

# Известия

САМАРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

DOI 10.12737/issn.1997-3225

16+

Выпуск 4

2017

# **ИЗВЕСТИЯ**

Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии

ОКТАБРЬ-ДЕКАБРЬ Вып.4/2017

Самара 2017

# **Bulletin**

Samara State  
Agricultural Academy

OCTOBER-DECEMBER Iss.4/2017

Samara 2017

УДК 619  
И-33

# Известия

Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии

Вып. 4/2017

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 25 мая 2015 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (текущие номера которых или их переводные версии входят в международные базы данных и системы цитирования), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

**УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:**

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

**Главный научный редактор, председатель  
редакционно-издательского совета:**

*А. М. Петров, кандидат технических наук, профессор*

**Зам. главного научного редактора:**

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

**Редакционно-издательский совет:**

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

*Дулов Михаил Иванович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой технологии производства и экспертизы продуктов из растительного сырья ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Курочкин Анатолий Алексеевич, д-р техн. наук, проф., кафедры пищевых производств ФГБОУ ВО Пензенской ГА.*

*Денисов Евгений Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры земледелия, мелиорации и агрохимии ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.*

*Косхельев Виталий Витальевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Пензенской ГСХА.*

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

*Баймишев Хамидулла Балтуханович, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Ухтверов Андрей Михайлович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Гизатуллин Ринат Сахиевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных ФГБОУ ВО Башкирского ГАУ.*

*Алан Фахи, д-р с.-х. наук, зам. декана по международным программам факультета сельского хозяйства Центра сельского хозяйства и продуктов питания, Дублин (Ирландия).*

*Дитер Трауц, д-р, проф., начальник отдела устойчивых агроэкосистем и органического сельского хозяйства факультета сельскохозяйственных наук и ландшафтной архитектуры Университета прикладных наук, Оснабрюк (Германия).*

*Буксман Виктор Эммануилович, проф., директор по экспорту из России фирмы AMAZONEN Werke GmbH Co. KG, генеральный директор ООО «АМАЗОНЕН» (Германия).*

*Лاپина Татьяна Ивановна, д-р биол. наук, проф. кафедры биологии и общей патологии ФГБОУ ВО Донского ГТУ.*

*Никитин Владимир Николаевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой химии и биотехнологий ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.*

*Крючин Николай Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.*

*Ишakov Александр Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой мобильных энергетических средств ФГБОУ ВО Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.*

*Уханов Александр Петрович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой тракторы, автомобили и тепловнеэнергетика ФГБОУ ВО Пензенской ГСХА.*

*Курдюмов Владимир Иванович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности и энергетике ФГБОУ ВО Ульяновской ГСХА им. П. А. Столыпина.*

*Коновалов Владимир Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО Пензенского ГТУ.*

*Петрова Светлана Станиславовна, канд. техн. наук, доцент, инженер ООО «Премиум».*

**Редакция научного журнала:**

*Меньшова Е. А. – ответственный редактор  
Федорова Л. П. – технический редактор, корректор*

Адрес редакции: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)  
E-mail: ssaariz@mail.ru  
Отпечатано в типографии  
ООО «КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО»  
г. Самара, ул. Песчаная, 1  
Тел.: (846) 267-36-82.  
E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в каталоге «Почта России» – 72654

**Цена свободная**

Подписано в печать 18.10.2017  
Формат 60×84/8  
Печ. л. 12,88  
Тираж 1000. Заказ №1621  
Дата выхода 26.10.2017

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 14 июля 2014 года.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-58582

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2017

UDK 619  
I-33

# Bulletin

Samara State Agricultural  
Academy

Iss. 4/2017

According to the Russian Ministry Higher Attestation Commission Presidium decision of May 25, 2015 this magazine was included to the list of peer-reviewed scientific publications (current or their translated versions are included in the international databases and citation), where basic scientific dissertations results for the Candidate of Sciences degree and for the Doctor of Science degree should be published

**ESTABLISHER AND PUBLISHER:**

FSBEI HE Samara SAA  
446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinefskiy, 2 Uchebnaya str.

**Chief Scientific Editor,**

**Editorial Board Chairman:**

*A. M. Petrov, Ph. D. in Techn. Sciences, Professor*

**Deputy Chief Scientific Editor:**

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

**Editorial and Publishing Council:**

*Vasin Vasily Grigorevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the department «Plant growing and agriculture», FSBEI HE SSAA.*

*Dulov Michael Ivanovich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the department «Production technology and herbal raw material products experting», FSBEI HE SSAA.*

*Kurochkin Anatoly Alekseevich, Dr. of Tech. Sci., Professor of the department «Food manufactures», FSBEI HE Penza state technological academy.*

*Denisov Evgenie Petrovich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the department «Agriculture, melioration and Agrochemistry», FSBEI HE Saratov state agrarian university by N. I. Vavilov.*

*Kosheljaev Vitaly Vitalevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the department «Selection and seed-growing», FSBEI HE Penza state agricultural academy.*

*Eskov Ivan Dmitrievich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the department «Plant protection and horticulture», FSBEI HE Saratov state agrarian university by N. I. Vavilov.*

*Baymishiev Hamidulla Baltuhanovich, Dr. of Biol. Sci., Professor, head of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE SSAA.*

*Uhtverov Andrey Mihajlovich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the department «Animal science», FSBEI HE SSAA.*

*Hizatulin Rinat Sahievich, Dr. of Ag. Sci., Professor of the department «Beekeeping, private zootechnics and breeding of animals», FSBEI HE Bashkir state agrarian university.*

*Alan Fahi, Dr. of Ag. Sci., the dean deputy in the international programs of agriculture faculty of the agriculture and food stuffs Center, Dublin (Ireland).*

*Diter Trauts, Dr., Professor, heard of the department Steady agroecosystem and an organic agriculture of agricultural sciences and landscape architecture faculty of University of applied sciences, Osnabruck (Germany).*

*Buksman Victor Emmanuilovich, Professor, the export manager from Russia, firms AMAZONEN Werke GmbH Co. KG, the general director of Open Company «АМАЗОНЕН» (Germany).*

*Lapina Tatjana Ivanovna, Dr. of Biol. Sci., Professor of the department «Biology and General pathology» of the Donskoy STU.*

*Nikitin Vladimir Nikolaevich, Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the department «Chemistry and biotechnologies», FSBEI HE Orenburg state agrarian university.*

*Krjuchin Nikolay Pavlovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the department «Mechanics and engineering schedules», FSBEI HE SSAA.*

*Inshakov Alexander Pavlovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, heard of the department «Mobile power means», FSBEI HE Mordovian state university by Ogaryov.*

*Uhanov Alexander Petrovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, heard of the department «Tractors, cars and power system», FSBEI HE Penza state agricultural academy.*

*Kurdyumov Vladimir Ivanovich, Dr. of Tech. Sci., Professor, heard of the department «Safety of ability to live and power», FSBEI HE Ulyanovsk state agricultural academy by A. Stolypina's.*

*Konovvalov Vladimir Viktorovich, Dr. of Tech. Sci., Professor of the department «Theoretical and applied mechanics faculty», FSBEI HE Penza state technological university.*

*Petrova Svetlana Stanislavovna, Cand. of Tech. Sci., the senior lecturer, engineer Open Company «Premium».*

**Edition science journal:**

*Men'shova E. A. – editor-in-chief  
Fedorova L. P. – technical editor, proofreader*

Editorial office: 446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinefskiy, 2 Uchebnaya str.  
Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)  
E-mail: ssaariz@mail.ru  
Printed in Print House  
LLC «BOOK PUBLISHING HOUSE»  
Samara, 1 Peschanaya str.  
Tel.: (846) 267-36-82.  
E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription index in catalog «Mail of Russia» – 72654

**Price undefined**

Signed in print 18.10.2017  
Format 60×84/8  
Printed sheets 12,88  
Print run 1000. Edition №1621  
Publishing date 26.10.2017

The journal is registered in Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) July 14, 2014.

The certificate of registration of the PI number FS77 – 58582

© FSBEI HE Samara SAA, 2017

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/18541

УДК 581.192.7:633.16:635.656:631.82

### ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

**Васин Алексей Васильевич**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: vasin\_av@ssaa.ru

**Кожевникова Оксана Петровна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: kop.78@mail.ru

**Карлов Евгений Валерьевич**, аспирант кафедры «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: karlow@list.ru

**Ключевые слова:** ячмень, горох, удобрения, регулятор, урожайность, жидкие.

*Цель исследований – разработка приёмов повышения урожайности сортов ячменя и гороха кормового направления использования в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В настоящее время ячмень является основной кормовой культурой. В его зерне содержится 11,8% протеина, 2,3% жира, 2,8% золы и 65-72% безазотистых экстрактивных веществ. Зерно ячменя богато крахмалом (55-65%), содержит витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С и Е, из минеральных веществ преобладают соединения фосфора и кремниевой кислоты. Благодаря высоким кормовым качествам зерно ячменя и продукты его переработки намного питательнее других концентрированных кормов. В 1 кг корма из зерна ячменя содержится 100-120 г переваримого белка. Приводятся результаты исследований за 2014-2016 гг. с оценкой показателей сохранности, динамики накопления сухого вещества, структуры урожая и урожайности разных сортов ячменя в сравнении с горохом на разных фонах минерального питания и с обработкой посевов жидкими удобрениями и регулятором роста в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В трёхфакторный опыт были включены два уровня минерального питания: без удобрений, N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (фактор А); пять сортов ячменя: Гелиос, Вакула, Беркут, Ястреб, Безенчукский 2 и сорт гороха Фламан 12 (контроль) (фактор В); обработка посевов по вегетации в фазу кущения (ветвления) препаратами: Авибиф, Аминокат, Мегамикс N10 (фактор С). Максимальную продуктивность за годы исследований обеспечивает ячмень сорта Гелиос с обработкой посевов по вегетации препаратом Мегамикс N10 как без внесения удобрений, так и при внесении N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>. Он обеспечил урожайность 2,66 т/га.*

Средневолжский регион занимает одно из первых мест по площади посевов зерновых и бобовых культур в Российской Федерации, тем не менее, потенциал роста продуктивности используется еще не в полной мере. Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур возможно при условии соблюдения комплекса технологических приемов с учетом агробиологических особенностей сорта.

Применение регуляторов роста растений в настоящее время является достаточно перспективным приемом улучшения роста и развития растений, а, соответственно, повышения количества и качества урожая. Они увеличивают урожайность, сокращают сроки созревания, повышают питательную ценность зерна и устойчивость к заболеваниям, засухе и другим неблагоприятным факторам внешней среды [1, 2, 6, 8].

Предпочтительно использовать регуляторы роста, способные в малых дозах активно влиять на обмен веществ, вызывая видимые положительные изменения в росте, развитии и продуктивности растений [4, 5, 9].

В этой связи использование препаратов, обладающих выраженным антистрессовым эффектом, позволяет эффективно управлять защитными реакциями растений для повышения их устойчивости и продуктивности, что является актуальным в сельскохозяйственном производстве.

Однако, большой ассортимент предлагаемых регуляторов роста растений, широкий диапазон колебания их химического состава, различия в почвенно-климатических условиях и другие объективные причины пока ещё не позволяют систематизировать накопленный материал и сделать обоснованные обобщающие выводы [10].

**Цель исследований** – разработка приемов повышения урожайности сортов ячменя и гороха кормового направления в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Задачи исследований:**

- дать оценку параметрам формирования агрофитоценоза и структуры ячменя и гороха при применении микроудобрительных смесей, регулятора роста и на фоне внесения минеральных удобрений;

- оценить урожайность и кормовые достоинства урожая.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2014-2016 гг. в типичном севообороте кафедры «Растениеводство и земледелие» ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный, остаточный карбонатный, среднегумусный, среднемогучный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса 6,5%, легкогидролизуемого азота – 15,3 мг, подвижного фосфора – 8,6 мг и обменного калия – 23,9 мг на 100 г почвы.

Агротехника включала лущение стерни на 8-10 см после уборки предшественника, отвальную вспашку на 20-22 см плугом ПН-4-35, ранневесеннее покровное боронование в 2 следа и предпосевную культивацию на глубину посева с одновременным боронованием, внесение удобрений, посев сеялкой AMAZON D9-25 обычным рядовым способом на 5-6 см, обработку посевов жидкими удобрениями и регулятором роста согласно схеме опыта, поделяночную уборку урожая.

В трёхфакторный опыт по изучению разных приемов обработки посевов при применении удобрений входили:

1) два фона минерального питания (фактор А):

- без удобрений (контроль);

- внесение удобрений  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

2) сорта: ячмень – Гелиос, Вакула, Беркут, Ястреб, Безенчукский 2; горох – Флагман 12 (фактор В);

3) регуляторы роста: Авибиф, Аминокат, Мегамикс N10 по 0,5 л/га (фактор С).

Расположение вариантов систематическое. Всего вариантов в опыте 36, делянок 144, площадь делянки 65 м<sup>2</sup>. Предшественник – нут. Общая площадь под опытом 1,0 га.

Исследования проводились по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985), с учётом методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, разработанных ВНИИ им. Вильямса (1987, 1997).

**Результаты исследований.** Условия проведения исследований 2014-2016 гг. соответствовали требованиям изучаемых кормовых культур, обеспечивая достаточно высокий потенциал продуктивности. Уровень увлажнения выступает определяющим и лимитирующим фактором. Погодные условия в годы исследований были различными. В 2014 г. засушливым оказался июль. Количество выпавших осадков в 8 раз меньше нормы при среднемноголетнем значении температуры воздуха 20,5°C. В 2015 г. июнь оказался крайне неблагоприятным (острозасушливым), так как за весь месяц выпало всего 0,5 мм осадков на фоне превышения климатической нормы по температуре воздуха на 4,6°C. В 2016 г. неблагоприятным был июнь – период интенсивного накопления биологической надземной массы однолетних культур. Среднесуточная температура в этот период незначительно превышала среднемноголетние значения, а дефицит осадков составил 26,2 мм.

Оптимальная структура посева является одним из главных факторов получения высокого урожая. Урожайность определяется количеством растений на единице площади и массой зерна с одного растения. Сохранность посевов к уборке – важнейший показатель, напрямую влияющий на величину будущего урожая [3, 7].

Сохранность растений к уборке в 2014 г. была высокой и достигала 77,3% у ячменя и 77,4% у гороха. Прослеживается тенденция повышения сохранности растений к уборке в связи с обработкой их по вегетации жидкими удобрениями и регулятором роста (табл. 1).

Таблица 1

Сохранность растений ко времени уборки, среднее за 2014-2016 гг., %

Удобрение	Вариант опыта (сорт)	Обработка по вегетации			
		Контроль	Авибиф	Аминокат	Мегамикс N10
Без удобрений	Гелиос	61,5	65,2	65,8	70,5
	Вакула	57,6	62,8	60,9	62,5
	Беркут	59,8	63,0	63,7	66,8
	Ястреб	62,3	65,1	64,5	67,4
	Безенчукский 2	70,8	74,7	74,6	78,0
	Флагман 12	69,5	72,9	72,6	75,1
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Гелиос	62,2	65,7	67,5	71,2
	Вакула	60,2	63,1	64,7	65,3
	Беркут	62,7	64,7	64,6	68,8
	Ястреб	63,0	66,0	64,7	69,7
	Безенчукский 2	71,3	75,6	74,9	79,0
	Флагман 12	70,5	74,6	73,1	77,1

Сохранность растений к уборке в 2015 г. была также высокой и достигала у ячменя 80,4%, у гороха – 75,0%. В вариантах с обработкой в фазе кущения (ветвления) препаратом Авибиф сохранность была выше у ячменя на 5%, а у гороха на 3,6% по отношению к контролю. При обработке препаратом Аминокат у ячменя – на 7,6%, у гороха – на 4,6%. При обработке Мегамикс N10 на 10,6 и 4,5% соответственно. Сохранность растений на всех изучаемых вариантах оказалась на 5-10% выше, на фоне внесения удобрений.

В 2016 г. сохранность растений в опытах была несколько выше и достигала 79,2% у ячменя и 77,3% у гороха с сохранением тех же закономерностей, что и в предыдущие годы исследований.

Следует отметить, что изучаемые жидкие удобрения и регулятор роста повышают сохранность злаковой культуры ячменя существенно, чем бобовой культуры гороха. Лучшую сохранность показали варианты с обработкой посевов препаратом Мегамикс N10.

Наблюдения за процессом накоплением сухого вещества растениями показало, что интенсивность этого процесса во многом определяется складывающимися погодными условиями в этот период. Отмечено, что в начальный период роста и развития процесс накопления сухого вещества идёт недостаточно интенсивно (табл. 2). Наибольшее накопление сухого вещества в растениях отмечалось в фазу молочно-восковой (зеленой у гороха) спелости по всем вариантам опыта. Проявилась четкая тенденция положительного влияния вносимых удобрений и обработки посевов жидкими удобрениями и регулятором роста, причём наилучшие показатели были достигнуты в вариантах с обработкой посевов Мегамикс N10 и составили 318,1-390,2 г/м<sup>2</sup> у ячменя и 368,9 г/м<sup>2</sup> у гороха.

