схема

Принимаем, что на поверхности укрывного материала в зимнее время под слоем снега будет образовываться слой льда, как это происходит на любой другой поверхности.

Теоретический расчет строится на уравнении теплопроводности для плоского тела при отсутствии стоков и источников (выделение и поглощение энергии отсутствует) [5].

Температура $t(\tau, y)$ – функция двух переменных (τ - время, y – координата)

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \frac{d^2t}{dy^2} \quad (1)$$

где c – удельная теплоемкость тела, Дж/кг·°С;

λ – коэффициент теплопроводности тела, Вт/м·°С;

ρ – плотность тела, кг/м³.

Рассмотрим стационарное температурное поле

$$\frac{dt}{d\tau} = 0, \text{ тогда } \frac{d^2t}{dy^2} = 0; \quad \frac{dt}{dy} = C_0; \quad dt = C_0 dy; \quad t = C_0 y + C_1,$$

где C, C_0 - постоянные интегрирования;

t_1 – температура поверхности снега, °С;

t_2 – температура границы снег-лед, °С;

t_3 – температура поверхности укрывного материала, °С;

h – высота снежно-ледяного покрова, м.

Устанавливаем граничные условия: при $y=0, t=t_1, C_1=t_1$; при $y=h, t=t_2$.

При распространении в снежно-ледяном покрове $t_1 < t_2$, так как учитываются свойства снежно-ледяного покрова $t_2 = C_0 h + t_1; C_0 = \frac{t_2 - t_1}{h}$.

Следовательно, функция температуры - линейная функция

$$t(y) = \frac{t_2 - t_1}{h} y + t_1 \quad (2)$$

Наклон прямой (рис. 2.3) будет характеризоваться отношением $\frac{t_2 - t_1}{h}$.

При отсутствии стоков и источников тепловой поток не изменяется, проходя через толщу снега и льда, и определяется следующим образом

$$q = \frac{Q}{\tau \cdot S} \quad (3)$$

где q – тепловой поток, Вт/м²;

Q – излучаемая теплота, Вт;

S – площадь теплоизлучения, м².

Из уравнения теплопроводности для слоя снега тепловой поток будет равен

$$q = -\lambda_c \frac{t_2 - t_1}{h_c} = \lambda_c \frac{t_1 - t_2}{h_c} \quad (4)$$

где h_c – высота слоя снега, м;

λ_c – коэффициент теплопроводности снега.

Коэффициент теплопроводности снега рассчитывается по формуле Абельса

$$\lambda_c = 2,85 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_c^2 \quad (5)$$

где ρ_c – плотность снега, кг/м³.

Плотность снега определяется эмпирической формулой Абэ:

$$\rho_c = 185,4 \cdot 10^{(0,545 h_c)} \quad (6)$$

Подставляя формулу (5) в формулу (6), получим выражение для определения коэффициента теплопроводности снега

$$\lambda_c = 2,85 \cdot 10^{-6} (185,4 \cdot 10^{(0,545 h_c)})^2 = 10^{(1,09 \cdot h_c - 2)} \quad (7)$$

Для слоя льда тепловой поток будет равен

$$q = \lambda_{л} \frac{t_2 - t_3}{h_{л}} \quad (8)$$

где $h_{л}$ – высота слоя льда, м;

$\lambda_{л}$ – коэффициент теплопроводности льда.

Коэффициент теплопроводности льда определяем по эмпирической зависимости Вейнберга

$$\lambda_{л} = 2,23(1 + 0,0037 \cdot t) \cdot (1 - 0,0063 \cdot t) \quad (9)$$

Приравнивая формулы (7) и (8), получаем $\lambda_c \frac{t_1 - t_2}{h_c} = \lambda_{л} \frac{t_2 - t_3}{h_{л}}$ и выражаем значение граничной температуры t_3

$$t_3 = t_2 - \frac{\lambda_c h_{л}}{\lambda_{л} h_c} (t_1 - t_2) \quad (10)$$

Граничная температура t_3 определяет условия стационарности в рассматриваемый промежуток времени. В окончательном виде уравнение теоретически полученной температуры поверхности укрывного материала на компостном бурте имеет вид [4]

$$t_3 = t_2 - \frac{10^{(1,09 h_c - 2)} \cdot h_{л}}{2,23(1 + 0,0037 \cdot t)(1 - 0,0063 \cdot t) \cdot h_c} (t_1 - t_2) \quad (11)$$

где t – температура наружного воздуха, °С.

Учитывая, что значения составляющих (t , t_2 , h_c , $h_{л}$) теоретически определенной температуры в расчетный период года изменяются в пределах, незначительно оказывающих влияние на t_3 , то принимаем $t_3 = const$ в рассматриваемый период времени.