Таблица 2

Динамика накопления сухого вещества при применении удобрений, 2014-2016 гг., г/м<sup>2</sup>

Обработка по вегетации	Вариант опыта (сорт)	Трубкование (бутонизация)	Колошение (цветение)	Молочно-восковая (зелёная) спелость
Контроль	Гелиос	120,7	179,0	246,3
	Вакула	124,5	198,2	243,1
	Беркут	148,1	192,8	314,7
	Ястреб	147,9	218,5	298,8
	Безенчукский 2	159,5	223,2	341,6
	Флагман 12	89,7	176,6	269,6
Авибиф	Гелиос	100,2	155,1	260,9
	Вакула	134,7	170,8	255,9
	Беркут	143,8	195,6	307,1
	Ястреб	156,4	185,4	324,9
	Безенчукский 2	168,7	247,8	298,4
	Флагман 12	101,5	194,4	302,8
Аминокат	Гелиос	104,8	208,5	282,6
	Вакула	124,9	191,8	260,3
	Беркут	132,3	196,6	305,8
	Ястреб	140,6	229,1	329,7
	Безенчукский 2	159,8	220,0	352,2
	Флагман 12	106,1	202,9	326,4
Мегамикс N10	Гелиос	127,4	209,5	318,1
	Вакула	135,5	193,1	286,2
	Беркут	148,3	234,8	348,6
	Ястреб	169,2	221,7	368,5
	Безенчукский 2	191,5	280,5	390,2
	Флагман 12	120,7	217,8	368,9

Анализ структуры урожая – важный элемент оценки развития культурных растений, он позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды, действие химических веществ или экстремальных погодных условий (табл. 3, 4).

Таблица 3

## Структура урожая в зависимости от обработки посевов жидкими удобрениями и регулятором роста без внесения удобрений, среднее за 2014-2016 гг.

Обработка по вегетации	Вариант опыта (сорт)	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>	Количество бобов или колосьев на 1 растение, шт.	Количество семян в бобе или колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6
Контроль	Гелиос	194,0	1,2	18,93	38,0
	Вакула	179,5	1,2	20,63	44,0
	Беркут	196,4	1,7	12,80	40,8
	Ястреб	210,6	1,4	12,63	39,1
	Безенчукский 2	237,3	1,3	11,75	38,5
	Флагман 12	54,9	1,7	3,82	266,9
Авибиф	Гелиос	207,3	1,3	21,40	41,7
	Вакула	192,6	1,3	22,09	46,2
	Беркут	204,6	1,6	13,43	42,9
	Ястреб	216,5	1,5	12,87	43,5
	Безенчукский 2	246,7	1,4	13,30	37,8
	Флагман 12	57,1	2,2	4,08	267,9
Аминокат	Гелиос	215,2	1,3	19,30	37,8
	Вакула	198,0	1,2	21,34	45,7
	Беркут	210,2	1,6	12,83	40,8
	Ястреб	210,0	1,4	12,08	42,4
	Безенчукский 2	243,9	1,2	12,33	39,5
	Флагман 12	56,7	1,7	4,06	268,4

1	2	3	4	5	6
Мегамикс N10	Гелиос	217,4	1,4	24,13	39,5
	Вакула	196,4	1,3	24,17	46,9
	Беркут	225,8	1,7	14,60	41,0
	Ястреб	218,3	1,5	15,13	39,6
	Безенчукский 2	250,6	1,4	14,80	37,6
	Флагман 12	58,7	2,2	4,22	281,8

Исследованиями за три года выявлено, что максимальная густота стояния растений ко времени уборки была в вариантах с обработкой посевов препаратом Мегамикс N10 и составила у ячменя 196,4-250,6 шт./м<sup>2</sup>, у гороха – 58,7 шт./м<sup>2</sup> без внесения удобрений и 210,0-264,3 шт./м<sup>2</sup> и 64,7 шт./м<sup>2</sup> на фоне с внесением удобрений, соответственно.

Количество бобов гороха и количество продуктивных стеблей ячменя – показатели в большей степени обусловленные биологическими особенностями культур, однако, под действием погодных условий и условий выращивания они способны варьироваться в значительных пределах: у ячменя 1,2-1,7 шт. на одно растение, у гороха 1,7-2,4 шт. Максимальные значения, как у ячменя, так и у гороха отмечены на вариантах с обработкой по вегетации препаратом Мегамикс N10.

Обработка посевов изучаемыми препаратами положительно влияет на показатель биологической урожайности культуры. Наибольшая биологическая урожайность была у ячменя сорта Гелиос с обработкой посевов препаратом Мегамикс N10 – 2,84 т/га без удобрения и 3,30 т/га при внесении удобрений, у гороха – 1,54 и 1,97 т/га, соответственно.

Таблица 4

Структура урожая в зависимости от обработки посевов жидкими удобрениями и регулятором роста при применении удобрений, среднее за 2014-2016 гг.

Обработка по вегетации	Вариант опыта (сорт)	Количество растений шт./м <sup>2</sup>	Количество бобов или колосьев на одно растение, шт.	Количество семян в бобе или колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	Гелиос	203,3	1,2	20,37	39,1
	Вакула	191,8	1,2	22,53	45,4
	Беркут	216,9	1,7	12,93	38,2
	Ястреб	222,8	1,4	12,30	41,4
	Безенчукский 2	251,7	1,3	13,83	37,1
	Флагман 12	60,2	1,8	3,71	267,3
Авибиф	Гелиос	213,9	1,3	23,67	40,0
	Вакула	201,8	1,3	22,67	46,6
	Беркут	215,1	1,6	14,93	43,8
	Ястреб	225,0	1,5	13,73	43,4
	Безенчукский 2	260,3	1,4	14,10	39,6
	Флагман 12	62,0	2,1	4,43	268,6
Аминокат	Гелиос	224,9	1,3	20,90	40,4
	Вакула	211,4	1,2	23,30	43,5
	Беркут	220,7	1,6	14,37	40,1
	Ястреб	221,3	1,4	14,47	40,1
	Безенчукский 2	254,9	1,4	13,57	38,7
	Флагман 12	61,3	1,7	4,23	270,2
Мегамикс N10	Гелиос	225,3	1,5	22,93	43,6
	Вакула	210,0	1,4	25,27	43,0
	Беркут	240,7	1,6	15,77	40,3
	Ястреб	238,5	1,6	13,60	43,4
	Безенчукский 2	264,3	1,5	15,60	38,3
	Флагман 12	64,7	2,4	4,60	275,7

Основным показателем хозяйственной ценности посевов однолетних культур является величина урожая. Наблюдениями в опытах установлено, что продуктивность посевов зависит от возделываемой культуры, уровня минерального питания и погодных условий (табл. 5).

## Урожайность ячменя и гороха при применении жидких удобрений и регулятора роста

Обработка по вегетации	Вариант опыта (сорт)	Получено с 1 га, т							
		без удобрения				N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Контроль	Гелиос	2,24	1,03	1,23	1,50	2,63	1,22	1,29	1,73
	Вакула	2,36	1,29	1,33	1,72	2,68	1,84	1,39	1,98
	Беркут	1,83	1,28	1,53	1,60	1,94	1,36	1,62	1,75
	Ястреб	1,46	1,25	1,26	1,39	1,63	1,17	1,43	1,61
	Безенчукский 2	1,33	1,19	1,22	1,33	1,47	1,54	1,47	1,51
	Флагман 12	0,81	1,01	0,85	0,95	0,92	1,12	0,95	1,25
Авибиф	Гелиос	2,88	1,88	1,53	2,08	3,18	2,09	1,61	2,28
	Вакула	3,11	1,75	1,72	2,21	3,24	1,93	1,80	2,32
	Беркут	1,87	1,37	1,68	1,62	2,14	1,66	1,85	1,80
	Ястреб	1,63	1,48	1,58	1,53	1,84	1,72	1,74	1,61
	Безенчукский 2	1,52	1,42	1,51	1,41	1,80	1,93	1,79	1,74
	Флагман 12	1,28	1,19	1,22	1,21	1,38	1,49	1,42	1,30
Аминокат	Гелиос	2,68	1,21	1,35	1,78	3,06	1,67	1,42	2,08
	Вакула	2,79	1,52	1,48	1,86	3,10	1,87	1,66	2,23
	Беркут	1,86	1,31	1,61	1,59	2,24	1,57	1,78	1,90
	Ястреб	1,40	1,29	1,30	1,32	1,86	1,48	1,62	1,66
	Безенчукский 2	1,39	1,24	1,28	1,32	1,74	1,67	1,69	1,76
	Флагман 12	0,92	1,11	0,95	0,96	1,04	1,22	1,07	1,13
Мегамикс N10	Гелиос	2,94	1,91	1,95	2,27	3,41	2,38	2,22	2,66
	Вакула	2,91	1,94	1,88	2,25	3,22	2,29	2,07	2,53
	Беркут	2,26	1,57	1,82	1,88	2,63	1,68	1,93	2,09
	Ястреб	1,81	1,54	1,74	1,68	2,44	1,79	1,88	2,03
	Безенчукский 2	1,72	1,68	1,76	1,72	2,32	2,01	2,08	2,09
	Флагман 12	1,42	1,28	1,37	1,30	1,63	1,88	1,76	1,61
	НСР <sub>об</sub>	0,14	0,07	0,06		0,14	0,07	0,06	
	A	0,03	0,01	0,01		0,03	0,01	0,01	
	B	0,05	0,02	0,02		0,05	0,02	0,02	
	C	0,04	0,02	0,02		0,04	0,02	0,02	
	AB	0,07	0,03	0,03		0,07	0,03	0,03	
	AC	0,06	0,03	0,03		0,06	0,03	0,03	
	BC	0,10	0,05	0,04		0,10	0,05	0,04	

В 2014 г. продуктивность ячменя была на уровне 1,33-2,94 т/га, у гороха – 0,81-1,42 т/га. Внесение минеральных удобрений повышает урожайность культур: на 6,2-17,4% у ячменя и на 13,6% у гороха. Наибольшая прибавка (0,6 т/га) в вариантах с обработкой Мегамикс N10 у сортов ячменя Ястреб и Безенчукский 2, а наименьшая – в вариантах с обработкой Авибиф – 0,13-0,3 т/га по сравнению с контролем.

Урожайность ячменя и гороха в 2015 г. была ниже и находилась на уровне 1,03-1,94 т/га и 1,01-1,28 т/га соответственно без удобрений и 1,17-2,38 т/га и 1,12-1,88 т/га при внесении удобрений. Наилучшую урожайность показал сорт ячменя Гелиос при обработке препаратом Мегамикс N10 (1,91 т/га без удобрений и 2,38 т/га при применении удобрений).

По данным, полученным за 2016 г., выявлены следующие закономерности: внесение удобрений повышает урожайность ячменя от 1,22 до 1,62 т/га, гороха от 0,85 до 0,95 т/га. Обработка посевов по вегетации жидкими удобрениями и регулятором роста даёт хозяйственно-значимую прибавку урожая. Наиболее эффективно применять препарат Мегамикс N10 в фазу кущения ячменя или бутонизации гороха, прибавка урожайности от этого агроприёма составляет 0,31-0,93 т/га у ячменя и 0,81 т/га у гороха.

По полученным данным, в среднем за три года исследований, отчетливо видно действие изучаемых препаратов и минеральных удобрений. Без внесения удобрений уровень продуктивности ячменя был на уровне 1,33-2,27 т/га, гороха – 0,95-1,30 т/га, при внесении минеральных удобрений эти показатели увеличивались в среднем по годам и по вариантам опыта на 9,4-16,0% на контроле и

на 5,0-33,3% при обработке посевов жидкими удобрениями и регулятором роста у ячменя и на 31,6% и 7,4-23,8% у гороха, соответственно.

Наиболее отзывчивыми на обработку посевов жидкими удобрениями и регулятором роста оказались сорта ячменя Гелиос и Вакула, самым урожайным был сорт Гелиос при обработке препаратом Мегамикс N10, где без внесения удобрения урожайность составила 2,27 т/га, при внесении удобрений – 2,66 т/га.

Кормовые достоинства урожая характеризуются сбором переваримого протеина (ПП) и накоплением кормовых и кормопротеиновых единиц и обменной энергии (ОЭ).

Применение регуляторов роста и внесение удобрений при возделывании ячменя и гороха оказывает положительное влияние на показатели кормовых достоинств урожая. Так, если в контроле (без удобрений и без обработки препаратами) агрофитоценоз ячменя обеспечивает сбор переваримого протеина 0,11-0,14 т/га, гороха 0,17 т/га, выход кормовых единиц (КЕ) 1,36-1,70 тыс./га и 1,03 тыс./га, а кормопротеиновых единиц 1,23-1,57 тыс./га и 1,36 тыс./га соответственно, то при внесении удобрений и обработке посевов препаратом Авибиф эти показатели повышаются на 28,6-58,0% у ячменя и на 53,0% у гороха по сбору переваримого протеина, на 30,0-51,6% у ячменя и на 60% у гороха по сбору кормовых единиц и на 22,7-54,7% у ячменя и на 57,0% у гороха по сбору кормопротеиновых единиц (табл. 6).

Таблица 6

Кормовая ценность ячменя и гороха в зависимости от применения жидких удобрений, регулятора роста и уровня минерального питания, среднее за 2014-2016 гг.

Обработка по вегетации	Вариант опыта (сорт)	ПП, т/га	КЕ, тыс./га	ОЭ, ГДж/га	Приходится ПП/КЕ, г
Контроль	Гелиос	0,15	1,77	19,77	80,22
	Вакула	0,17	2,04	22,81	82,70
	Беркут	0,14	1,77	19,18	80,62
	Ястреб	0,14	1,54	16,51	89,78
	Безенчукский 2	0,13	1,62	17,58	80,10
	Флагман 12	0,18	1,16	11,66	158,27
Авибиф	Гелиос	0,19	2,35	26,39	81,40
	Вакула	0,21	2,38	26,77	86,86
	Беркут	0,18	2,02	22,04	86,82
	Ястреб	0,17	1,88	20,42	92,33
	Безенчукский 2	0,16	1,98	21,59	83,09
	Флагман 12	0,26	1,65	16,72	157,64
Аминокат	Гелиос	0,18	2,13	23,72	82,54
	Вакула	0,19	2,34	25,82	80,93
	Беркут	0,16	2,03	22,02	79,08
	Ястреб	0,16	1,78	19,21	93,53
	Безенчукский 2	0,16	1,86	20,05	84,32
	Флагман 12	0,20	1,29	12,97	157,05
Мегамикс N10	Гелиос	0,23	2,83	31,18	79,53
	Вакула	0,22	2,65	29,25	83,87
	Беркут	0,19	2,27	24,45	83,37
	Ястреб	0,20	2,21	23,83	90,77
	Безенчукский-2	0,18	2,32	25,17	78,73
	Флагман 12	0,33	2,04	20,54	161,44

При внесении удобрений и опрыскивании посевов препаратом Мегамикс N10 в фазе кущения (ветвления) эти показатели достигают максимального уровня: сбор переваримого протеина 0,18-0,23 т/га у ячменя и 0,33 т/га у гороха, выход кормовых единиц 2,21-2,83 тыс./га и 2,04 тыс./га, кормопротеиновых единиц 2,07-2,55 тыс./га и 2,67 тыс./га, соответственно, при максимальном накоплении обменной энергии 23,83-31,18 ГДж/га у ячменя и 20,54 ГДж/га у гороха.

**Заключение.** Ячмень и горох в условиях лесостепи Среднего Поволжья к уборочной спелости способны иметь достаточную густоту стояния растений с сохранностью до 78%, что вполне достаточно для формирования полноценного урожая зерна. Максимальная прибавка сухого вещества по сравнению с контролем без обработки посевов в фазу кущения (ветвления) достигается в вариантах с применением препарата Мегамикс N10. В фазу молочно-восковой (зелёной гороха) спелости без применения удобрений растениями ячменя накапливается 277,2-343,8 г/м<sup>2</sup>, растениями гороха 331,3 г/м<sup>2</sup>, при применении удобрений 286,2-390,2 г/м<sup>2</sup> и 368,9 г/м<sup>2</sup>, соответственно.

Среди изучаемых сортов наибольшей урожайностью отличались многорядные сорта ячменя Гелиос и Вакула, несколько уступали им Беркут, Ястреб и Безенчукский 2, урожайность которых, в среднем по вариантам опыта, была ниже на 20%.

Изучаемые препараты на фоне применения минеральных удобрений положительно повлияли на величину урожая и кормовые качества изучаемых культур. Для получения урожая зерна до 2,66 т/га, сбора переваримого протеина до 0,23 т/га и выхода обменной энергии до 31,18 ГДж/га у ячменя, а также до 1,61 т/га, 0,33 т/га и 20,57 ГДж/га соответственно у гороха, целесообразно рекомендовать внесение удобрений N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> с последующей обработкой посевов в фазу кущения (ветвления гороха) препаратом Мегамикс N10.

#### Библиографический список

1. Абаев, А. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сои / А. А. Абаев, А. А. Завалин // *Агротехнический вестник*. – 2007. – № 6. – С. 24-27.
2. Асеева, Т. А. Эффективность различных приёмов повышения продуктивности посевов сои в Хабаровском крае / Т. А. Асеева, Е. А. Золоторева, С. Р. Паланица // *Вестник Красноярского ГАУ*. – 2008. – № 3. – С. 113-117.
3. Вершинина, О. В. Продуктивность гороха при применении стимуляторов роста Фертигрейн в условиях лесостепи Среднего Поволжья / О. В. Вершинина, В. Г. Васин // *Известия Самарской ГСХА*. – 2016. – № 3. – С. 3-10.
4. Карлов, Е. В. Влияние нормы высева и применения стимуляторов роста на величину урожая и его структуру при возделывании гороха укосно-кормового назначения / Е. В. Карлов, Л. В. Киселева, А. В. Васин // *Вклад молодых учёных в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф.* – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 64-66.
5. Карлов, Е. В. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сортов ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста / А. В. Карлов, А. В. Васин, В. Г. Васин // *Известия Самарской ГСХА*. – 2016. – № 3. – С. 15-19.
6. Костин, О. В. Биостимуляция сельскохозяйственных растений и ее физиолого-биохимические основы / О. В. Костин // *Вестник Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова*. – 2009. – № 6. – С. 24-28.
7. Нечаева, Е. Х. Симбиотическая активность зернобобовых культур в зависимости от уровня минерального питания в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Е. Х. Нечаева, Н. В. Васина // *Известия Самарской ГСХА*. – 2011. – № 4. – С. 12-15.
8. Ран, О. П. Применение биологических препаратов в посевах сои / О. П. Ран, О. А. Селихова, П. В. Тихончук // *Достижения науки и техники АПК*. – 2009. – № 8. – С. 26-28.
9. Трофимова, Е. О. Сохранность и урожайность чистых и смешанных посевов ячменя с горохом при применении регуляторов роста / Е. О. Трофимова, А. В. Васин, Н. В. Васина // *Вклад молодых учёных в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф.* – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 58-61.
10. Цверкунов, С. В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста растений на урожайность зерна орошаемой кукурузы на каштановых почвах Волгоградского Заволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Цверкунов Сергей Владимирович. – Саратов, 2012. – 19 с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Зудилин Сергей Николаевич**, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: zudilin\_sn@mail.ru

**Гниломедов Юрий Александрович**, соискатель кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: zudilin\_sn@mail.ru

**Ключевые слова:** пшеница, обработка, почва, севооборот, эффективность, яровая.

*Цель исследований – совершенствование систем обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным парами в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2005-2009 гг. Изучались три системы основной обработки почвы в трех повторностях и двух вариантах севооборота с чистым и сидеральным парами. Сорт пшеницы – Кинельская 59. Существенных различий во влажности метрового слоя почвы перед посевом яровой мягкой пшеницы и в период ее уборки в разных севооборотах в зависимости от основной обработки не наблюдалось. Под воздействием различных звеньев севооборотов и основной обработки черноземной почвы ее плотность сложения изменялась от 1,05 до 1,16 г/см<sup>3</sup> и была в оптимальных для яровой пшеницы пределах. Минимизация обработки почвы привела к значительному увеличению засорённости посевов яровой пшеницы как по количеству, так и по массе многолетних и однолетних сорняков. Посевы яровой пшеницы в севообороте с чистым паром были в меньшей степени засорены по сравнению с севооборотом с сидеральным паром. В среднем за годы исследований урожай зерна яровой пшеницы в севообороте с чистым паром составил 1,45-1,56 т/га, в севообороте с сидеральным паром – 1,43-1,47 т/га без существенного различия в зависимости от способов основной обработки почвы. Экономически эффективной оказалась обработка почвы с лущением на 6-8 см и рыхлением на 10-12 см в севообороте с чистым паром, с 1 га было получено 1363 руб. прибыли с уровнем рентабельности 25,4%.*

Складывающийся в последние годы переход к адаптивной интенсификации растениеводства ориентирует развитие земледелия на ресурсоэнергоэкономичность, экологическую безопасность и рентабельность. Особое значение в связи с этим приобретает разработка и освоение инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Ресурсосбережение является важной составной частью адаптивной стратегии интенсификации растениеводства. Получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при максимально возможном снижении затрат на их возделывание и одновременном сохранении почвенного плодородия является приоритетной задачей современного земледелия. Одним из основных путей её решения является совершенствование систем обработки почвы в направлении сокращения энергозатрат и уменьшения отрицательного механического воздействия на почву. Однако, по данным ряда ученых поверхностная обработка, по сравнению со вспашкой, не вызывая существенных различий агрофизических свойств почвы, существенно увеличивает засоренность посевов [1, 3, 6, 7, 8, 9]. Многие ученые пришли к выводу, что наиболее рациональным является сочетание поверхностных приемов обработки почвы с традиционными [2, 5].

**Цель исследований** – совершенствование систем обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным парами в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Задачи исследований** – определить оптимальные приёмы основной обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным парами в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальные исследования по изучению влияния способов основной обработки почвы и севооборотов на урожайность яровой мягкой пшеницы выполнены на опытном поле кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия» ФГБОУ ВО Самарской ГСХА в 2005-2009 гг. Опыты проводились в двух севооборотах с чередованием культур: пар чистый, сидеральный (горчица) – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень.

Почва участка – чернозём обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый.

Объект исследований – яровая мягкая пшеница, сорт Кинельская 59.

Для выполнения поставленных в работе задач проводилась закладка полевого опыта с яровой мягкой пшеницей в севооборотах по следующим вариантам основной обработки почвы: 1) Лушение на 6-8 см и вспашка на 20-22 см; 2) Лушение на 6-8 см и безотвальное рыхление на 10-12 см; 3) Без осенней механической обработки.

Данные урожайности яровой пшеницы обсчитывались с применением дисперсионного анализа [4].

Погодные условия в годы исследований характеризует гидротермический коэффициент (ГТК) в вегетационный период растений яровой мягкой пшеницы. Так 2005 г. (ГТК – 0,55) – недостаточно влажный, 2006 г. (ГТК – 1,08) – оптимально влажный, 2007 г. (ГТК – 1,02) – оптимально влажный, 2008 г. (ГТК – 0,89) – недостаточно влажный 2009 г. (ГТК – 0,59) – недостаточно влажный. Это позволило достоверно пронаблюдать влияние различных вариантов основной обработки почвы и севооборотов на формирование урожая зерна яровой мягкой пшеницы в типичных агроклиматических условиях для лесостепной зоны Самарской области.

**Результаты исследований.** Влагообеспеченность посевов в зоне проведения исследований, как правило, является основным фактором, определяющим величину урожая. Поэтому важно оценить различные приёмы обработки почвы по их влиянию на её влажность. Анализы образцов почвы показали, что влажность метрового слоя почвы в период посева яровой мягкой пшеницы в севооборотах с чистым и сидеральным парами в среднем за 2005-2009 гг. составляла 27,8-29,4% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние основной обработки на влажность метрового слоя почвы и плотность сложения, среднее за 2005-2009 гг.

Варианты опыта	Влажность почвы, %		Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	
	в период посева	в период уборки	в период посева	в период уборки
Севооборот с чистым паром				
Лушение + вспашка на 20-22 см	28,6	20,5	1,06	1,14
Лушение + рыхление на 10-12 см	27,8	20,8	1,10	1,16
Без осенней механической обработки	28,7	20,1	1,11	1,14
Севооборот с сидеральным паром				
Лушение + вспашка на 20-22 см	29,4	21,8	1,05	1,15
Лушение + рыхление на 10-12 см	28,3	22,7	1,10	1,16
Без осенней механической обработки	29,3	22,1	1,11	1,15

Результаты опытов свидетельствуют, что в целом различия во влажности почвы по вариантам основной её обработки были от 0,3 до 1,1% и в среднем за пять лет существенных различий не имели ни в период посева, ни в период уборки, то есть замена вспашки на мелкое рыхление и даже отказ от осенней механической обработки не ухудшали влагообеспеченность посевов яровой мягкой пшеницы.

Одним из основных агрофизических показателей почвенного плодородия является ее плотность сложения. При оптимальной плотности сложения обеспечиваются наиболее благоприятные водно-воздушные условия в почве для роста и развития растений.

Уменьшение глубины основной обработки почвы, как правило, приводило к некоторому её уплотнению, и наиболее плотной в начале вегетационного периода она была там, где основная обработка не проводилась.

К уборке урожая почва несколько уплотнялась и в целом по изучаемым вариантам существенных различий по этому показателю не было, параметры были оптимальными для яровой пшеницы, что указывает на возможность при определённых условиях применять минимальную обработку под эту культуру.

Одной из основных причин, существенно снижающих урожайность полевых культур, является высокая засорённость посевов. На опытном поле наиболее распространёнными оказались следующие виды сорных растений: малолетние – щетинник зелёный (*Setaria viridis* L.), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti* L.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.); многолетние – осот жёлтый (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.).

Минимизация обработки почвы в наших исследованиях привела к значительному увеличению засорённости посевов яровой пшеницы, как по количеству, так и по массе многолетних и однолетних сорняков, что представляет высокую конкурентную опасность для роста и развития культурных растений (табл. 2).

Таблица 2

Влияние основной обработки почвы на засорённость посевов яровой пшеницы, среднее за 2005-2009 гг.

Варианты опыта	Севооборот с чистым паром				Севооборот с сидеральным паром			
	количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>		масса сорняков, г/м <sup>2</sup>		количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>		масса сорняков, г/м <sup>2</sup>	
	всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние
Лушение + вспашка на 20-22 см	25,4	1,5	114,0	6,9	105,8	6,6	209,4	44,7
Лушение + рыхление на 10-12 см	30,6	2,2	155,0	17,1	153,9	8,9	270,2	79,8
Без осенней механической обработки	36,8	3,2	180,5	10,8	138,2	8,3	220,5	52,4

Посевы яровой мягкой пшеницы в севообороте с чистым паром были в меньшей степени засорены по сравнению с севооборотом с сидеральным паром, чему способствовали по всей видимости летние паровые обработки. В севообороте с чистым паром посевы яровой пшеницы были самыми засорёнными в варианте опыта без осенней механической обработки. В севообороте с сидеральным паром большая засорённость по количеству и по массе многолетних и однолетних сорняков отмечена в варианте опыта лушение + рыхление на 10-12 см.

Урожайность культуры является одним из основных критериев оценки эффективности изучаемых в опыте вариантов, в данном случае систем обработки почвы.

Основная обработка почвы под яровую пшеницу неодинаково сказалась на ее урожайности. В засушливом 2005 г. в севообороте с чистым паром более высокий урожай зерна был получен после вспашки, а самый низкий – при прямом посеве, в севообороте с сидеральным паром достоверного различия между вариантами по урожайности яровой мягкой пшеницы не наблюдалось (табл. 3).

В 2006 г. в севообороте с чистым паром наиболее низкая урожайность была получена в варианте с рыхлением на 10-12 см, а в севообороте с сидеральным паром урожайность была выше при прямом посеве. В 2007 г. в севообороте с чистым паром более высокая урожайность была получена при рыхлении на 10-12 см, а с сидеральным была на одном уровне. В 2008 г. в севообороте с сидеральным паром достоверно более высокая урожайность была получена в варианте со вспашкой на 20-22 см, а в 2009 г. достоверных различий между вариантами не было.

Влияние основной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы, т/га

Варианты опыта	2005	2006	2007	2008	2009	Среднее за 2005-2009 гг.
Севооборот с чистым паром						
Лушение + вспашка на 20-22 см	1,06	1,60	1,82	1,98	1,33	1,56
Лушение + рыхление на 10-12 см	0,91	1,36	2,05	2,03	1,27	1,52
Без осенней механической обработки	0,81	1,51	1,79	1,90	1,24	1,45
Севооборот с сидеральным паром						
Лушение + вспашка на 20-22 см	0,71	1,68	1,52	2,05	1,26	1,44
Лушение + рыхление на 10-12 см	0,72	1,75	1,58	1,86	1,25	1,43
Без осенней механической обработки	0,83	2,01	1,52	1,87	1,12	1,47
НСР <sub>0,5</sub>	0,13	0,07	0,03	0,11	0,12	

В среднем за годы исследований урожай зерна яровой пшеницы в севообороте с чистым паром составил 1,45-1,56 т/га, в севообороте с сидеральным паром – 1,43-1,47 т/га без существенного различия в зависимости от способов основной обработки почвы. Это свидетельствует о том, что ярко выраженного стабильного преимущества какого-либо из изучаемых вариантов отмечено не было. Этот результат является вполне ожидаемым и естественным, так как данные целого ряда исследований, проведенных как в Самарской области, так и в других регионах с подобными климатическими условиями, свидетельствуют, что эффективность того или иного способа обработки, её глубины и т.п. во многом определяется погодными условиями. От количества осадков и их распределения в течение периода вегетации культуры зависят не только запасы продуктивной влаги, но и во многом определяется фитосанитарное состояние посевов (развитие и вредоносность болезней, сорняков и вредителей), микробиологическая активность почвы, обеспеченность растений азотом и т.д. Существенное влияние на эти факторы оказывает и температурный режим. Так как отмеченные погодные условия в нашей зоне по годам существенно различаются, то и эффективность той или иной системы обработки почвы по годам, как правило, существенно изменяется.

В связи с отсутствием стабильных существенных различий по урожайности яровой мягкой пшеницы между изучаемыми вариантами основной обработки почвы решающее значение приобретает оценка их экономической эффективности. Проведенные расчеты по технологическим картам показали, что производственные затраты в варианте опыта без механической обработки почвы были максимальными и составили 9599,6 руб. на 1 га. Это объясняется высокими ценами на гербициды, необходимые при внедрении «нулевой» обработки почвы. Основная обработка почвы лушение + вспашка на 20-22 см была с производственными затратами 9282,1 руб. на 1 га; лушение на 6-8 см и рыхление на 10-12 см – 8517,0 руб. на 1 га. Наиболее экономически эффективным оказался вариант обработки почвы с лушением на 6-8 см и рыхлением 10-12 см в севообороте с чистым паром, в котором с 1 га получили 1363 руб. прибыли с уровнем рентабельности 25,4%. В двух других вариантах производственные затраты в расчете на единицу площади, а также себестоимость получаемой продукции были выше, а прибыль и уровень рентабельности соответственно ниже.

**Заключение.** За 2005-2009 гг. исследований выявлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья на обыкновенных чернозёмах в севооборотах с чистым и сидеральным парами более эффективным приемом основной обработки почвы под яровую мягкую пшеницу является лушение на 6-8 см и рыхление на 10-12 см, что способствует формированию урожая зерна без существенной разницы с другими вариантами основной обработки почвы и обеспечивает более высокую прибыль и уровень рентабельности возделывания.

#### Библиографический список

1. Борин, А. А. Обработка почвы и урожайность культур севооборота // Земледелие. – 2009. – №7. – С. 22-24.
2. Казаков, Г. И. Обработка почвы в лесостепи Заволжья / Г. И. Казаков, А. А. Марковский // Земледелие. – №8. – 2011. – С. 28-29.

3. Корчагин, В. А. Научные основы современных технологических комплексов возделывания яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье / В. А. Корчагин, С. Н. Зудилин, С. Н. Шевченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара : РИЦ СГСХА, 2013. – 343 с.

4. Кутилкин, В. Г. Применение методов математической статистики в научно-исследовательской работе / В. Г. Кутилкин, С. Н. Зудилин // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК : сборник научных трудов. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – С. 40-43

5. Новиков, В. М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте // Земледелие. – 2008. – №1. – С. 24-25.

6. Полоус, В. С. Минимизация основной обработки почвы в звене зернопропашного севооборота // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №12. – С. 24-27.

7. Ситдииков, И. Г. Влияние приёмов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя / И. Г. Ситдииков, В. Н. Фомин, М. М. Нафиков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №8. – С. 36-39.

8. Тугуз, Р. К. Влияние способов обработки почвы на агрофизические свойства слитых чернозёмов / Р. К. Тугуз, Н. И. Мамсиров, Ю. А. Сапиев // Земледелие. – №8. – 2010. – С. 23-26.

9. Халиуллин, К. З. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в степных агроландшафтах республики Башкортостан / К. З. Халиуллин, Т. И. Киекбаев, С. А. Лукьянов, И. А. Гайнуллин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №1. – С. 34-36.

DOI 10.12737/18543

УДК 661.183:549.25/28:635.655

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ АДсорбЕНТОВ НА АККУМУЛЯЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ СОИ

**Троц Наталья Михайловна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Сергеева Мария Николаевна**, аспирант кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Ключевые слова:** соя, адсорбенты, металлы, коэффициент, почва, зерно.

*Цель исследований – снижение аккумуляции тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка, кобальта, марганца, железа) в зерне сои сорта Самар 3 за счет действия природных адсорбентов (опока, навоз, древесный уголь). Представлены результаты применения природных адсорбентов – опоки, навоза и древесного угля – при возделывании сои сорта Самар 3 в лесостепной зоне Самарского Заволжья. Исследованиями установлено влияние адсорбентов на содержание тяжелых металлов свинца Pb, кадмия Cd, меди Cu, цинка Zn, кобальта Co, марганца Mn, железа Fe в почве и зерне сои. Внесение адсорбентов оказывает воздействие на зараженность почвы тяжелыми металлами и позволяет ограничить их доступ в растения и готовую продукцию. В почве при внесении изученных адсорбентов снижается содержание валовых форм по сравнению с контролем: Cd в 1,15 раза, Cu в 1,06-1,1 раза; подвижных форм Cd, Cu, Co и Mn – в 1,04, 1,39, 1,001 и 1,09 раза соответственно. В сравнении с контролем внесение опоки снижает концентрацию в зерне Pb, Cd, Zn и Fe в 1,31, 1,13, 1,15 и 1,16 раза соответственно, внесение навоза – концентрацию Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, внесение древесного угля – концентрацию Cd, Zn и Fe в 1,34; 1,12 и 1,1 раза соответственно. Все изученные тяжелые металлы Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Fe, Mn относятся к рассеивающимся ( $K_k < 0,9$ ), по значениям коэффициентов биологического поглощения классифицируются как элементы биологического захвата – КБП<1. Наиболее эффективным адсорбентом для снижения валовых и подвижных форм большинства изучаемых тяжелых металлов, а также их попадания в зерно, является навоз.*

Одной из экологических проблем Самарской области является техногенное загрязнение почв и сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами [1, 2]. Их возможность включаться в

биологический круговорот веществ и аккумулироваться в живых организмах может привести к чрезмерному накоплению этих элементов и стать причиной разрушения целостности природного комплекса [3, 4].

В связи с этим возникает проблема накопления тяжелых металлов в системе почва – растение – животное – человек. Снижение содержания токсичных элементов в данной системе возможно благодаря применению природных адсорбентов, фиксирующих тяжелые металлы и препятствующих их дальнейшему распространению. В качестве органического детоксиканта вносят навоз, образующий с тяжелыми металлами низкорастворимые органо-минеральные соединения. Внесение новых материалов в агроэкосистемы является актуальным и требует их тщательного изучения. Такими материалами являются древесный уголь и опока. Древесный уголь является биоремедиантом с высокими абсорбционными способностями, способствующими снижению токсичности загрязнителей. Опока – кремнистый природный сорбент с развитой поверхностью.