Заключение. Таким образом, снежный покров удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к теплоизоляторам: стационарное температурное поле внутри изолятора, что приводит к граничной температуре $t_3 = const$; низкая теплопроводность за счет наличия воздуха; стойкость в ветровым нагрузкам. Поэтому можно заключить, что в зимнее время года процесс приготовления компоста в устройстве будет протекать независимо от климатических условий вне устройства.

Библиографический список

1. Тепловые процессы и аппараты: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Процессы и аппараты» / А.И. Купреенко, В.И. Чащинов, Х.М. Исаев, И.Г. Свиридов. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 73 с.
2. Контейнер с ворошителем для приготовления компоста: пат. 111966 Рос. Федерация / Лумисте Е.Г., Панова Т.В., Панов М.В., Шмигирилов С.Н. - № 2011128828/13; заявл. 12.07.2011; опуб. 10.01.2012.
3. Миронов В.В. Исследования состава, свойств и размеров слоя компостируемой смеси // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. Т. 11, № 3. С. 762-768.
4. Лумисте Е.Г., Панов М.В. Теоретическое исследование процесса теплопроводности на поверхности устройства для приготовления компоста и утилизации тепла // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. С. 51-55.
5. Лумисте Е.Г., Панов М.В. Устройство для приготовления компоста // Сельский механизатор. 2011. № 10. С. 26-27.

References

1. *Teplovye processy i apparaty: uchebno-metodicheskoe posobie dlja samostojatel'noj raboty po discipline «Processy i apparaty» / A.I. Kupreenko, V.I. Chashhinov, H.M. Isaev, I.G. Sviridov. Brjansk: Izd-vo Brjanskij GAU, 2018. 73 s.*
2. *Kontejner s voroshitelem dlja prigotovlenija komposta: pat. 111966 Ros. Federacija / Lumiste E.G., Panova T.V., Panov M.V., Shmigirilov S.N. - № 2011128828/13; zajavl. 12.07.2011; opub. 10.01.2012.*
3. *Mironov V.V. Issledovanija sostava, svojstv i razmerov sloja kompostiruemoj smesi // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2005. T. 11, № 3. S. 762-768.*
4. *Lumiste E.G., Panov M.V. Teoreticheskoe issledovanie processa teploprovodnosti na poverhnosti ustrojstva dlja prigotovlenija komposta i utilizacii tepla // Konstruirovanie, ispol'zovanie i nadezhnost' mashin sel'skohoz'jajstvennogo naznachenija. Brjansk: Izd-vo Brjanskaja GSHA, 2011. S. 51-55.*
5. *Lumiste E.G., Panov M.V. Ustrojstvo dlja prigotovlenija komposta // Sel'skij mehanizator. 2011. № 10. S. 26-27.*

УДК 614:378

DOI: 10.52691/2500-2651-2021-88-6-64-71

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ГАУ

On the Training Organization of First Aid to Victims in the Educational Institution on the Example of the Bryansk GAU

Менякина А.Г., д-р с.-х. наук, доцент,
Menyakina A.G.

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

Аннотация. В статье приводится обзор проблем организации обучения программам оказания первой помощи в образовательных организациях РФ, которые зачастую не соответствуют современным методическим подходам, принципам оказания первой помощи и действующему законодательству, а также качества ее реализации. По данным Росстуда в 2020 году в сфере образования было зарегистрировано 10 несчастных случаев со смертельным исходом. В связи с этим тема оказания первой помощи в образовательных учреждениях педагогическими работниками очень актуальна. Четко сформулировано само понятие «первая помощь» ее цели и задачи, а также рассмотрены нормативно-правовые аспекты в области обучения первой помощи. Автор рекомендует привести методические материалы, используемые при обучении навыкам первой помощи в соответствии с современным российским законодательством и изучить практические пособия МЧС России по оказанию первой помощи и памятку об экстренной допсихологической помощи и привести пособия в соответствии с приведенными в них рекомендациями. Установлено, что все требования для организации проведения обу-

чения навыкам первой помощи в Брянском ГАУ соблюдены и обеспечены наличием специализированной учебной аудиторией с полным перечнем оборудования, программой обучения, которая адаптирована в том числе с применением дистанционных технологий, что весьма актуально в условиях пандемии и реализуется двумя инструкторами по обучению первой помощи, квалификация которых позволяет проводить данное обучение. По итогам 2021 года по программе обучения оказанию первой помощи в Брянском ГАУ прошли повышение квалификации более 200 человек профессорско-преподавательского состава.