Применение природных адсорбентов позволяет снизить концентрацию тяжелых металлов в почве, а также ограничить их доступ для растений и свести к минимуму попадание в пищевые цепи [7].

**Цель исследований** – снижение аккумуляции тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка, кобальта, марганца, железа) в зерне сои сорта Самер 3 за счет действия природных адсорбентов (опока, навоз, древесный уголь)

**Задача исследований** – определить содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Mn, Fe) в почве и зерне сои, коэффициенты концентрации тяжелых металлов в почве, коэффициенты биологического поглощения тяжелых металлов зерном сои.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2013-2015 гг. на полях хозяйства, расположенного в центральной агроклиматической зоне Самарской области. На всех вариантах опыта была проведена глубокая обработка почвы. Согласно схеме опыта в первом (контрольном) варианте внесения природных адсорбентов не проводилось. Во втором варианте перед посевом вносили опоку в дозе 50 кг/га, в третьем – навоз (40 т/га), в четвертом – древесный уголь (50 кг/га).

Объекты изучения – почва верхнего пахотного горизонта (0-30 см) и зерно сои сорта Самер 3. Образцы почв отбирались сопряжено с пробами зерна в соответствии с общепринятыми методиками [5].

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

**Результаты исследований.** Согласно проведенным исследованиям (табл. 1), концентрация валовых форм изучаемых тяжелых металлов в почве находится в пределах ПДК, превышения фоновых значений также не наблюдается. Значение кларков превышено по содержанию Cd в 2,54-2,92 раза, что указывает на аккумуляцию данного элемента в почве.

Таблица 1

Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве, мг/кг

Варианты опыта	Тяжелые металлы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
Контроль	7,60	0,38	19,77	48,13	5,38	441,00	17587,67
+ Опока	8,06	0,33	18,73	50,33	7,21	468,33	17820,33
+ Навоз	8,26	0,33	18,00	51,33	6,73	451,67	16962,00
+ Древесный уголь	8,19	0,35	18,60	49,23	6,83	470,33	17499,67
ПДК [2]	32,00	2,00	55,00	100,00	14,00	1500,00	-
Фон [2]	10,80	0,80	45,30	76,80	11,30	688,60	35010,00
Кларк [6]	16,00	0,13	47,00	83,00	18,00	1000,00	46500,00

Природные адсорбенты оказывают влияние на снижение содержания в почве валовых форм Cd, Cu и Fe. По сравнению с контролем на всех вариантах опыта наблюдается уменьшение содержания Cd в 1,15 раза, Cu – в 1,06-1,1 раза. При внесении навоза отмечено снижение содержания Fe в 1,04 раза, при внесении древесного угля – в 1,01 раза. По элементам Pb, Zn, Co и Mn выявлено незначительное повышение содержания по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Превышено содержание – Pb в 1,06-1,09 раза, Zn – в 1,02-1,07 раза, Co – в 1,25-1,34 раза, Mn – в 1,02-1,07 раза.

Расчет коэффициентов концентрации (Kк) тяжелых металлов (табл. 2) показал, что среди изучаемых тяжелых металлов отсутствуют элементы, относящиеся к группе накапливающихся ( $K_k > 1,1$ ) в почве. Все изучаемые элементы относятся к группе рассеивающихся элементов ( $K_k < 0,9$ ), что свидетельствует о рассеянии тяжелых металлов в почве и благоприятном экологическом фоне для возделывания растений.

Таблица 2

Коэффициент концентрации тяжелых металлов в почве

Варианты опыта	Тяжелые металлы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
Контроль	0,71	0,48	0,44	0,63	0,48	0,64	0,50
+ Опока	0,75	0,41	0,41	0,66	0,64	0,68	0,51
+ Навоз	0,76	0,41	0,40	0,67	0,60	0,66	0,48
+ Древесный уголь	0,76	0,44	0,41	0,64	0,61	0,68	0,50

Для определения степени доступности тяжелых металлов для растений было определено их содержание в подвижной форме (табл. 3).

Превышение ПДК отмечено по содержанию Co на всех вариантах опыта в 1,33-1,37 раза, содержание остальных тяжелых металлов в подвижной форме находится в пределах значений ПДК.

Превышение фонового содержания установлено по Pb в варианте с применением древесного угля – в 1,13 раза, по Cd, Cu и Co – на всех вариантах в 1,46-1,51; 1,69-2,46 и 33,25-34,20 раза соответственно, по Zn – в вариантах с внесением навоза в 1,33 раза и с внесением древесного угля в 1,18 раза. Превышения фоновых значений по Mn и Fe не обнаружено.

При внесении опоки наблюдается снижение содержания Cd, Cu и Mn по сравнению с контролем в 1,04, 1,39 и 1,09 раза соответственно. Применение навоза позволяет снизить содержание Pb, Cd, Cu, Co и Mn в 1,53, 1,02, 1,45, 1,01 и 1,001 раза соответственно. В варианте опыта с применением древесного угля отмечено снижение содержания Cd в 1,04 раза, Cu в 1,33 раза, Co в 1,03 раза и Mn в 1,05 раза по сравнению с контрольным значением. Минимальные концентрации Zn и Fe отмечены на контрольном варианте опыта (0,35 и 1,49 мг/кг соответственно).

Таблица 3

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве, мг/кг

Варианты опыта	Тяжелые металлы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
Контроль	0,29	0,056	0,32	0,35	6,84	16,97	1,49
+ Опока	0,37	0,054	0,23	0,37	6,83	15,59	1,85
+ Навоз	0,19	0,055	0,22	0,53	6,78	16,96	1,67
+ Древесный уголь	0,45	0,054	0,24	0,47	6,65	16,16	1,91
ПДК [2]	6,00	0,500	3,00	23,00	5,00	140,00	-
Фон [2]	0,40	0,037	0,13	0,40	0,20	35,00	7,67

Содержание тяжелых металлов в зерне изученного сорта сои (табл. 4), не превышало ПДК на всех вариантах опыта. Применение опоки способствовало снижению Pb, Cd, Zn и Fe по сравнению с контролем в 1,31, 1,13, 1,15 и 1,16 раза соответственно.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в зерне сои сорта Самар 3, мг/кг

Варианты опыта	Тяжелые металлы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
Контроль	0,17	0,043	3,83	34,63	0,18	8,48	45,10
+ Опока	0,13	0,038	4,05	30,20	0,32	9,12	38,93
+ Навоз	0,16	0,037	3,73	27,90	0,25	8,78	41,23
+ Древесный уголь	0,18	0,032	4,12	31,03	0,54	9,01	40,97
ПДК [2]	0,50	0,100	10,00	50,00	-	-	-

В вариантах опыта с внесением навоза отмечено снижение по всем изучаемым тяжелым металлам, кроме Co и Mn, их концентрация превышает контрольное значение в 1,39 и 1,04 раза соответственно. При внесении древесного угля снижение содержания Cd, Zn и Fe по сравнению с контролем составило 1,34; 1,12 и 1,1 раза соответственно. Минимальное содержание Co (0,18 мг/кг) и Mn (8,48 мг/кг) наблюдалось на контрольном варианте опыта.

Для определения интенсивности поглощения химических элементов зерном сои Самар 3 был рассчитан коэффициент биологического поглощения (КБП) (табл. 5), характеризующий интенсивность поглощения организмом того или иного химического элемента и показывающий, во сколько раз содержание элемента в золе организма больше или меньше, чем в почве.

Таблица 5

Коэффициент биологического поглощения (КБП) тяжелых металлов зерном сои сорта Самар 3, мг/кг

Варианты опыта	Тяжелые металлы						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Co	Mn	Fe
Контроль	0,022	0,113	0,194	0,720	0,033	0,019	0,003
+ Опока	0,016	0,115	0,216	0,600	0,044	0,019	0,002
+ Навоз	0,019	0,112	0,207	0,544	0,037	0,019	0,002
+ Древесный уголь	0,022	0,091	0,222	0,630	0,079	0,019	0,002

Согласно проведенным расчетам значения коэффициента биологического поглощения изученных тяжелых металлов меньше единицы (КБП<1), что позволяет отнести их к группе биологического захвата. При этом степень захвата различна. При внесении опоки увеличивается захват Cd, Cu, Co. Внесение навоза уменьшает захват изученных элементов. Действие древесного угля позволяет значительно снизить захват Cd, но увеличивает захват Cu и Co.

**Заключение.** Природные адсорбенты оказывают влияние на снижение содержания в почве валовых форм Cd в 1,15 раза, Cu – в 1,06-1,1 раза; подвижных форм Cd, Cu, Mn по сравнению с контролем в 1,04, 1,39, 1,09 раза соответственно. В случае Co изменений не выявлено. Применение опоки снижает концентрацию в зерне Pb, Cd, Zn и Fe по сравнению с контролем в 1,31, 1,13, 1,15 и 1,16 раза соответственно, внесение навоза снижает концентрацию Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, при внесении древесного угля снижение содержания Cd, Zn и Fe по сравнению с контролем составило 1,34; 1,12 и 1,1 раза соответственно. Накапливающихся в почве элементов ( $K_k > 1,1$ ) не обнаружено, все изученные тяжелые металлы Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Fe, Mn относятся к рассеивающимся ( $K_k < 0,9$ ). По значениям коэффициентов биологического поглощения тяжелые металлы Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Fe, Mn относятся к группе биологического захвата – КБП<1. Наиболее эффективным адсорбентом для снижения валовых и подвижных форм большинства изучаемых тяжелых металлов, а также их попадания в зерно, является навоз.

#### Библиографический список

1. Батманов, А. В. Особенности аккумуляции макроэлементов и тяжелых металлов в почве и растениях земляники садовой (*Fragaria ananassa*) / Н. М. Троц, С. В. Ишкова, А. В. Батманов, Д. А. Ахматов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т.14, №1. – С. 249-252.
2. Ишкова, С. В. Аккумуляция тяжелых металлов основными типами почв Самарской области / С. В. Ишкова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №4. – С. 21-26.
3. Ларионов, М. В. Особенности накопления тяжелых металлов в почвах экосистем Саратовского Поволжья / М. В. Ларионов, Н. В. Ларионов // Вестник ОГУ. – 2010. – №1(107). – С. 110-114.
4. Манторова, Г. Ф. Тяжелые металлы в почве и растительной продукции в условиях техногенного загрязнения // АгроXXI. – 2010. – № 1-3. – С. 52-54.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 60 с.
6. Макарова, Ю. В. Биогеохимия : практикум / Ю. В. Макарова, Н. В. Прохорова. – Самара : Издательство «Самарский университет», 2012. – 84 с.
7. Троц, Н. М. Влияние природных адсорбентов на накопление тяжелых металлов земляникой садовой / Н. М. Троц, А. В. Батманов // Аграрная Россия. – 2017. – №3. – С. 10-16.

## УДОБРЕНИЕ СЛАДКОГО ПЕРЦА В БЕЗРАССАДНОЙ КУЛЬТУРЕ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Калмыкова Елена Владимировна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

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

E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

**Петров Николай Юрьевич**, д.-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

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

E-mail: tehnolog\_16@mail.ru

**Ключевые слова:** перец, сорт, гибрид, удобрения, урожайность, минеральные, водорастворимые.

*Цель исследований – повышение эффективности применения водорастворимых удобрений при возделывании перца сладкого на подтипе светло-каштановых почв Волгоградской области. Изучено действие минеральных удобрений на перце сладком. Доказано, что удобрение нового поколения – минеральное водорастворимое удобрение Растворин – повышало продуктивность плодов перца. В полевых опытах по изучению продуктивности перца сладкого применялись следующие сорта и гибриды: Подарок Молдовы (в качестве стандарта), Пафос F<sub>1</sub>, Помпео F<sub>1</sub>. Выбранные сорта и гибриды высевались нормой высева 1 миллион всхожих семян на гектар. Повторность опыта – трёхкратная. Расположение делянок систематическое. Посев осуществлялся в первой декаде апреля по 4-х строчной схеме с обязательным послепосевным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Выявлены наиболее перспективные для почвенно-климатических условий Нижнего Поволжья сорта и гибриды перца сладкого, обладающие высокими адаптационными возможностями и значительной потенциальной урожайностью, в сочетании с оптимальным уровнем минерального питания и водопотребления. Внесение удобрений увеличивало массу стандартных плодов в среднем по фактору на 25...50% по сравнению с неудобренным вариантом. Максимальная масса стандартных плодов была на варианте с применением водорастворимого удобрения Растворин – 0,32...0,40 кг. В результате проведенных испытаний было установлено, что водорастворимые удобрения с микроэлементами Растворин являются действенным фактором повышения урожайности плодов перца сладкого в условиях Нижнего Поволжья. На основании проведенных исследований для Нижневолжского региона можно рекомендовать перспективный гибрид перца сладкого – Помпео F<sub>1</sub>, который способен сформировать урожай выше стандарта на 53,3 %.*

Почвенно-климатические условия Нижнего Поволжья дают возможность для развития овощного сегмента Российской Федерации и предусматривают соблюдение агротехники их возделывания и постоянной модернизации наиболее важных и экономически значимых технологических элементов.

Одним из важнейших путей регуляции продукционного процесса у овощных культур является оптимизация условий почвенного питания. Разработка приемов рационального применения удобрений под овощные культуры основывается на таких факторах, как обеспечение их потребностей в элементах минерального питания, уровень почвенного плодородия и содержание подвижных форм питательных веществ в почве.

Важное место в технологии возделывании овощных культур в условиях полупустынной зоны каштановых почв имеет оптимизация сочетания орошения и минеральных удобрений [8, 9, 10].

Режимы орошения основных сельскохозяйственных культур разработаны, но они ориентированы преимущественно на получение высоких урожаев, без особого учета вложенных средств. Однако в современных условиях особую значимость приобретает ресурсосбережение на промышленную и сельскохозяйственную продукцию [1, 2, 3].

В связи с этим, особое значение имеют удобрения, содержащие отдельные макро- и микроэлементы в растворимой форме. Существует три основных способа применения микроудобрений: внесение в почву, обработка семян и некорневая подкормка вегетирующих растений. Перед

химической промышленностью стоит задача расширения производства минеральных удобрений с добавками микроэлементов для внесения в почву, а также выпуск водорастворимых комплексов микроэлементов [4, 5, 6].

Исследованиями многих ученых был установлен высокий эффект обработки водорастворимыми удобрениями при очень высокой экономической эффективности приема. Поэтому важное значение необходимо уделять применению комплексных водорастворимых макро- и микроудобрений.

Наиболее эффективным является применение капельного орошения с внесением водорастворимых удобрений с поливной водой (фертигация). Процесс фертигации способствует снижению производственных издержек (за счёт одновременной доставки воды и элементов минерального питания в корнеобитаемый слой) и обеспечивает максимально продуктивное использование удобрений. Вместе с тем, фертигация требует постоянного поиска новых более эффективных минеральных удобрений, обеспечивающих повышение урожайности овощей и рентабельность их производства [4, 6, 7].

Анализируя отечественную и зарубежную литературу, можно утверждать о пользе применения водорастворимых удобрений с микроэлементами на посевах сельскохозяйственных культур [8, 9].

Однако данные об их эффективности в различных почвенно-климатических условиях, в том числе в Нижнем Поволжье, представлены не в полном объеме.

**Цель исследований** – повышение эффективности применения водорастворимых удобрений при возделывании перца сладкого на подтипе светло-каштановых почв Волгоградской области.

**Задачи исследований** – изучить влияние водорастворимого удобрения на коэффициент водопотребления при росте и развитии растений перца сладкого, изучить влияние водорастворимого удобрения Растворин на урожайность плодов перца сладкого.

**Материал и методы исследований.** Изучение эффективности водорастворимых комплексных удобрений проводилось в 2011...2016 гг. в условиях хозяйства ИП Зайцев В. А. Городищенского района Волгоградской области.

Почва опытного участка представлена подтипом светло-каштановой почвы. По гранулометрическому составу она относится к средне- и тяжелосуглинистым разновидностям (согласно классификации Н. А. Качинского (1975)) и характеризуются невысоким содержанием гумуса (1,5...2,0%) и гидролизующего азота (3,8...8,9 мг/100 грамм почвы), средним содержанием подвижного фосфора (2,7...3,5 мг) и повышенным – обменного калия (300...4000 мг/кг), слабощелочной реакцией почвенного раствора.

Агрохимические показатели почв опытного участка представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почв опытного участка, (среднее за 2011...2016 гг.)

Горизонт, м	Гумус, %	Валовой			C:N	pH	CO <sub>2</sub> карбонатов, %
		азот, %	фосфор, %	калий, %			
0,0...0,25	2,35	0,19	0,22	2,0	7,6	7,2	1,2
0,25...0,50	2,17	0,16	0,20	2,0	7,1	7,2	2,1

В проведенных исследованиях были использованы расчетные дозы минеральных удобрений под планируемую урожайность: 50 т/га (N<sub>260</sub>P<sub>117</sub>K<sub>277</sub>), 70 т/га (N<sub>364</sub>P<sub>164</sub>K<sub>387</sub>), 90 т/га (N<sub>468</sub>P<sub>211</sub>K<sub>498</sub>), а также минеральное водорастворимое удобрение Растворин для проведения корневых и некорневых подкормок растений, так как питательные вещества, входящие в его состав, усваиваются растениями очень быстро, что позволяет оперативно регулировать питание растений.

Растворин – комплексное водорастворимое удобрение, содержащее азот, фосфор, калий и магний в оптимальном для растений соотношении, а также микроэлементы.

Первая подкормка выполнялась при формировании 5...6 листовых пластин, разводили 10...15 г удобрения Растворин на 10 л воды. В период плодоношения – 25 г на 10 л воды, этим раствором опрыскивали каждые 7...10 суток.

Растворин содержит микроэлементы в солевой форме. Состав микроэлементов (в процентах): Zn – 0,01; Cu – 0,01; Mn – 0,1; Mo – 0,001; B – 0,01. Содержание азота в разных марках – от 8 до 18%, азот содержится в равной мере, как в нитратной, так и в аммиачной форме, фосфора –

от 5 до 18%, калия – от 18 до 28%. Наличие нескольких марок позволяло комбинировать подкормки в зависимости от фазы развития растений. По вегетации растений, до сбора плодов, использовался Растворин марки А. После сбора первых плодов усиливался рост растений, поэтому целесообразнее было использовать Растворин марки Б.

Растворин смешивали с различными видами средств защиты растений. Это, во-первых, снимало стресс от воздействия средств защиты растений, во-вторых, снижало трудозатраты при обработке возделываемых опытных участков.

Вегетационные периоды в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпадавших осадков (табл. 2).

Таблица 2

Показатели влагообеспеченности вегетационного периода овощных культур  
(апрель-сентябрь 2011-2016 гг.)

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Сумма $t > 10^{\circ}\text{C}$	3297,4	3855,6	3309,4	3421,0	3451,9	3401,7
Сумма осадков, мм	192,4	140,8	287,9	99,7	173,9	405,4
ГТК	0,58	0,37	0,87	0,29	0,50	1,19

Полив исследуемых культур осуществлялся системой капельного орошения. Поливы проводили для поддержания предполивного порога влажности почвы в активном слое 80...85% НВ в первой половине вегетации и 70...75% от НВ – во второй половине. Влажность почвы определяли термометрично-весовым методом (ГОСТ 20915-75).

В полевых опытах по изучению продуктивности перца сладкого изучались следующие сорта и гибриды: Подарок Молдовы (в качестве стандарта), Пафос F<sub>1</sub>, Помпео F<sub>1</sub>. Выбранные сорта и гибриды высевались нормой посева 1 миллион всхожих семян на гектар. Повторность опыта – трёхкратная. Расположение делянок систематическое. Площадь опытной делянки составляла 50,4 м<sup>2</sup>. Посев осуществлялся в первой декаде апреля по 4-х строчной схеме с обязательным послепосевным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками.

Посев осуществлялся сеялкой Агрикола-1,4 с микропроцессорным управлением и контролем качества. Дозы внесения удобрений для фертигации разделяли по фазам роста и развития перца, в зависимости от потребности растений в элементах питания по периодам вегетации.

**Результаты исследований.** На процесс формирования урожая оказывали влияние погодные условия, особенности изучаемых сортов и гибридов, а также изучаемые уровни минерального питания.

Культура перец сладкий предъявляет высокие требования к почвенному питанию и хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Растения при этом более экономно и продуктивно использовали влагу, сглаживалось отрицательное воздействие засухи, лучше раскрывался потенциал сортов и мощнее проявлялся гетерозисный эффект гибридов.

Правильно спланированный режим орошения обеспечивает лучшие условия для усвоения растениями питательных веществ удобрений из почвы и более высокую отдачу урожая.

Нижний порог влажности почвы дифференцировался по основным межфазным периодам:

- 1 – от массовых всходов до начала образования продуктивных органов;
- 2 – от начала образования репродуктивных органов до начала технической спелости;
- 3 – от начала технической спелости до конца уборки урожая.

В первый период глубина увлажнения 0,2...0,4 м, во второй и третий – 0,3...0,6 м.

Водный баланс в опыте с перцем складывался следующим образом. Осадки за период посева – уборки плодов составили 47,5 мм или (9,6%) от суммарного водопотребления. Продуктивный запас влаги в почве за период вегетации был лишь – 3,8%. Основная доля водного баланса 428,0 мм или 86,6% приходится на поливную воду (табл. 3).

Таким образом, суммарное водопотребление культуры перца независимо от изучаемых сортов или гибридов составило за вегетацию 4943,0 м<sup>3</sup>/га, с колебаниями по годам исследований от 4285 до 5365 м<sup>3</sup>/га.

Исходя из показателей водного баланса и суммарного водопотребления, был рассчитан коэффициент водопотребления сортов и гибридов в зависимости от уровня минерального питания.

Таблица 3

Водный баланс перца сладкого за вегетационный период (среднее за 2011-2016 гг.)

Показатели	мм	%
Осадки за период высадка-уборка	47,5	9,6
Поливная вода	428,0	86,6
Продуктивный запас влаги на начало вегетации	74,4	-
Продуктивный запас влаги на конец вегетации	52,6	3,8
Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	4943,0	100,0

Применение водорастворимых удобрений являлось не только экономически выгодным, но позволяло равномерно, дозированной нормой обеспечить прикорневую часть растений влагой и питательными веществами в течение всего вегетационного периода, способствовало улучшению воздушного и водного режима почвы, накоплению гумуса и микроэлементов в плодородном слое почвы, снижению вероятности распространения сорняков, болезней и вредителей.

Минеральные удобрения стимулировали ростовые процессы, что позволяло получить существенную прибавку урожайности (табл. 4).

Внесение удобрений позволило увеличить массу стандартных плодов в среднем по фактору на 25...50% по сравнению с неудобренным контролем.

Максимальная масса стандартных плодов была на варианте с применением водорастворимого удобрения Растворин на гибриде Помпео F<sub>1</sub> – 0,38...0,40 кг.

Чем выше урожайность, тем ниже был расход поливной воды (м<sup>3</sup>) на образование 1 т продукции. Эта тенденция прослеживалась по всем исследуемым вариантам. У сорта Подарок Молдовы при урожайности контрольного варианта 45,6 т/га коэффициент водопотребления составил 108,4 м<sup>3</sup>/т; с увеличением урожайности до 60,2 т/га на варианте с применением водорастворимого удобрения Растворин он снизился до 82,1 м<sup>3</sup>/т. Максимальная прибавка урожайности в сравнении с сортом-стандартом на варианте с применением Растворина (32,1 т/га) была отмечена у гибрида Помпео F<sub>1</sub>. Минимальная прибавка – у гибрида Пафос F<sub>1</sub> – 28,1 т/га. Все изучаемые гибриды оказались отзывчивыми на применение водорастворимого удобрения Растворин.

Получение максимальной урожайности на варианте с применением водорастворимого удобрения Растворин у гибрида Помпео F<sub>1</sub> (92,3 т/га) привело к снижению коэффициента водопотребления до 53,6 м<sup>3</sup>/т.

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений на продуктивность перца сладкого (среднее за 2011-2016 гг.)

Вариант опыта	Средняя масса стандартного плода, кг	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /га
Подарок Молдовы			
Контроль	0,10...0,12	45,6	108,4
N <sub>260</sub> P <sub>117</sub> K <sub>277</sub>	0,11...0,13	52,3	94,5
N <sub>364</sub> P <sub>164</sub> K <sub>387</sub>	0,12...0,14	74,1	66,7
N <sub>468</sub> P <sub>211</sub> K <sub>498</sub>	0,13...0,16	88,9	55,6
Растворин	0,15...0,18	60,2	82,1
Пафос F <sub>1</sub>			
Контроль	0,13...0,15	57,1	86,6
N <sub>260</sub> P <sub>117</sub> K <sub>277</sub>	0,15...0,16	65,9	75,0
N <sub>364</sub> P <sub>164</sub> K <sub>387</sub>	0,17...0,18	74,3	66,5
N <sub>468</sub> P <sub>211</sub> K <sub>498</sub>	0,18...0,19	90,5	54,6
Растворин	0,19...0,20	88,3	56,0
Помпео F <sub>1</sub>			
Контроль	0,29...0,35	60,5	81,7
N <sub>260</sub> P <sub>117</sub> K <sub>277</sub>	0,30...0,32	69,3	71,3
N <sub>364</sub> P <sub>164</sub> K <sub>387</sub>	0,32...0,44	85,6	57,7
N <sub>468</sub> P <sub>211</sub> K <sub>498</sub>	0,36...0,37	91,4	54,1
Растворин	0,38...0,40	92,3	53,6

Примечание: Фактор А – НСР<sub>05</sub> = 4,07 т/га; Фактор В – НСР<sub>05</sub> = 2,86 т/га; Фактор АВ – НСР<sub>05</sub> = 1,92 т/га.

Анализ проведенных исследований показал, что препарат Растворин позволяет повысить урожайность изучаемых перспективных гибридов перца сладкого. Наибольшая урожайность была получена на гибриде перца Помпео F<sub>1</sub> – 92,3 т/га. Следует отметить, что применение минеральных удобрений под планируемую урожайность 90 т/га (N<sub>468</sub>P<sub>211</sub>K<sub>498</sub>) позволило получить урожайность 91,4 т/га, что на 0,9 т/га меньше, чем урожайность, полученная на варианте с применением Растворина.

Применение минеральных удобрений позволило получить планируемую урожайность перца сладкого, и в силу того, что их стоимость на сегодняшний день значительно выше стоимости используемого водорастворимого удобрения, следует отметить новый элемент технологии возделывания сладкого перца, как ресурсосберегающий.

Таким образом, применение минерального водорастворимого удобрения Растворин способствовало снижению водопотребления и экономичному расходованию влаги на формирование 1 т плодов перца, а также гарантировало получение более дешевой продукции и увеличение экономической эффективности производства.

**Заключение.** В результате проведенных исследований было установлено, что водорастворимое удобрение с микроэлементами Растворин является действенным фактором повышения урожайности плодов перца сладкого в условиях Нижнего Поволжья. На основании проведенных исследований для Нижневолжского региона можно рекомендовать перспективный гибрид перца сладкого – Помпео F<sub>1</sub>, который способен сформировать урожай выше стандарта на 53,3% на варианте с применением водорастворимого удобрения Растворин.

#### Библиографический список

1. Ахмедов, А. Д. Динамика накопления вегетативной и корневой массы сладкого перца при капельном орошении / А. Д. Ахмедов, А. А. Королев, Д. Ю. Богомолов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 9. – С. 3-6.
2. Боровой, Е. П. Урожай сладкого перца и его качество при поверхностном поливе / Е. П. Боровой, О. А. Кулагина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 2 (18). – С. 27-32.
3. Боровой, Е. П. Структура суммарного водопотребления сладкого перца при различных режимах капельного орошения в условиях Волгоградского Заволжья / Е. П. Боровой, А. Д. Ахмедов, Д. Ю. Богомолов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. Волгоград. – 2013. – № 1 (29). – С. 23-27.
4. Калмыкова, Е. В. Приемы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, В. Б. Нарушев, Т. И. Хоришко // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 36-40.
5. Калмыкова, Е. В. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 2. – С. 29-31.
6. Калмыкова, Е. В. Адаптивная технология возделывания перца сладкого на светло-каштановых почвах Волгоградской области / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. – № 9 (155). – С. 9-14.
7. Калмыкова, Е. В. Влияние регуляторов роста на урожайность перца сладкого / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – № 3 (39). – С. 11-15.
8. Овчинников, А. С. Особенности технологии возделывания сладкого перца при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья / А. С. Овчинников, О. В. Бочарникова, В. С. Бочарников, Т. В. Пантюшина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 3. – С. 18-22.
9. Тютюма, Н. В. Оценка адаптивности сортов и гибридов сладкого перца и баклажанов в условиях капельного орошения Астраханской области / Н. В. Тютюма, А. Н. Бондаренко, Т. В. Мухортова, С. А. Койка // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2016. – № 1. – С. 9-14.
10. Юдаев, И. В. Предпосевная обработка семян: опыт Нижнего Поволжья / И. В. Юдаев, Е. В. Азаров, М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст // Энергетика и автоматика. – 2013. – № 3. – С. 48-54.

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПЛОДОРОДИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

**Бутяйкин Виктор Васильевич**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева.

430904 г. Саранск, п. Ялга, ул. Российская, 5.

E-mail: victorbu@mail.ru

**Истихин Сергей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева.

430904 г. Саранск, п. Ялга, ул. Российская, 5.

E-mail: victorbu@mail.ru

**Березин Михаил Александрович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева.

430904 г. Саранск, п. Ялга, ул. Российская, 5.

E-mail: victorbu@mail.ru

**Ключевые слова:** почвы, эродированность, гумус, кислотность, поглощенные.

*Цель исследований – повышение плодородия серых лесных почв. Результаты исследований показали, что содержание гумуса в пахотном слое высококультуренной почвы сортоучастка на 0,13% больше, чем в почве базового хозяйства. В серой лесной почве разной степени эродированности наблюдаются значительные различия в содержании гумуса в верхнем слое почв. В слабосмытой почве, не подверженной эрозии, он колеблется в пределах 1,90-3,86%, среднесмытой – 1,56%, сильносмытой – 1,29%, а в целинной – 2,30%. Величина обменной кислотности в высококультуренной серой лесной почве сортоучастка значительно меньше в сравнении с менее окультуренной. Если в пахотном слое сортоучастка рН КС1 равно 6,0, то в почве базового хозяйства – 4,9, снижаясь вниз по профилю соответственно до 4,5 и 4,3. Максимальное значение гидролитической кислотности обнаруживается в верхних горизонтах целинной светло-серой лесной и у не смытых серых лесных почв, закономерно уменьшается в сторону сильносмытых. Антропогенное воздействие заметно изменило сумму поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями. На сортоучастке в пахотном слое степень насыщенности основаниями увеличилась на 18% по сравнению с почвой хозяйства. В серой лесной почве разной степени смытости, сумма поглощённых оснований составила от 23,6 до 40,2 мг-экв/100 г почвы и оставалась довольно высокой по всему профилю почв. Степень насыщенности основаниями варьировала в них пределах 81-96%. Сильносмытая и целинная почва имеют в верхнем слое почвы низкую сумму обменных оснований, соответственно равную 4,2 и 6,8 мг-экв/100 г почвы, варьируя к материнской породе до 6,8 и 9,0 мг-экв/100 г почвы.*

Для того, чтобы создать наиболее благоприятные условия для роста и развития растений, необходимо знать закономерности содержания и трансформации в почве различных элементов питания, а также особенности питания самого растения. Способность почвы обеспечивать растения питательными веществами характеризуют агрохимические параметры плодородия земель. По мере усиления антропогенного воздействия на экосистемы роль такой информации возрастает. Для каждой конкретной культуры значение оптимальных параметров агрохимических показателей различны. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении [1-3]. Агрохимические свойства почвы в значительной мере определяют состояние их окультуренности. В качестве показателей окультуренности почв используются величина кислотности (рН), содержание фосфора, калия, гумуса, суммы поглощенных оснований. Применение минеральных и органических удобрений под сельскохозяйственные культуры в дозах, рассчитанных на положительный баланс элементов питания, а также известкование кислых почв позволяют улучшать состояние агрохимических свойств [4-7]. Однако с повышением запасов в почвах подвижных форм фосфора и калия эффективность удобрений, или окупаемость их прибавкой урожая, снижается. Это имеет

существенное значение при агрохимическом окультуривании почв, так как применение минеральных и органических удобрений должно быть рентабельным.

**Цель исследований** – повышение плодородия серых лесных почв.

**Задачи исследований** – определение агрохимических показателей плодородия серых лесных почв, подверженных антропогенному воздействию.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объекта исследований послужили серые лесные почвы Zubovo-Полянского (сортучасток разрез 7, базовое хозяйство разрез 8), Атюрьевского (разрезы 21, 23) и Дубенского (разрезы 11-14) районов республики Мордовия. При проведении исследований использовались следующие методы лабораторного анализа почвы: гранулометрический состав по Качинскому, гумус по Тюрину в модификации Симакова (ГОСТ 26213-84), актуальную и обменную кислотность – ионометрически (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-84), сумму обменных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 26821-88), степень насыщенности основаниями – расчетным методом.

**Результаты исследований.** Результаты сравнительного изучения агрохимических свойств почв разной степени сельскохозяйственного использования показали (табл. 1), что в серых лесных почвах Zubovo-Полянского района содержание гумуса в пахотном слое высококультурной почвы сортучастка (разрез 8) на 0,13% больше, чем в почве базового хозяйства (разрез 8).

В серой лесной почве Дубенского района разной степени эродированности также наблюдаются значительные различия в содержании гумуса в пахотном слое почв. Так в почве не подверженной эрозии (разрез 11) и слабосмытой (разрез 14) количество гумуса колеблется в пределах 1,90-3,86%, среднесмытой – 1,56 % (разрез 12), сильносмытой – 1,29 % (разрез 13).

Содержание гумуса в целинной светло-серой лесной почве (разрез 21) Атюрьевского района в слое 3-10 см составляет – 2,30 %, а на пашне хозяйства (разрез 23) на той же глубине пахотного слоя – 1,70%, постепенно уменьшаясь и на глубине 90-100 см варьирует соответственно от 0,70 до 0,80%. Как показывают данные исследований, содержание и распределение его по профилю почв также неодинаково. Результаты исследований показывают, что величина обменной кислотности в высококультурной серой лесной почве (разрез 7) значительно меньше, по сравнению с менее окультуренной (разрез 8). Если в пахотном слое разреза 7 рН КСl равно 6,0, то в разрезе 8-4,9, снижаясь вниз по профилю, соответственно до 4,5 и 4,3.