Abstract. *The article provides an overview of the problems of organizing the programs of the first aid training in educational organizations of the Russian Federation, which often do not correspond to modern methodological approaches, principles of first aid and current legislation, as well as the quality of its implementation. According to the Federal Labour and Employment Service (Rostrud) in 2020 ten fatal accidents were registered in education. In this regard, the issue of teaching staff skills in first aid is very relevant. The very concept of "first aid", its goals and objectives are clearly formulated, as well as regulatory and legal aspects in the field of first aid training are considered. The author recommends to bring the methodological materials used in developing first aid skills into compliance with modern Russian legislation and to study the practical manuals of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters on first aid and the written rules of behaviour on emergency pre-psychological assistance, and to bring the manuals in line with the recommendations given in them. It has been established that all the requirements for the organization of first aid training in the Bryansk State Agrarian University are met and provided with a specialized classroom with a full list of equipment, a training program that is adapted, including the use of remote technologies, which is very relevant in the conditions of a pandemic and is implemented by two first aid instructors, qualified enough to carry out the training. According to the results of 2021, more than 200 people of the teaching staff underwent the training on the first aid program at Bryansk State Agrarian University.*

Ключевые слова: первая помощь, несчастный случай, обучение навыкам оказания первой помощи пострадавшим.

Key words: first aid, accident, first aid training.

Одной из важных медицинских и социальных проблем является внезапная смерть. По данным ВОЗ в настоящее время на один миллион населения в неделю внезапно умирает 30 человек. Важнейшими причинами внезапной смерти являются травмы и «внезапная сердечная смерть». При травмах и клинической смерти, вызванной остановкой сердца, оказание первой помощи, включая проведение сердечно-легочной реанимации, в ряде случаев способно сохранить жизнь и здоровье пострадавших. Большинство мероприятий первой помощи должно выполняться немедленно, т.к. остановка дыхания и сердечной деятельности, а также кровопотеря быстро приводят к выраженным нарушениям в организме и гибели пострадавшего либо на месте происшествия, либо в дальнейшем от поздних осложнений. Выполнить мероприятия сердечно-легочной реанимации и остановку кровотечения могут очевидцы происшествия и сотрудники спасательных служб, т.к. никакая система оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе не в состоянии обеспечить мгновенное прибытие машины скорой медицинской помощи на место происшествия. Особое значение это имеет в России, где прибытие машины скорой медицинской помощи по ряду причин зачастую отсрочено на десятки минут. Однако сложившаяся в России ситуация показывает, что в настоящее время первая помощь пострадавшим практически не оказывается.

По данным Росстата в 2020 году в сфере образования было зарегистрировано 10 несчастных случаев со смертельным исходом. Несчастный случай может произойти как с обучающимся, так и с сотрудником образовательной организации в любое время и в любом месте, зачастую вдали от медицинских учреждений и квалифицированных врачей, которые могли бы оказать ему необходимую помощь. В связи с этим тема оказания первой помощи в образовательных учреждениях педагогическими работниками очень актуальна. Студент, находясь в стенах образовательного учреждения, ежедневно подвергается различным опасностям: он может подавиться пищей в столовой, получить ожог или травму на лабораторных и практических занятиях. Помимо этого, вследствие различных причин у обучающегося может остановиться сердце и отсутствовать дыхание, то есть наступить острое неотложное состояние, при котором ему будет необходимо немедленно оказать помощь. В связи с этим встает целый ряд вопросов: что должен делать преподаватель в экстренной ситуации, когда студент, к примеру, перестал дышать или у него кровотечение, а медицинский работник отсутствует или находится далеко от места происшествия? Как руководству образовательной организации подготовить своих сотрудников к чрезвычайным ситуациям такого характера? Может ли педагогический ра-

ботник оказывать студенту первую помощь без согласия его родителей? И, наконец, существует ли универсальный алгоритм оказания первой помощи и что он из себя представляет?

Для начала определимся с самим понятием «первая помощь».

Первая помощь – это вид помощи, оказываемый на месте происшествия при травмах и неотложных состояниях лицами, не имеющими медицинского образования, до прибытия бригады скорой медицинской помощи.

Цель оказания первой помощи заключается в поддержании жизненно важных функций пострадавшего путем временного устранения или уменьшения выраженности причин, угрожающих жизни, и в предупреждении развития тяжелых осложнений до прибытия медицинского работника. Необходимо подчеркнуть, что речь идет не о лечении пострадавшего, а о проведении мероприятий, позволяющих поддержать основные жизненные функции организма в этот критический для него момент и не дать пострадавшему умереть. Подразумевается проведение только тех мероприятий, без которых жизнь пострадавшего остается под угрозой.

На сегодняшний день утверждено и издано большое число нормативных документов, программ обучения, учебной и методической литературы, которые не соответствуют друг другу, а зачастую и современным принципам оказания первой помощи и действующему законодательству.

В частности, даже в рамках одного министерства могут существовать различные подходы к преподаванию первой помощи. Так анализ учебно-методических материалов, рекомендуемых региональными подразделениями МЧС России, показал следующее:

1. Отсутствие единообразия в методиках оказания первой помощи, рекомендованных в пособиях. Примером могут служить разные рекомендации по проведению сердечно-легочной реанимации, приведенные ниже.

2. Использование в материалах различающихся, устаревших или не соответствующих современным нормативно-правовым актам терминов («доврачебная помощь», «первая медицинская помощь», «экстренная помощь», «неотложная помощь»), иногда даже в пределах одного документа.

3. Наличие в пособиях устаревших, либо опасных для пострадавшего рекомендаций по оказанию первой помощи (например, «...Если больной без сознания, необходимо принять меры, предупреждающие западение корня языка. В этом случае нужно выдвинуть ему нижнюю челюсть вперед, пальцами захватить язык и прикрепить его металлической булавкой к коже подбородка...»).

4. Наличие рекомендаций по оказанию первой помощи, выходящих за пределы установленных соответствующими нормативно-правовыми актами объемов. Например, использование медикаментов («...Полезно вместе с питьем дать больному 2 таблетки анальгина или аспирина, бутадиена и 1 таблетку димедрола, а также 20 капель корвалола, валокордина или кордиамина, настойки валерианы, таблетку валидола под язык...»), использование алкоголя («...дать обезболивающее (...водка 100-150г)...»), и т.д.

5. Наличие рекомендаций по оказанию первой помощи, которые не являются общепринятыми и эффективность их является сомнительной.

6. Использование сложной медицинской терминологии («брадикардия», «цианоз», «пневмоторакс», «асептика») и т.д.

Наличие вышеперечисленных недостатков может уменьшить эффективность проводимых мероприятий, направленных на совершенствование системы первой помощи в России.

Другим примером может служить изучение школьной программы по обучению первой помощи. Согласно Федеральным государственным образовательным стандартам обучение школьников правилам оказания первой помощи должно проводиться в программах трех предметов: основы безопасности жизнедеятельности, физкультура и биология. Это уже создает предпосылки для отсутствия унифицированного подхода в обучении первой помощи, особенно при отсутствии системы подготовки и повышения квалификации по первой помощи преподавателей данных дисциплин. Кроме того, анализ действующих в России учебников по ОБЖ и учебников «Безопасность жизнедеятельности», используемых для образовательного процесса в ВУЗах показал, что они не только не соответствуют действующему законодательству и современным правилам оказания первой помощи, но даже не соответствуют друг другу. Говорить об унифицированной подготовке правил оказания первой помощи в школе, а зачастую и высшей школе, таким образом, не приходится. Поэтому ежегодно преподаватели сталкиваются с проблемой переобучения студентов по вопросам оказания первой помощи в соответствии новым стандартам.

Таким образом, нормативная база Российской Федерации содержит довольно много документов, регулирующих вопросы оказания первой помощи. Однако реальная картина ее организации не всегда соответствует массиву нормативных документов ее регулирующих.

Итак, разберемся какими законодательными актами регулируется вопрос оказания первой помощи обучающемуся в образовательной организации? Во-первых, это - Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 N 323-ФЗ. Во-вторых – Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ (далее - Федеральный закон № 273-ФЗ), которым определяется правовое положение участников отношений в сфере образования. При этом, программа обучения первой помощи должна учитывать требования приказа Минздравсоцразвития России от 4 мая 2012 г. № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи».

Действующее законодательство предусматривает для граждан, оказавших первую помощь и «поощрения» о которых население практически не информировано.

Не менее важной проблемой является низкое качество обучения, выражающееся в неполучении обучающимися необходимых знаний и навыков для решения актуальных вопросов оказания первой помощи в организациях. Если эти работники успешно прошли обучение первой помощи и хорошо усвоили нужные практические приёмы, то можно с уверенностью надеяться на то, что оказание первой помощи пройдет успешно, когда оно понадобится.

Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим в виде специального обучающего курса (тренинга) проводится по учебным программам, разработанным и утвержденным организатором обучения. Так, в соответствии с частью 5 статьи 12 Федерального закона № 273-ФЗ образовательные программы (в том числе обучающие первой помощи) самостоятельно разрабатываются и утверждаются организацией, осуществляющей образовательную деятельность, если данным Федеральным законом не установлено иное. И такая программа обучения первой помощи реализуется в ФГБОУ ВО Брянском ГАУ.

Распространенной причиной, снижающей частоту оказания первой помощи пострадавшим, является боязнь ответственности в случае гибели пострадавшего или возникновения у него осложнений в процессе оказания первой помощи. Однако эта боязнь не имеет под собой основы и базируется на низком уровне знания действующего законодательства. В Российском законодательстве существует понятие «Крайняя необходимость», которое закреплено ст. 39 Уголовного Кодекса Российской Федерации, ст. 2.7. Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях и ст. 1067 Гражданского Кодекса Российской Федерации. Согласно этим статьям, неумышленное причинение вреда в ходе оказания первой помощи пострадавшим при травмах и неотложных состояниях подпадает под признаки деяния, совершенного в состоянии крайней необходимости и, следовательно, не является правонарушением и не влечет привлечения к юридической ответственности. Связано это с тем, что, в данном случае оказание первой помощи направлено на спасение охраняемых законом интересов - жизни или здоровья человека, которые согласно ст. 2 Конституции Российской Федерации признаются высшей ценностью. При этом угроза жизни или здоровью пострадавшего не может быть устранена другими средствами. Поэтому требуется широкая пропаганда знаний законодательства, защищающего гражданина, оказывающего первую помощь, от дальнейшего юридического преследования в случае нанесения им неумышленного вреда пострадавшему.