Кроме того, на хорошо окультуренной почве разреза 7 наблюдается резкое снижение гидролитической кислотности. Так, в верхних горизонтах почвы разреза 7 она равна 1,3 мг-экв/100 г почвы, а в разрезе 8 находится в пределах 2,3 мг-экв/100 г почвы. Изменения обменной и гидролитической кислотности не обнаруживают четкой корреляции со степенью смыта и окультуренностью в серых лесных почвах (разрезы 11-14, 21, 23). Но, все же, у целинной, не смытой и слабосмытой почв в верхних слоях этот показатель несколько больше. Обменная кислотность здесь колеблется в пределах – 5,0-6,8, тогда как у средне- и сильносмытых почв составляет 6,2-7,2. Этот показатель с глубиной несколько возрастает, что характерно для всех серых лесных почв. Максимальное значение гидролитической кислотности обнаруживается в верхних горизонтах целинной и не смытых почв и закономерно уменьшается в сторону сильносмытых. Распределение гидролитической кислотности по профилю, как серых лесных почв, так и их эродированных вариантов остается одним и тем же – уменьшается с глубиной вплоть до материнской породы.

Исследованиями установлено, что под влиянием окультуривания также заметно изменяется сумма поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями. Так, в высококультурной серой лесной почве (разрез 7) по сравнению с менее окультуренной (разрез 8) в пахотном слое степень насыщенности основаниями увеличилась на 18%. В серой лесной почве разной степени смытости (разрезы 11-14) сумма поглощённых оснований колеблется в верхних горизонтах от 23,6 до 40,2 мг-экв/100 г почвы и довольно высока по всему профилю почв, а степень насыщенности основаниями варьирует в пределах 81-96%. Сильносмытая (разрез 23) и целинная светло-серая лесная почва (разрез 21) имеют в верхнем слое довольно низкую сумму обменных оснований, соответственно равную 4,2 и 6,8 мг-экв/100 г почвы, варьируя в материнской породе до 6,8 и 9,0 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями в сильносмытой почве за счет известковых удобрений

в верхних слоях достигает 86%, а в целинной всего лишь равна 43%, изменяясь вниз по профилю соответственно до 62 и 71%.

Таблица 1

Агрохимические показатели серых лесных почв

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Нг мг/экв 100 г почвы	S	V, %
			KCl	H <sub>2</sub> O			
1	2	3	4	5	6	7	8
Серая лесная среднесуглинистая на моренном суглинке, разрез 7 (приусадебный участок)							
A <sub>n</sub>	0-20	4,40	6,0	6,7	1,3	9,5	88
A	20-30	4,11	5,7	6,5	1,6	8,4	84
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	30-40	1,55	4,4	5,5	2,8	7,0	72
B <sub>1</sub>	50-60	1,37	3,6	5,1	2,4	7,0	74
B <sub>2</sub>	70-80	0,74	3,8	5,2	2,2	6,8	75
BC	90-100	0,49	3,8	5,3	1,7	8,0	82
BC	130-140	0,24	4,3	5,7	1,5	7,2	83
C	170-180	0,24	4,5	5,8	1,6	7,2	83
Серая лесная среднесуглинистая на моренном суглинке, разрез 8 (хозяйство)							
A <sub>n</sub>	0-20	4,27	4,9	5,9	3,8	8,8	70
A	20-30	3,98	4,9	5,9	3,8	7,8	67
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	30-40	1,38	4,7	5,9	2,8	7,1	72
B <sub>1</sub>	50-60	1,26	4,3	5,7	3,5	7,0	67
B <sub>2</sub>	70-80	0,82	4,0	5,5	2,9	7,5	72
BC	90-100	0,51	3,9	5,5	2,5	6,8	73
BC	130-140	0,26	4,0	5,6	2,0	6,1	75
C	170-180	0,24	4,5	5,8	1,6	7,2	83
Светло-серая лесная легкосуглинистая на моренном суглинке, разрез 21 (целинная)							
A <sub>0</sub>	0-3	3,20	5,0	6,2	7,2	8,0	53
A <sub>1</sub>	3-10	3,31	5,0	5,9	7,0	6,8	43
A <sub>1</sub>	10-20	1,94	5,0	5,9	5,0	6,8	58
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	20-30	1,00	4,9	5,8	4,4	6,8	61
A <sub>2</sub> B	40-50	0,80	4,9	5,8	4,4	6,7	60
B	50-60	0,80	4,9	5,8	4,4	9,2	68
BC	90-100	0,74	4,0	5,2	3,3	8,0	71
C	140-150	0,30	3,8	4,9	4,4	9,0	71
Светло-серая лесная супесчаная на моренном суглинке, разрез 23 (окультуренная)							
A <sub>n</sub>	0-20	1,70	6,8	7,9	0,7	4,2	86
A <sub>n</sub>	20-30	1,40	6,4	7,8	0,7	2,6	79
A <sub>2</sub> B	30-40	1,30	7,0	8,0	0,4	2,6	87
BC	90-100	0,90	4,4	5,5	4,0	4,0	50
C	130-140	0,80	3,8	5,0	4,3	6,8	62
Серая лесная глинистая на делювиальной глине, разрез 11							
A <sub>n</sub>	0-20	1,90	6,5	6,5	6,6	28,3	81
A <sub>2</sub> B	20-30	0,63	5,9	5,9	7,4	29,1	80
B	70-80	0,36	4,8	5,9	6,3	38,3	82
BC	90-100	0,26	4,8	5,9	5,7	30,3	84
C	140-150	0,21	4,8	5,9	5,6	30,1	84
Серая лесная тяжелосуглинистая на элюво-делювиальных щебнистых суглинках, разрез 12 (среднесмытая)							
A <sub>n</sub>	0-17	1,56	6,2	7,0	3,1	23,6	88
B <sub>1</sub>	20-30	1,10	6,4	7,1	2,2	17,7	89
B <sub>2</sub>	40-50	0,35	5,8	6,9	2,2	23,7	91
BC	50-60	0,26	5,7	6,8	1,0	20,4	91
Серая лесная остаточечно-карбонатная легкосуглинистая на карбонатных отложениях, разрез 13 (сильносмытая)							
A <sub>лк</sub>	0-18	1,29	7,2	7,9	0	30,9	100
B <sub>к</sub>	18-28	1,40	7,4	8,0	0	25,3	100
BC <sub>к</sub>	50-60	0,25	7,9	8,6	0	16,3	100
Серая лесная тяжелосуглинистая на карбонатных опоках, разрез 14 (слабосмытая)							
A <sub>n</sub>	0-20	2,86	6,8	7,5	1,5	40,2	96
B	20-30	0,95	6,7	7,6	1,5	31,2	95

**Заключение.** Антропогенное воздействие на серые лесные почвы вызывает заметное изменение агрохимических свойств почв, особенно в верхних слоях. Высокая агротехника (правильная система обработки почв, система удобрений, известкование кислых почв, накопление и сохранение влаги, борьба с сорной растительностью и др.) приводит к увеличению содержания гумуса, снижению кислотности почв, повышению суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями. Низкая агротехника обуславливает деградацию и снижает плодородие.

#### Библиографический список

1. Бутяйкин, В. В. Динамика фосфатного режима черноземной почвы под влиянием антропогенных факторов / В. В. Бутяйкин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. – № 2. – С. 17-21.
2. Трусов, В. И. Плодородие почвы / В. И. Трусов, М. Ю. Сауткина, А. Ю. Четвердин, Ю. И. Четвердин // Агрохимия. – 2016. – № 10. – С. 3-11.
3. Носко, Б. С. Последствие удобрений на физико-химические и агрохимические свойства чернозема типичного / Б. С. Носко, В. И. Бабынин, Е. Ю. Гладких // Агрохимия. – 2012. – № 4. – С. 3-14.
4. Копысов, И. Я. Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв в условиях антропогенного воздействия / И. Я. Копысов, А. В. Тюлькин, В. В. Тихонов // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 20-22.
5. Шафран, С. А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны // Агрохимия. – 2016. – № 8. – С. 3-10.
6. Якименко, В. Н. Плодородие серой лесной почвы при длительном использовании // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 21-24.
7. Турусов, В. И. Изменение потенциального плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы / В. И. Турусов, А. М. Новичихин, В. М. Гармашов, С. А. Гаврилова // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 12-14.

DOI 10.12737/18580

УДК 635.64

## ЭЛЕМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Калмыкова Елена Владимировна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

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

E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

**Петров Николай Юрьевич**, д.-р. с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ.

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

E-mail: tehnolog\_16@mail.ru

**Ключевые слова:** томат, сорт, гибрид, технология, удобрения, фертигация, водорастворимые.

*Цель исследований – теоретическое обоснование и разработка эффективных приемов выращивания плодов томата в открытом грунте. Изучено совместное применение регулятора роста и комплексного удобрения Энергия-М + Растворин. В качестве объектов исследования были взяты сорта и гибрид томата: Волгоградский 5/95 (в качестве стандарта), Фоккер F<sub>1</sub>, Геркулес. Анализ исследуемых данных показывает, что предпосевная обработка семян томата раствором регулятора роста способствовала повышению всхожести семян сорта Волгоградский 5/95 на 10,75 %, сорта Геркулес на 16,4 %, гибрида Фоккер F<sub>1</sub> на 10,25% по сравнению с контролем. Результаты биометрических измерений томата, проведенные в период массового плодоношения, показали, что в условиях севооборота (по черному пару) растения положительно реагировали на внесение регулятора роста Энергия-М, водорастворимого удобрения Растворин. Отмечено повышение урожайности и показателей качества томата на всех вариантах с кремнийорганическим препаратом Энергия-М совместно с водорастворимым удобрением Растворин. Масса плода у изучаемых гибридов находилась в пределах от 95 до 130 г. Наибольшая масса плода была отмечена у сорта Геркулес – 130 г, наименьшая у гибрида Фоккер F<sub>1</sub> – 95 г. Комплексное применение регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин позволило повысить содержание сухих веществ во всех изучаемых сортах и гибридах. Урожайность изучаемых гибридов изменялась в зависимости от условия выращивания. Максимальная урожайность была получена при совместном применении*

регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин по сорту Геркулес – 135,0 т/га, что на 37 т/га выше урожайности сорта-стандарта Волгоградский 5/95. Наименьшую урожайность имел гибрид Фоккер F<sub>1</sub>, который на этом варианте показал урожайность на уровне 126,3 т/га.

Овощные культуры являются незаменимыми продуктами в рациональном питании человека, которые потребляются преимущественно в свежем виде, так как они основные источники витаминов, ферментов, микроэлементов, минеральных солей и других биологически активных веществ. Таким образом, овощи должны отвечать довольно высоким требованиям относительно их качества [6,7].

Для решения экологических проблем мира в XXI веке – проблем «повышения качества возделываемой продукции» необходимо использовать научно-обоснованные методы агроэкологии.

Таким образом, изучение эффективности применения регулятора роста растений – кремнийорганического препарата Энергия-М в сочетании с водорастворимыми удобрениями в овощеводстве актуально [1, 3, 4].

**Цель исследований** – теоретическое обоснование и разработка эффективных приемов выращивания плодов томата в открытом грунте.

**Задачи исследований** – изучить влияние регулятора роста растений Энергия-М на урожайность, качество плодов томата; выявить влияние водорастворимого удобрения на урожайность, качество плодов томата; оценить изучаемые сорта и гибрид по скорости наступления основных фаз, продолжительности межфазных периодов, динамике отдачи урожая, урожайности и качеству плодов.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились в 2011-2016 гг. в условиях ИП Зайцев В. А. Городищенского района Волгоградской области.

Климат зоны проведения исследований резко континентальный. Сильная засушливость, обилие солнечной инсоляции, неблагоприятные температурные условия, которые сильно затрудняют ведение сельскохозяйственного производства. Испаряемость в теплый период года достигает 1000...1200 мм при средней величине ГТК – 0,3...0,4, ярко отражающего экстремальные климатические условия.

Почвенный покров представлен подтипом светло-каштановой почвы, которая по гранулометрическому составу относится к средне- и тяжелосуглинистым разновидностям, характеризуется невысоким содержанием гумуса – 1,5...2,0% и гидролизующего азота – 3,8...8,9 мг/100 грамм почвы, средним содержанием подвижного фосфора – 2,7...3,5 мг и повышенным – обменного калия – 300...400 мг/кг, слабощелочной реакцией почвенного раствора, небольшой емкостью поглощения – 26...30 мг на 100 грамм почвы.

Агрохимические показатели почвы опытного участка приведены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почвы опытного участка, (среднее за 2011-2016 гг.)

Горизонт, м	Гумус, %	Валовой			C:N	pH	CO <sub>2</sub> карбонатов, %
		азот, %	фосфор, %	калий, %			
0,0...0,25	2,35	0,19	0,22	2,0	7,6	7,2	1,2
0,25...0,50	2,17	0,16	0,20	2,0	7,1	7,2	2,1

Агротехника в опыте выдержана на уровне производственной технологии, принятой в хозяйстве. В качестве объектов исследования были взяты сорта и гибрид томата: Волгоградский 5/95 (в качестве стандарта), Фоккер F<sub>1</sub>, Геркулес. Площадь опытной делянки составляла 70 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трёхкратная. Опыт двухфакторный. Расположение делянок систематическое. При выращивании томата в системе капельного орошения применялась схема посева 0,90+0,50 м. Норма высева составляла 1 кг на 1 га (35 тысяч растений на гектаре).

Подготовка почвы заключалась в зяблевой вспашке на глубину 0,22...0,24 м осенью и в культивации с боронованием – ранней весной. Еще одну культивацию проводили непосредственно перед посевом.

Семена томата для обеззараживания раскладывали по сортам в марлевые мешочки с этикетками и опускали в 1% раствор марганцевокислого калия (1 г кристаллов на 100 мл воды) на

15 минут, после чего промывали в проточной холодной воде в течение 20...30 минут. Регулятор роста Энергия-М использовали путем обработки семян перед посевом – замачивание на 30...40 минут (расход рабочего раствора – 2 л/кг). После этого семена чуть подсушивали и производили посев. Посев осуществлялся сеялкой Агроикола-1,4. Некорневые обработки проводили на площади 1 га в дозе 15 г на 300 г воды в течение вегетационного периода (опрыскивание растений в начальный период роста и в фазе бутонизации – начала цветения).

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (замачивание в воде);
2. Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян);
3. Замачивание семян в препарате (1 мл/1кг семян) +  
+ первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) +  
+ второе опрыскивание в фазе бутонизация – начало цветения (15 г/га).

Фенологические наблюдения по вариантам за ростом и развитием растений томата проводились по общепринятым методикам на специально выделенных динамических площадках. Согласно этим методикам у культурных растений определялись даты наступления основных фенологических фаз роста и развития. За начало фазы принимали вступление в неё 10% растений, массовое наступление фазы – 75% растений [2].

Биометрические показатели томата определяли периодически, через примерно одинаковые промежутки времени один раз в месяц, начиная с 1 июня. Для этого отбирали типичные для каждого опытного варианта растения и проводили учет количества листьев, высоты и массы растения, диаметра/размера и массы плодов.

Учет урожая проводился вручную сплошным способом с последующим разделением продукции на товарную и нетоварную части. В период уборки на каждом варианте опыта определяли структуру урожая по изучаемым культурам.

Для фертигации при капельном орошении все чаще стали использовать исключительно водорастворимые удобрения, такие как Новалон, Рексолин, Мультикроп, Тетрафлекс, Акварин, Спидфол, Новоферт, Растворин, Хортисул и Нутрифлекс, имеющие высокую концентрацию питательных веществ, которые в дальнейшем будут смешаны с водой, подающейся на орошение, в пропорции 1:100 [5, 7, 9, 10].

В наших исследованиях использовали Растворин для проведения корневых и некорневых подкормок растений, так как питательные вещества, входящие в его состав, усваиваются растениями очень быстро, что позволяет оперативно регулировать питание растений.

Растворин – комплексное водорастворимое удобрение, содержащее азот, фосфор, калий и магний в оптимальном для растений соотношении, а также микроэлементы.

Первая подкормка выполнялась при образовании 5...6 листовых пластин, разводили 10...15 г удобрения Растворин на 10 л воды. В период плодоношения 25 г на 10 л воды и этим раствором опрыскивали каждые 7...10 суток.

Растворин содержит микроэлементы в солевой форме. Состав микроэлементов (в процентах): Zn – 0,01; Cu – 0,01; Mn – 0,1; Mo – 0,001; B – 0,01. Содержание азота в разных марках от 8 до 18%, азот содержится в равной мере, как в нитратной, так и в аммиачной форме, фосфора от 5 до 18%, калия от 18 до 28%. Наличие нескольких марок позволяло комбинировать подкормки в зависимости от фазы развития растений. По вегетации растений до сбора плодов томата использовался Растворин марки А. После сбора первых плодов усиливался рост растений, поэтому целесообразнее было использовать Растворин марки Б.

Растворин разных марок смешивали с различными видами средств защиты растений. Это, во-первых, снимало стресс от воздействия средств защиты растений, во-вторых, снижало трудозатраты при обработке возделываемых опытных участков.

Вегетационные периоды в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпадавших осадков (табл. 2).

В качестве основного методического пособия использовали «Методику опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика (1992), «Методику полевого опыта» Б. А. Доспехова (1985).

Показатели влагообеспеченности вегетационного периода овощных культур  
(апрель-сентябрь 2011-2016 гг.)

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Сумма $t > 10^{\circ}\text{C}$	3297,4	3855,6	3309,4	3421,0	3451,9	3401,7
Сумма осадков, мм	192,4	140,8	287,9	99,7	173,9	405,4
ГТК	0,58	0,37	0,87	0,29	0,50	1,19

При каждом сборе по каждому сорту, гибриду и повторению плоды сортировали на стандартные (товарные) и нестандартные (уродливые, треснувшие, больные, поврежденные вредителями, с ожогами и прочий брак) и взвешивали их отдельно. При последнем сборе проводили раздельный учет спелых плодов (красной, розовой, бурой съёмкой спелости) и бланжевых вместе с зелеными. Из зеленых и бланжевых плодов учитывали только те, которые пригодны для дозаривания и засолки. Нестандартные зеленые и бланжевые плоды не учитывались. Общий урожай плодов в съёмной спелости и отдельно урожай стандартных плодов в съёмной спелости суммировали за все сборы по повторениям и пересчитывали в т/га [4, 7, 8].