Также в России существует распространенное мнение, что оказание первой помощи это большой и очень сложный объем знаний и умений. Научится этому трудно, и выполнять мероприятия первой помощи могут лишь профессионалы. Однако утвержденные приказом Минздравсоцразвития России от 4 мая 2012 г. № 477н Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, и Перечень мероприятий первой помощи показали, что первая помощь – это просто и доступно практически для любого гражданина. Приказом определены всего 8 состояний и 11 мероприятий первой помощи, научиться выполнять которые сможет каждый. Все мероприятия первой помощи укладываются в простой, четкий и легко запоминаемый алгоритм действий.

Разберемся, как правильно организовать процесс обучения первой помощи в образовательной организации.

По закону работодатель обязан обучать работников оказанию первой помощи (ст. 212 ТК РФ). Но порядок обучения не урегулирован ни одним документом. Поэтому во многих случаях обучение первой помощи, от которого может зависеть чья-то жизнь, носит формальный характер. Исправить положение может только серьезный подход работодателя к обучению работников.

В соответствии с ч. 2 ст. 41 Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» предусмотрена обязанность образовательного учреждения организовать охрану здоровья обучающихся (за исключением оказания первичной медико-санитарной помощи, прохождения периодических медицинских осмотров и диспансеризации) своими силами. Медицинские работники, которые должны оказывать первичную медико-санитарную помощь, являются, как

правило, работниками медицинской, а не образовательной организации (п. 3 ст. 41 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации»). Согласно ст. 29 Федерального закона от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» помощь, оказываемая в рамках организации охраны здоровья, делится на первую помощь и медицинскую помощь, что еще раз подтверждает разграничение полномочий между работниками образовательного и медицинского учреждения. Первая помощь, формально не являющаяся медицинской, оказывается в тех же ситуациях и с теми же целями, что и медицинская помощь. Основное различие между первой и медицинской помощью состоит в квалификации лиц, оказывающих такую помощь. Основания для оказания первой помощи, а также методы по ее оказанию определяются Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 04.05.2012 г. № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи». Законодательство об оказании первой помощи необходимо начать с общих норм Трудового кодекса РФ. В связи с этим нормативным документом установлена обязанность работодателя (в данном случае — руководителя образовательного учреждения) организовать обучение правилам оказания первой помощи для всех лиц, поступающих на работу или переводимых на другую работу (ст. 212, 225 Трудового кодекса РФ) и корреспондирующая обязанность работников — проходить обучение правилам оказания первой помощи (ст. 214 Трудового кодекса РФ).

СТАТЬЯ 212 ТК РФ. ОБЯЗАННОСТИ РАБОТОДАТЕЛЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА: Работодатель обязан обеспечить: обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве. **СТАТЬЯ 214 ТК РФ. ОБЯЗАННОСТИ РАБОТНИКА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА:** Работник обязан: проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда. Таким образом, руководитель образовательной организации как работодатель обязан организовать обучение правилам оказания первой помощи всех работников образовательной организации. Далее, Трудовой кодекс РФ устанавливает обязанность работодателя при несчастном случае, произошедшем с работниками и иными лицами, участвующими в производственной деятельности, немедленно организовать оказание первой помощи (ст. 228 Трудового кодекса РФ). **СТАТЬЯ 228 ТК РФ. ОБЯЗАННОСТИ РАБОТОДАТЕЛЯ ПРИ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ:** При несчастных случаях работодатель (его представитель) обязан немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию. Кроме того, Трудовой кодекс РФ устанавливает необходимость организовать посты для оказания первой помощи, укомплектованные аптечками для оказания первой помощи. **ВАЖНО!** О комплектации аптечек для оказания первой помощи работникам изделиями медицинского назначения говорит Приказ Минздравсоцразвития России от 05.04.2011 г. № 169н. Отметим, что законодательно пропорциональное соотношение количества аптечек в зависимости от количества человек в организации не установлено, однако эксперты рекомендуют размещать одну аптечку на 10 человек. **СТАТЬЯ 223 ТК РФ. САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТНИКОВ:** Работодателем по установленным нормам организуются посты для оказания первой помощи, укомплектованные аптечками для оказания первой помощи.

Федеральным законом от 03.07.2016 № 313-ФЗ в статью 41 введен пункт об обязательном обучении навыкам оказания первой помощи. **СТАТЬЯ 41 ФЗ № 273. ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ:** Охрана здоровья обучающихся включает в себя: ... обучение педагогических работников навыкам оказания первой помощи. Резюмируя выше написанное, отметим, что руководитель образовательной организации обязан организовать обучение всех работников образовательной организации правилам оказания первой помощи. После прохождения обучения каждый педагог вправе оказывать первую помощь, при этом для инструкторов по физической культуре и учителей труда установлена обязанность оказывать первую помощь. При несчастном случае с обучающимся руководитель образовательной организации должен организовать немедленное оказание первой помощи и при необходимости — доставку пострадавшего в медицинскую организацию. Вправе ли педагогический работник, не имеющий соответствующей подготовки, оказывать первую помощь? **ДА.** В законе подчеркнуто, что первая помощь не является видом медицинской помощи, и оказывается пострадавшим до медицинской помощи. В отличие от медицинской помощи, первая помощь может оказываться любым человеком при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков. Медицинские работники, не являющиеся врачами, помимо первой помощи, по возможности, должны оказывать также первую доврачебную помощь.

При отсутствии вышеперечисленных специалистов оказать первую помощь может работник

образовательной организации, имеющий навыки по оказанию первой помощи, вызвав одновременно скорую медицинскую или неотложную помощь. Обязанность оказывать первую помощь в чрезвычайных ситуациях может быть возложена должностной инструкцией или иными локальными нормативными актами образовательной организации на работника образовательной организации только при наличии документа, подтверждающего прохождение им курса повышения квалификации и (или) иного обучения оказанию первой помощи пострадавшим на производстве (ст. 214 и 225 Трудового кодекса Российской Федерации).

Работодатель сам определяет порядок и форму обучения оказанию первой помощи. Можно отправлять всех работников на обучение в специализированный учебный центр или заняться обучением внутри организации. При выборе следует руководствоваться экономическими рычагами, а именно:

- загруженностью персонала;
- возможностью отрыва от производства;
- наличием материальной базы и т. д.

Работники должны отрабатывать практические навыки оказания первой помощи. Для этого нужны:

- носилки (мягкие, жесткие);
- шейный корсет;
- жгуты кровоостанавливающие (несколько видов для сравнения действий при наложении);
- защитная маска с обратным клапаном для искусственной вентиляции легких;
- гипотермические пакеты;
- складные шины
- вакуумный матрас.

Также понадобится манекен (робот-тренажер), отвечающий требованиям технических условий, одобренных МЧС, и имеющий заводскую инструкцию по эксплуатации. Для максимального функционального обучения тренажер должен иметь следующие режимы работы:

- состояние клинической смерти с включенной и отключенной индикацией правильных действий;

- состояние комы;
- перелом костей голени;
- состояние клинической смерти и ранение бедренной артерии;
- ранение бедренной артерии.

Все выше перечисленные требования для организации проведения обучения навыкам первой помощи в Брянском ГАУ соблюдены и обеспечены наличием специализированной учебной аудитории с полным перечнем оборудования, программой обучения, которая реализуется структурным подразделением Брянского ГАУ - Институтом дополнительного профессионального образования. В связи с тем, что обучение работников оказанию первой помощи пострадавшим должно проводиться лицами, прошедшими специальную подготовку, в Брянском ГАУ работают 2 инструктора по обучению первой помощи, квалификация которых позволяет проводить данное обучение. По итогам 2021 года по программе обучения оказанию первой помощи в Брянском ГАУ прошли повышение квалификации более 353 человек профессорско-преподавательского состава.

До недавнего времени система мотивации к обучению и оказанию первой помощи в России практически отсутствовала. Средства массовой информации не уделяли этому никакого внимания. На этом фоне очень ярким событием является стартовавший в 2015 году по инициативе Центра экстренной психологической помощи МЧС России проект «Научись спасать жизнь!». В данном проекте ежегодно участвуют и студенты Брянского ГАУ под руководством преподавателей кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии.