**Результаты исследований.** При обработке семян водой (контроль) количество проросших растений составило: сорт Волгоградский 5/95 – 72 шт. и Геркулес – 79 шт., гибрид Фоккер F<sub>1</sub> – 75 шт. При обработке регулятором роста – 82, 94, 84 шт. растений соответственно по сортам (табл. 3). Анализ исследуемых данных показывает, что предпосевная обработка семян томата раствором регулятора роста по сравнению с контролем повышала всхожесть семян сорта Волгоградский 5/95 на 10,75%, сорта Геркулес на 16,4%, гибрида Фоккер F<sub>1</sub> на 10,25%. Срок появления всходов при обработке раствором Энергия-М сокращался по сравнению с контролем в среднем по сортам и гибридам на 5 суток и составлял 13 суток.

Таким образом, исследования показали, что обработка семян препаратом активизировала формирование корневой системы, увеличивала энергию прорастания и всхожесть семян, тем самым, способствуя повышению структурной и функциональной устойчивости клеток корней, проростков, усиливая структурную целостность мембран и биосинтез белков, способствовала увеличению числа растений на 1 м<sup>2</sup>.

Влияние регулятора роста Энергия-М на всхожесть семян  
и срок появления массовых всходов (среднее за 2011-2016 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Число проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Число суток от посева до массовых всходов
Волгоградский 5/95				
1	Контроль (замачивание в воде)	72	72,75	18
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	82	83,50	15
Фоккер F <sub>1</sub>				
1	Контроль (замачивание в воде)	75	75,25	18
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	84	85,5	13
Геркулес				
1	Контроль (замачивание в воде)	79	78,25	18
2	Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	94	94,65	12

Результатами исследований было установлено, что лабораторная всхожесть семян томата при использовании Энергии-М рекомендованной концентрации положительно сказывалась на всхожести и сроке появления массовых всходов, по сравнению с семенами, необработанными раствором регулятора роста.

Урожайность томата по вариантам в контроле варьировала по сортам и гибридам от 7,50 до 9,80 кг/м<sup>2</sup>. Тенденция повышения урожайности при применении регулятора роста наблюдалась на всех вариантах. При применении регулятора роста Энергия-М по всей вегетации позволило повысить урожайность томата от 10,15 до 12,62 кг/м<sup>2</sup>. Высокая урожайность отмечалась у сорта Геркулес на варианте с применением регулятора роста Энергия-М по всей вегетации и составляла 126,2 т/га.

Таким образом, применение стимуляторов роста оказывало положительное влияние на урожайность томата (табл. 4).

Таблица 4

Влияние регулятора роста Энергия-М на урожайность томата (среднее за 2011-2016 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Прибавка к контролю, кг/м <sup>2</sup>	Урожайность, т/га
Волгоградский 5/95			
Контроль (замачивание в воде)	7,50	-	75,0
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	8,58	1,08	85,8
Первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	9,35	1,85	93,5
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + + первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	10,15	2,65	101,5
Фоккер F <sub>1</sub>			
Контроль (замачивание в воде)	9,40	-	94,0
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	10,21	0,81	102,1
Первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	10,95	1,55	109,5
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + + первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	11,56	2,16	115,6
Геркулес			
Контроль (замачивание в воде)	9,80	-	98,0
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян)	10,54	0,74	105,4
Первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	11,63	1,83	116,3
Замачивание семян в препарате Энергия-М (1 мл/1кг семян) + + первое опрыскивание в начальный период роста (15 г/га) + + второе опрыскивание в фазе бутонизации-начала цветения (15 г/га)	12,62	2,82	126,2

Примечание. Фактор А – НСР<sub>05</sub> = 7,07 т/га; Фактор В – НСР<sub>05</sub> = 4,36 т/га; Фактор АВ – НСР<sub>05</sub> = 5,52 т/га.

Так как результаты исследований подтверждали эффективность применения регулятора роста Энергия-М, включая предпосевную обработку семян и по вегетации, дальнейшую работу проводили, изучая совместное использование регулятора роста и водорастворимого удобрения Растворин.

Растворин можно использовать не только для корневых, но и для внекорневых подкормок. В этом случае используются все питательные элементы, находящиеся в водорастворимой форме, лучше и быстрее усваиваются растениями томата, тем самым позволяя оперативно корректировать питание растений в определенные периоды роста и развития.

Результаты биометрических измерений томата, проведенные в период массового плодоношения, показали, что в условиях севооборота (по черному пару) растения реагировали на внесение регулятора роста Энергия-М, водорастворимого удобрения Растворин. Наилучший эффект был получен при совместном применении Энергия-М и Растворина следующим образом: число плодов в соцветии растений увеличивалась на 8...48% по сравнению с контролем, средняя масса плода также превосходила контроль в среднем по сортам на 20...25%.

Масса плода у изучаемых вариантах находилась в пределах от 95 до 130 г. Наибольшая масса плода была отмечена у сорта Геркулес – 130 г, наименьшая у гибрида Фоккер F<sub>1</sub> – 95 г.

Комплексное применение регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин позволило повысить содержание сухих веществ во всех изучаемых сортах и гибриде (табл. 5).

Урожайность изучаемых гибридов изменялась в зависимости от условия выращивания. Максимальная урожайность была получена при совместном применении регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин по сорту Геркулес – 135,0 т/га, что на 37 т/га выше урожайности сорта-стандарта Волгоградский 5/95. Наименьшую урожайность имел гибрид Фоккер F<sub>1</sub>, который на этом варианте показал урожайность на уровне 126,3 т/га.

Урожайность и качественные характеристики гибридов томата  
(среднее за 2011...2016 гг.)

Сорт, гибрид	Интенсивность окраски	Содержание сухих веществ	Урожайность фактическая, т/га
Контроль			
Волгоградский 5/95	отличная	высокое	75,0
Фоккер F <sub>1</sub>	отличная	среднее	94,0
Геркулес	хорошая	среднее	98,0
Энергия-М			
Волгоградский 5/95	отличная	высокое	101,5
Фоккер F <sub>1</sub>	отличная	высокое	115,6
Геркулес	хорошая	высокое	126,2
Растворин			
Волгоградский 5/95	отличная	высокое	84,2
Фоккер F <sub>1</sub>	отличная	высокое	112,0
Геркулес	хорошая	высокое	122,8
Энергия-М + Растворин			
Волгоградский 5/95	отличная	высокое	109,6
Фоккер F <sub>1</sub>	отличная	высокое	126,3
Геркулес	отличная	высокое	135,0

Примечание. Фактор А – НСР<sub>05</sub> = 6,33 т/га; Фактор В – НСР<sub>05</sub> = 4,88 т/га; Фактор АВ – НСР<sub>05</sub> = 6,67 т/га.

Полученные результаты исследований показали, что использование изучаемых агроприемов – комплексное применение регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин, оказывает положительное влияние на рост и развитие растений изучаемых сортов и гибридов томата.

**Заклучение.** На основании проведенных исследований было установлено, что рассматриваемые гибрид и сорта томатов были хорошо приспособлены к возделыванию в условиях Волгоградской области при соблюдении рекомендуемой технологии. Наибольшая эффективность применения регуляторов роста и водорастворимых удобрений была отмечена на вариантах с кремнийорганическим препаратом Энергия-М совместно с водорастворимым удобрением Растворин по сорту томата Геркулес. Для получения урожайности томата 135 т/га и более, в условиях капельного орошения Нижнего Поволжья необходимо рекомендовать высевать перспективный сорт томата Геркулес при комплексном применении регулятора роста и удобрения Энергия-М + Растворин.

## Библиографический список

1. Байрамбеков, Ш. Б. Методические указания по применению регуляторов роста растений на овощных, бахчевых культурах и картофеле : методические рекомендации / Ш. Б. Байрамбеков. – Астрахань : ЗАО «Глория», 2009. – 78 с.
2. Дружкин, А. Ф. Основы научных исследований в агрономии. Ч. 2. Биометрия : учеб. пособ. / А. Ф. Дружкин, З. Д. Ляшенко, М. А. Панина. – Саратов. – 2009. – 70 с.
3. Калмыкова, Е. В. Приемы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, В. Б. Нарушев, Т. И. Хоришко // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 36-40.
4. Калмыкова, Е. В. Эффективность применения регуляторов роста в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова // Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы : мат. международной науч.-практ. конф. – Вологда, 2017. – С. 61-63.
5. Калмыкова, Е. В. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, С. В. Убушаева, В. А. Батыров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2. – С. 111-118.
6. Калмыкова, Е. В. Продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика : мат. международной науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 162-165.
7. Овощеводство будущего: новые знания и идеи : мат. Международной науч.-практ. конф. – М. – 2012. – 378 с.

8. Сутормина, А. В. Влияние степени зрелости на сохраняемость и качество плодов томата сорта Яхонт // Вестник Мичуринского ГАУ, 2014. – № 2. – С. 14-18.
9. Туманян, А. Ф. Агротехника возделывания томатов в аридной зоне / А. Ф. Туманян, Тхань Диеп Ха Тхи // Научно-агрономический журнал. – 2010. – № 2-1 (87). – С. 38-42.
10. Юдаев, И. В. Предпосевная обработка семян: опыт Нижнего Поволжья / И. В. Юдаев, Е. В. Азаров, М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст // Энергетика и автоматика. – 2013 – № 3. – С. 48-54.

# ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

DOI 10.12737/18583

УДК 631.33.022.66

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВО-ШТИФТОВОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА НА РАВНОМЕРНОСТЬ ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН

**Крючин Николай Павлович**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: miignik@mail.ru

**Крючин Александр Николаевич**, канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: kryuchin@inbox.ru

**Ключевые слова:** дозирование, семена, дисково-штифтовый, высевающий, ячеистая, аппарат, активатор.

*Цель исследований – повышение равномерности дозирования семян дисково-штифтовым высевающим аппаратом за счет обоснования конструктивно-технологических параметров активатора истечения семенного материала из бункера. В селекционном производстве, где работа ведется с дорогостоящим, а порой и уникальным посевным материалом, особая значимость придается обеспечению при посеве высокой равномерности размещения семян. В настоящее время не достаточно полно решена проблема получения высокого качества посева при возделывании злаковых трав, семена которых относятся к трудносыпучим. Для дозирования семян мятлика лугового и кормовых травосмесей, в состав которых они входят, был разработан дисково-штифтовый высевающий аппарат, в котором для повышения качества дозирования семян применен активатор истечения семенного материала из бункера. Новизна конструкции дисково-штифтового высевающего аппарата с активатором подтверждена патентом РФ на полезную модель. С целью определения оптимальных конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата с активатором истечения была разработана методика оценки качества равномерности продольного распределения трудносыпучих семян злаковых трав и лабораторная установка с подвижной горизонтальной ячеистой платформой. Применение данной методики проведения экспериментальных исследований значительно сокращает время и затраты труда на проведение опытов, а также исключает потери дорогостоящего посевного материала. Для комплексной оценки влияния конструктивно-технологических параметров высевающего аппарата на равномерность посева были проведены экспериментальные исследования с применением теории многофакторного планирования. В результате была получена математическая модель, позволяющая установить оптимальные*

значения параметров активатора, состоящего из двух ступеней высотой 7,0...7,1 мм с величиной вылета штифтов 6,4 мм, при которых достигается лучшее качество распределения семян мятлика лугового вдоль рядка.

Равномерное размещение семенного материала по площади посева обеспечивает создание предпосылок для улучшения условий прорастания и развития растений, и как следствие, повышения урожайности [1]. При посеве в селекционном производстве, где работа ведется с дорогостоящим, а порой и уникальным посевным материалом, особая значимость придается обеспечению высокой равномерности размещения семян как в рядках, так и между рядами. В настоящее время не достаточно полно решена проблема получения высокого качества посева при возделывании трудносыпучих семян трав, к которым относят мятлик луговой.

**Цель исследований** – повышение равномерности дозирования семян дисково-штифтовым высевальным аппаратом за счет обоснования конструктивно-технологических параметров активатора истечения семенного материала из бункера.

**Задача исследований** – определить оптимальные значения конструктивно-технологических параметров активатора истечения, обеспечивающие высокую равномерность дозирования трудносыпучих семян.

Для дозирования семян злаковых трав: мятлика лугового и кормовых травосмесей, в состав которых они входят, был разработан дисково-штифтовый высевальный аппарат, в котором для повышения качества дозирования семян применен активатор истечения семенного материала из бункера. Новизна конструкции дисково-штифтового высевального аппарата с активатором истечения подтверждена патентом РФ на полезную модель [2]. Основными элементами активатора истечения служат подпружиненные подвижные штифты, установленные на диске, которые, опираясь в процессе вращения диска на поверхность ступенчатой направляющей шайбы, поднимаются выше уровня козырька, разделяющего высевальный диск и бункер, внедряются верхними концами в семенной ворох, находящийся в бункере, и обрушивают его на поверхность диска. За счет этого активируется процесс истечения трудносыпучего семенного материала из бункера, что способствует более равномерному заполнению пространства на высевальном диске, увеличению производительности, повышению равномерности и устойчивости посева [3]. Для оптимизации конструкции разработанного высевального аппарата необходимо провести исследования качественных показателей его работы.

**Материалы и методы исследований.** В лаборатории посевных машин ФГБОУ ВО Самарской ГСХА для исследования влияния конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевального аппарата на продольную равномерность распределения семян была разработана методика посева трудносыпучих семян на движущуюся горизонтально-ячеистую платформу и лабораторная установка, позволяющая оценить качество его работы [4].

Платформа с горизонтальными ячейками располагается под выпускной воронкой высевального аппарата. Платформа приводится в движение от вала, кинематически связанного с электродвигателем лабораторной установки. Общая длина платформы составляла 3 м, а ее учетная часть – 2 м. Аппарат дозирует семена, заполняя ячейки (сектора) бегущей платформы. Все сектора имеют одинаковую длину и ширину (1 см), высота разделяющих стенок исключает перемешивание семян из разных ячеек.

После выключения лабораторной установки производится сбор семян через специальный вырез, выполненный в направляющей подвижной платформы. Из всех ячеек учетной длины платформы семена поочередно собираются в специальную тарированную емкость и взвешиваются с точностью до 0,01 грамма.

Разработанная технология оценки качества продольной равномерности посева по сравнению традиционным посевом на «бесконечную» липкую ленту [5] позволяет исключить порчу дорогостоящего семенного материала вследствие контакта семян со смазкой, покрывающей поверхность ленты. При этом в десятки раз сокращается расход посевного материала на проведение лабораторных исследований. Также значительно снижаются затраты труда и время на подсчет результатов каждого опыта.

**Результаты исследований.** В ходе предварительно проведенных расчетов и экспериментов были обоснованы постоянные параметры дисково-штифтового высевающего аппарата: высота подковырькового пространства – 10 мм; количество штифтов в ряду – 3 шт.; число рядов штифтов на дозирующем диске – 10 шт.; частота вращения диска – 15 мин<sup>-1</sup>; высота вылета штифтов над диском – 8 мм. Для проведения лабораторных исследований применяли трудносыпучие семена мятлика лугового. Каждый опыт включал в себя 3 повторности. В качестве изменяемых факторов были приняты следующие параметры направляющей шайбы:

- количество ступеней активатора ( $k$ ) 1, 2 и 3 шт.;
- высота ступенчатого сектора активатора ( $h$ ) 2, 4, 6 и 8 мм.

При обработке результатов опыта подсчитывали среднее квадратическое отклонение, а затем – коэффициент вариации  $\nu$  [6] массы семян в односантиметровых ячейках платформы:

$$\nu = \frac{S}{m_{cp}} \cdot 100\%,$$

где  $S$  – среднее квадратическое отклонение;  $m_{cp}$  – среднее арифметическое значение по выборке.

Результаты обработки опытов по исследованию зависимости качества продольного распределения семян от высоты активатора и количества его ступеней представлены на рисунке 1.

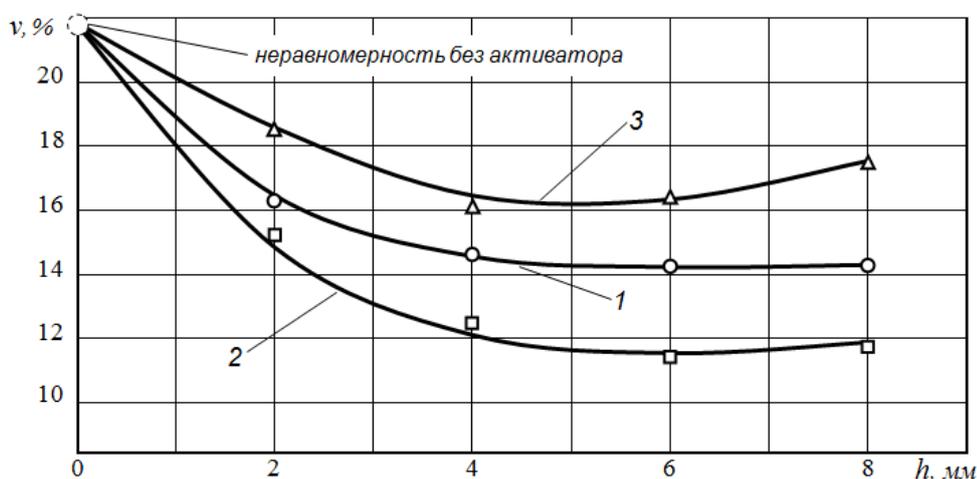


Рис. 1. Влияние высоты активатора на равномерность распределения семян:

1 – активатор с одной ступенью; 2 – активатор с двумя ступенями; 3 – активатор с тремя ступенями

По итогам проведения вышеописанного эксперимента и обработки полученных данных установлено, что наилучшее продольное распределение семян ( $\nu = 11,4\%$ ) было получено при работе высевающего аппарата, оборудованного активатором истечения с двумя восходящими ступенями, высота которых составляла 6 мм. Экспериментально было доказано, что изменение в большую сторону числа ступеней в области загрузочного отверстия до трех не снижает коэффициент вариации. Также было отмечено, что равномерность продольного распределения семян при  $h = 8$  мм во всех трех исполнениях ступенчатого активатора была хуже, чем при высоте ступеней 6 мм. Данный результат подтвердил предпосылку о возможном отрицательном влиянии излишне поднятых рабочих органов в виде подвижных штифтов в области выпуска семенного материала из бункера сеялки на продольную неравномерность распределения семян.