Резюмируя выше сказанное, необходимо отметить, что создание доступной системы обучения первой помощи позволит повысить частоту и качество оказания первой помощи, что в свою очередь снизит смертность, инвалидность, сроки временной утраты трудоспособности и экономические потери от травм и неотложных состояний и является важной государственной задачей. Рекомендуется привести методические материалы, используемые при обучении навыкам первой помощи в соответствие с современным российским законодательством, в частности с федеральным законом № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21 ноября 2011 г. и приказом Минздравсоцразвития России «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи» № 477н от 4 мая 2012 г. Изучить практические пособия МЧС России по оказанию первой помощи (2015 г.) и памятку об экстренной допсихологической помощи (2012 г.); и привести пособия в соответствие с приведенными в них рекомендациями.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2017).
2. Об образовании в Российской Федерации: федер. закон N 273 от 29.12.2012.
3. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: федер. закон N 323 от 21.11.2011.
4. Об утверждении Положения о Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации: постановление Правительства РФ N 610 от 19 июня 2012 г.
5. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций: постановление Минтруда РФ и Минобрнауки РФ N 1/29 от 13 января 2003 г.
6. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций: постановление Минтруда РФ и Минобрнауки РФ N 1/29 от 13 января 2003 г. (с изменениями и дополнениями).
7. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций: постановление Минтруда РФ и Минобрнауки РФ N 1/29 от 13 января 2003 г. (с изменениями и дополнениями).
8. Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи: приказ Минздравсоцразвития России N 477н от 04.05.2012 (ред. от 07.11.2012).
9. Об утверждении требований к комплектации изделиями медицинского назначения аптек для оказания первой помощи работникам: приказ Минздравсоцразвития России N 169н от 05.03.2011.
10. Письмо Минтруда РФ от 11.04.2017 № 15-2/В-950 от 19.04.2017.
11. Бубнов В.Г. Научные и практические основы повышения эффективности системы оказания первой помощи очевидцами на месте происшествия. М.: ООО «ГАЛО БУБНОВ», 2012. 62 с.
12. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения /Новиков А.Н., Трясцин А.П., Баранов Ю.Н., Самусенко В.И., Никитин А.М. // Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 4 (44). С. 188-195.
13. Методика определения дисперсного состава сыпучего материала и аэрозоли в научных исследованиях и учебном процессе /Белова Т.И., Гаврищук В.И., Агашков Е.М., Кравченко Д.А., Бурак В.Е.// Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений. Материалы международной научно-практической конференции посвященной 115-летию Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ). 2012. С. 11-17.
14. Белова Т.И., Лумисте Е.Г., Ляхова Л.А. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Гриф УМО по направлению "Агроинженерия" / Брянск, 2006.

References

1. *Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii ot 30.12.2001 N 197-FZ (red. ot 29.07.2017) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.10.2017).*
2. *Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: feder. zakon N 273 ot 29.12.2012.*
3. *Ob osnovah ohrany zdorov'ja grazhdan v Rossijskoj Federacii: feder. zakon N 323 ot 21.11.2011.*
4. *Ob utverzhdenii Polozhenija o Ministerstve truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii: postanovlenie Pravitel'stva RF N 610 ot 19 ijunja 2012 g.*
5. *Ob utverzhdenii Porjadka obuchenija po ohrane truda i proverki znaniy trebovanij ohrany truda rabotnikov organizacij: postanovlenie Mintruda RF i Minobrazovanija RF N 1/29 ot 13 janvarja 2003 g.*
6. *Ob utverzhdenii Porjadka obuchenija po ohrane truda i proverki znaniy trebovanij ohrany truda rabotnikov organizacij: postanovlenie Mintruda RF i Minobrazovanija RF N 1/29 ot 13 janvarja 2003 g. (s izmenenijami i dopolnenijami).*
7. *Ob utverzhdenii Porjadka obuchenija po ohrane truda i proverki znaniy trebovanij ohrany truda rabotnikov organizacij: postanovlenie Mintruda RF i Minobrazovanija RF N 1/29 ot 13 janvarja 2003 g. (s izmenenijami i dopolnenijami).*
8. *Ob utverzhdenii perechnja sostojanij, pri kotoryh okazyvaetsja pervaja pomoshh', i perechnja meroprijatij po okazaniju pervoj pomoshhi: prikaz Minzdravsocrazvitija Rossii N 477n ot 04.05.2012 (red. ot 07.11.2012).*
9. *Ob utverzhdenii trebovanij k kompletacii izdelijami medicinskogo naznachenija aptechek dlja okazaniya pervoj pomoshhi rabotnikom: prikaz Minzdravsocrazvitija Rossii N 169n ot 05.03.2011.*

10. Pis'mo Mintruda RF ot 11.04.2017 № 15-2/V-950 ot 19.04.2017.

11. Bubnov V.G. Nauchnye i prakticheskie osnovy povyshenija jeffektivnosti sistemy okazaniya pervoj pomoshhi ochevidcami na meste proisshestvija. M.: OOO «GALO BUBNOV», 2012. 62 s.

12. Ocenka jeffektivnosti funkcionirovanija sistemy podgotovki kadrov, svjazannyh s obespecheniem bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija /Novikov A.N., Trjascin A.P., Baranov Ju.N., Samusenko V.I., Nikitin A.M.//Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2014. № 4 (44). S. 188-195.

13. Metodika opredelenija dispersnogo sostava sypuchego materiala i ajerozoli v nauchnyh issledovanijah i uchebnom processe /Belova T.I., Gavrišhuk V.I., Agashkov E.M., Kravchenko D.A., Burak V.E. // Nauchno-pedagogičeskie problemy transportnyh uchebnyh zavedenij. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii posvjashhennoj 115-letiju Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija (MIIT). 2012. S. 11-17.

14. Belova T.I., Lumiste E.G., Ljahova L.A. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti na proizvodstve. Grif UMO po napravleniju "Agroinzhenerija" / Brjansk, 2006.

Содержание

Сальникова И.А., Мельникова О.В. Биологическая урожайность и качество зерна сортов ячменя в зависимости от применяемых биопрепаратов	3
Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Белоус Н.М., Ториков В.Е. Урожайность сортов картофеля при внесении различных удобрений	8
Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Белоус Н.М., Ториков В.Е. Влияние новых биологически активных нанопродуктов с геропротекторными свойствами на сорта картофеля	13
Маслова М.В., Грошева Е.В., Будаговский А.В., Будаговская О.Н. Эффективность биопрепаратов в борьбе с <i>F. Solani</i> в условиях защищенного грунта и их лазерная стимуляция	20
Васькин В.Ф., Коростелева О.Н., Осипов А.А., Репникова В.И. Динамика производства продукции животноводства	25
Минченко В.Н. Возрастная морфология внеорганных симпатических нервных ганглиев легких свиньи при гиподинамии дозированном принудительном движении	31
Лапик В.П., Лапик П.В., Адылина Е.С. Совершенствование гусеничного движителя сельскохозяйственного транспортного средства	39
Сакович Н.Е., Никитин А.М., Шилин А.С. Математическая модель параметров гидроцилиндра гидропривода сельскохозяйственной техники	43
Попов В.Б., Погуляев М.Н., Веппер Л.В. Вибрационный и тепловизионный методы контроля и диагностики роторного оборудования на ОАО «БМЗ» управляющая компания холдинга «БМК»	49
Сакович Н.Е., Никитин А.М., Шилин А.С., Рожнова В.С., Прудников С.А., Дисково–колодочные тормоза автотранспортных средств	55
Панов М.В., Панова Т.В. Теоретическое исследование процесса теплопроводности на поверхности устройства для приготовления компоста	60
Менякина А.Г. Вопросы организации обучения оказания первой помощи пострадавшим в образовательном учреждении на примере Брянского ГАУ	64

Soderzhanie

Salnikova I.A., Melnikova O.V. <i>Dependence of Biological Productivity and Grain Quality of Barley Varieties on the Biopreparations Applied</i>	3
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E. <i>Yield of Potato Varieties When Applying Various Fertilizers</i>	8
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P., Belous N.M., Torikov V.E. <i>The Influence of New Biologically Active Nano Products with Geroprotective Properties on Potato Varieties</i>	13
Maslova M.V., Grosheva E.V., Budagovsky A.V., Budagovskaya O.N. <i>Efficacy of Biological Preparations Against <i>F. Solani</i> in Greenhouse Conditions and their Laser Stimulation</i>	20
Vas'kin V.F., Korosteleva O.N., Osipov A.A., Repnikova V.I. <i>Dynamics of Livestock Production</i>	25
Minchenko V. N. <i>Age Morphology of Extraorgan Sympathic Nerve Gangles of Pig Lungs in Hypodynamia with Dosed Forced Motion</i>	31
Lapik V.P., Lapik P.V., Adylina E.S. <i>Upgrading of the Caterpillar Mover of an Agricultural Vehicle</i>	39
Sakovich N.Ye., Nikitin A.M., Shilin A.S. <i>Mathematical Model of Parameters of Hydraulic Drive Cylinder of Agricultural Machinery</i>	43
Popov V.B., Pogulyaev M.N., Wepper L.V. <i>Vibration and Thermal Image Control Methods and Diagnostics of Rotary Equipment at OJSC "BSW - Management Company of "BMC" Holding"</i>	49

Sakovich N.Ye., Nikitin A.M., Shilin A.S., Rozhnova V.S., Prudnikov S.A. <i>Disc-Pad Brakes of Motor Vehicles</i>	55
Panov M.V., Panova T.V. <i>Theoretical Study of the Thermal Conductivity Process on the Surface of a Composting Device</i>	60
Menyakina A.G. <i>On the Training Organization of First Aid to Victims in the Educational Institution on the Example of the Bryansk GAU</i>	64

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, FAO-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 (88) 2021 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 03.12. 2021 г.
Signed to printing – 03.12.2021

Формат 60x84. $\frac{1}{16}$. Бумага печатная. Усл. п. л. 4,35. Тираж 250 экз.
Format 60x84. 1/16. Printing paper. Nom. print. p. 4,35. Ex. 250.

Выход в свет 21.12.2021 г.
Release date 21.12.2021

«Свободная цена»
Free price

16+