С целью определения оптимальных конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата были проведены экспериментальные исследования с применением теории многофакторного планирования [7].

При подготовке к эксперименту в качестве критерия оптимизации был принят коэффициент вариации массы семян в односантиметровых ячейках  $\nu$  (%), характеризующий качество продольного распределения семян мятлика лугового вдоль прохода сеялки. На качество дозирования трудносыпучих семян трав дисково-штифтовым высевающим аппаратом с активатором оказывают

влияние следующие параметры: частота вращения дозирующего диска; расстояние между высевальным диском и козырьком аппарата; число рядов и количество штифтов в ряду на диске; высота подъема рабочих органов (штифтов) над диском; форма и угол наклона линии, по которой располагаются штифты; количество ступеней на направляющей шайбе и место их расположения; высота ступеней. На основании проведенных лабораторных экспериментов и анализа процесса высева семян разработанным высевальным аппаратом было установлено, что наибольшее влияние на равномерность дозирования оказывают влияние: вылет штифтов  $l$  (от 4 мм до 8 мм); число ступеней активатора  $k$  (от 1 до 3); высота ступеней  $h$  (от 4 мм до 8 мм). Эти факторы были приняты в качестве варьируемых, остальные факторы были зафиксированы с постоянными значениями.

По результатам проведения полного факторного эксперимента, опытов в звездных точках и центре плана были определены коэффициенты регрессии и составлено уравнение второго порядка в кодовых переменных для значимых факторов:

$$Y = 12,12 - 0,756X_1 - 0,782X_2 + 0,425X_1X_2 + 0,667X_1^2 - 0,036X_2^2,$$

где  $Y$  – коэффициент вариации массы семян в односантиметровых ячейках;  $X_1$  – вылет штифтов;  $X_2$  – высота ступеней активатора.

В данное уравнение подставили переменные в натуральном виде. В результате математических преобразований уравнение регрессии второго порядка для коэффициента вариации приняло вид:

$$v = 37,668 - 5,952l - 1,882h + 0,2125lh + 0,3335l^2 + 0,018h^2.$$

По полученному уравнению была построена графическая зависимость равномерности распределения семян от вылета штифтов и высоты ступеней активатора в заданных интервалах варьирования (рис. 2).

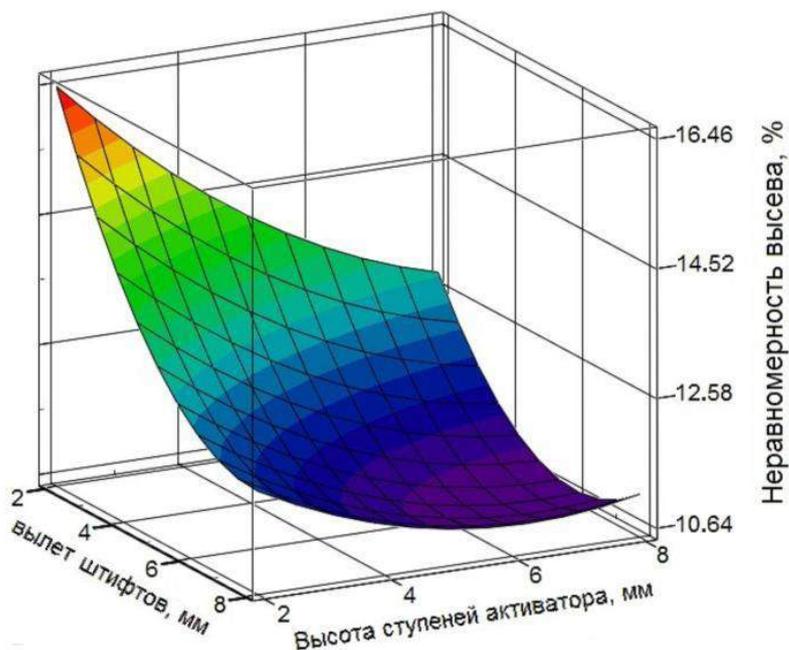


Рис. 2. Зависимость неравномерности высева от вылета штифтов и высоты ступеней активатора

С целью определения оптимальных параметров дисково-штифтового высевального аппарата было выполнено двухмерное сечение поверхности отклика, характеризующей равномерность продольного распределения семян мятлика лугового в зависимости от высоты ступеней активатора и вылета штифтов (рис. 3).

На основе анализа результатов проведенных исследований установлено, что наименьшая неравномерность высева семян вдоль рядка достигается при установке ступенчатого активатора

с двумя ступенями высотой 7,0...7,1 мм и вылете подвижных штифтов над диском 6,4 мм. Коэффициент вариации количества семян в односантиметровых ячейках при этом составляет 10,6 %.

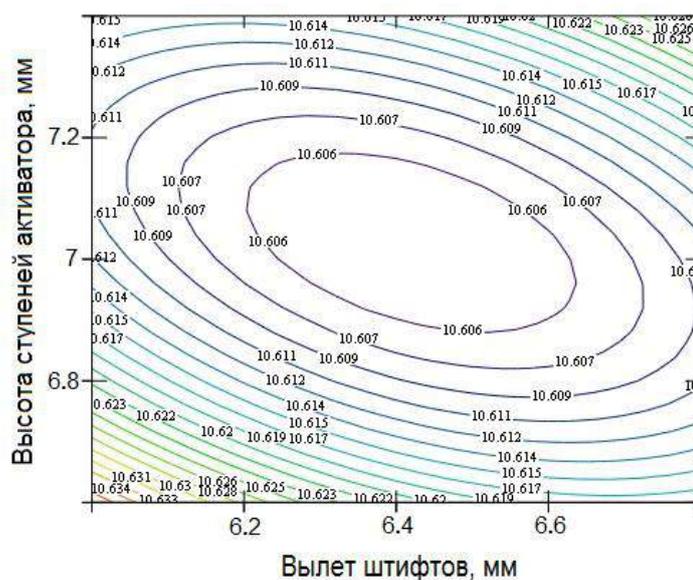


Рис. 3. Двухмерное сечение поверхности отклика

На основе анализа результатов проведенных исследований установлено, что наименьшая неравномерность высева семян вдоль ряда достигается при установке ступенчатого активатора с двумя ступенями высотой 7,0...7,1 мм и вылете подвижных штифтов над диском 6,4 мм. Коэффициент вариации количества семян в односантиметровых ячейках при этом составляет 10,6 %.

**Заключение.** Результаты экспериментальных исследований по оценке качества продольного распределения семян дисково-штифтовым высевальным аппаратом, выполненных с применением теории многофакторного планирования, показали, что за счет обоснования конструктивно-технологических параметров ступенчатого активатора истечения семенного материала из бункера равномерность распределения семян мятлика лугового вдоль ряда повышается по сравнению с дисково-штифтовым высевальным аппаратом без активатора.

#### Библиографический список

1. Гармаев, Ц. И. Совершенствование технологического процесса распределения семян при бороздочно-ленточном посеве зерновых культур : дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Гармаев Цыден Ирдынеевич. – Новосибирск, 2007. – 123 с.
2. Пат. 133677 Российская Федерация. МПК А01С 7/00. Высевальный аппарат / Савельев Ю. А., Крючин Н. П., Котов Д. Н., Крючин А. Н. – №2013121148/13 ; заявл. 07.05.2013 ; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.
3. Савельев, Ю. А. Оценка влияния активатора истечения на производительность дисково-штифтового высевального аппарата / Ю. А. Савельев, Н. П. Крючин, А. Н. Крючин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – Вып. 3. – С. 3-6.
4. Савельев, Ю. А. Лабораторная установка для изучения процесса работы дисково-штифтового высевального аппарата / Ю. А. Савельев, А. Н. Крючин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Часть I. Технологии и средства механизации производства и переработки продукции сельского хозяйства : мат. VI Международной науч.-практ. конф. – Ульяновск : ГСХА им. П. А. Столыпина, 2015. – С. 100-102.
5. Красильщиков, Е. В. Обоснование параметров пневмомеханической высевальной системы, обеспечивающей равномерное распределение семян зерновых культур : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Красильщиков Евгений Владимирович. – Омск, 2009. – 156 с.
6. ГОСТ 31345-2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний. – Введ. 2009-01-01. – М., 2008. – 54 с.
7. Попов, А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем : монография / А. А. Попов. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 296 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ БЕНЗИНОВОГО ВПРЫСКОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

**Уханов Денис Александрович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014 г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: penz\_gau@mail.ru

**Уханов Александр Петрович**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014 г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: penz\_gau@mail.ru

**Мухатаев Николай Афанасьевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Компьютерные технологии», ФГБОУ ВО Пензенский ГУ.

440026 г. Пенза, ул. Красная, 40.

E-mail: cnit@pnzgu.ru

**Перов Вадим Аркадьевич**, аспирант кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014 г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: penz\_gau@mail.ru

**Ключевые слова:** двигатель, режим, система, впрысковый, самостоятельный, автоматизированная.

*Цель исследований – улучшение работы бензинового впрыскowego (инжекторного) двигателя автотранспортных средств в режиме самостоятельного холостого хода путем корректирования состава топливовоздушной смеси за счет автоматизированной системы управления, обеспечивающей перенастройку (перепрограммирование) штатного контроллера двигателя на состав топливовоздушной смеси, соответствующий заданному скоростному режиму холостого хода. Статья посвящена решению проблемы, связанной с работой двигателя с инжекторным впрыском топлива на малых оборотах типового самостоятельного режима холостого хода (при остановках и стоянках автотранспортных средств с работающим двигателем), который из-за некачественного смесеобразования характеризуется ухудшенным протеканием рабочего процесса в цилиндрах. Разработан новый способ работы бензинового двигателя с инжекторным впрыском топлива в режиме самостоятельного холостого хода и автоматизированная система для его практической реализации, позволяющие корректировать состав топливовоздушной смеси за счет перепрограммирования штатного контроллера двигателя на состав топливовоздушной смеси, соответствующий заданному скоростному режиму холостого хода. Преимуществом данной системы является компактность, широкая доступность комплектующих изделий и возможность быстрого её подключения к цепи штатного контроллера двигателя. Исследования показывают, что применение автоматизированной системы управления работой впрыскowego двигателя в режиме самостоятельного холостого хода позволяет снизить минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала до 300-600 мин<sup>-1</sup>, эксплуатационный расход топлива – на 15-20%, содержание вредных веществ в отработавших газах – на 30-60% по сравнению с работой двигателя в штатной комплектации.*

Одним из недоработанных режимов поршневых впрысковых двигателей автотранспортных средств, с точки зрения топливной экономичности и экологической безопасности, является типовой режим самостоятельного холостого хода (РСХХ). На этом режиме автотранспортное средство стоит и полезная работа не выполняется, педаль акселератора отпущена, двигатель работает на малых частотах вращения коленчатого вала (к.в.), «вхолостую» сжигая моторное топливо. В зависимости от продолжительности работы двигателя на типовом РСХХ, назначения автотранспортного средства и природно-климатических условий эксплуатации непроизводительные потери топлива могут достигать 5-17% от израсходованного топлива. Кроме того, из-за некачественного смесеобразования при работе впрыскowego двигателя на типовом РСХХ в отработавших газах содержится значительно больше вредных веществ, чем при работе на других эксплуатационных режимах [1-3].

Однако этот безнагрузочный режим объективно присущ четырехтактным поршневым впрысковым двигателям, в которых рабочие процессы (впуск, сжатие, сгорание, расширение, выпуск) периодически повторяются, а переход к тяговому режиму автотранспортного средства при трогании с места осуществляется через РСХХ. Поэтому для улучшения показателей топливной экономичности и экологической безопасности впрыскового двигателя автотранспортного средства необходимо разработать новые способы его работы на РСХХ и технические средства для его реализации [4-8].

**Цель исследований** – улучшение работы бензинового впрыскового (инжекторного) двигателя автотранспортных средств в режиме самостоятельного холостого хода путем корректирования состава топливоздушной смеси за счет автоматизированной системы управления, обеспечивающей перенастройку (перепрограммирование) штатного контроллера двигателя на такой состав топливоздушной смеси, который соответствует заданному скоростному режиму холостого хода.

**Задачи исследований** – разработать структурную схему и конструктивный вариант исполнения автоматизированной системы управления работой бензинового впрыскового двигателя в режиме холостого хода.

**Результаты исследований.** Для улучшения работы поршневых двигателей при остановках и стоянках автотранспортных средств в РСХХ на кафедре «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ разработан способ, заключающийся в переводе работы двигателя при остановках и стоянках автотранспортных средств на экспериментальный РСХХ – автоматический режим периодически повторяющихся тактов включения и отключения подачи топлива или топливоздушной смеси в области пониженных частот вращения к.в. за счет управляющих воздействий на органы топливоподачи (или топливо-, воздухоподачи) [9-16]. Применительно к двигателю с инжекторным впрыском топлива этот способ заключается в корректировании состава топливоздушной смеси за счет автоматического перепрограммирования штатного контроллера двигателя.

Для практической реализации предлагаемого способа разработана автоматизированная система управления (АСУ) работой впрыскового (инжекторного) двигателя в РСХХ (рис. 1), состоящая из электронного блока управления и датчиков положения (ДП) органов управления автомобилем (рычага переключения передач и педали сцепления). Электронный блок АСУ включает микроконтроллер (МК), адаптер последовательного канала (АПК), задатчик (ЗЧВ) уровня частоты вращения к.в. двигателя на холостом ходу (позиционный переключатель) и стабилизатор напряжения (СТН).

Стабилизатор СТН формирует напряжение питания микроконтроллера в пределах  $5В \pm 10\%$ , а задатчик ЗЧВ формирует код уставки частоты вращения к.в. на холостом ходу. Датчики положения ДП формируют сигнал для микроконтроллера МК при установке рычага переключения передач в нейтральное положение и отпущенной педали сцепления. Микроконтроллер МК предназначен для записи новой уставки частоты вращения к.в. на холостом ходу и передачи ее в штатный контроллер двигателя с инжекторным впрыском топлива.

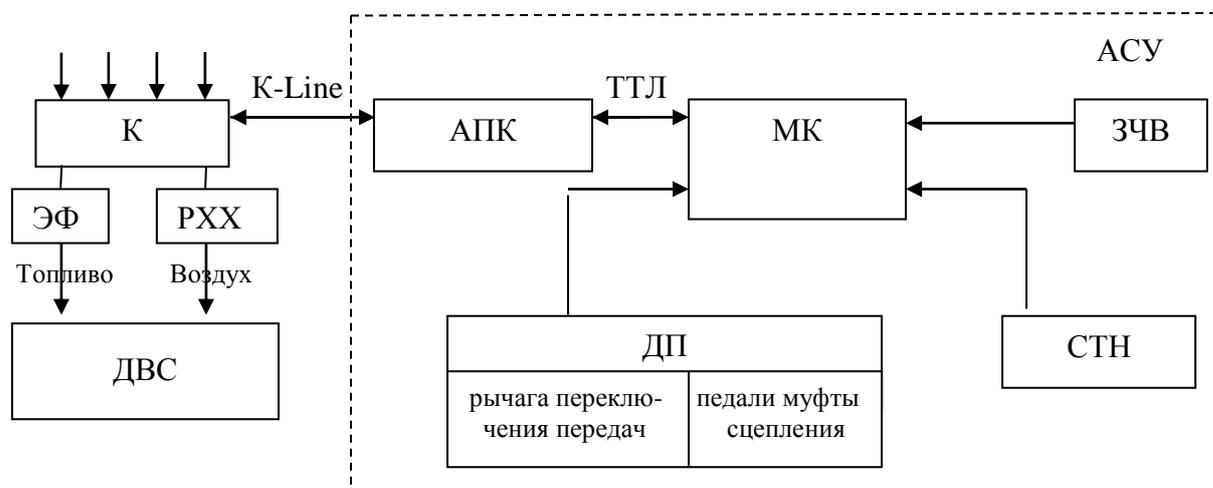


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического управления впрыскового двигателя (наименование позиций в тексте)

Микроконтроллер МК выполнен на базе однокристальной микроЭВМ, которая принимает управляющие сигналы, реализует все логические и арифметические операции, осуществляет при передаче информации преобразование параллельного формата в последовательный и последовательного формата в параллельный при приеме передачи, обрабатывает протокол обмена информацией между штатным контроллером двигателя и микроконтроллером АСУ. Микроконтроллер МК работает в режиме ожидания и обмена информацией.

Адаптер последовательного канала АПК предназначен для преобразования уровней сигналов между стандартом линии связи ТТЛ и стандартом линии связи K-Line.

Принцип работы АСУ заключается в следующем. После включения питания происходит инициализация всех задействованных в работе внутренних компонентов микроконтроллера МК. По завершении инициализации микроконтроллер переходит в состояние ожидания сигнала с датчиков положения органов управления автотранспортным средством. Активный уровень сигнала датчиков переводит АСУ в состояние обмена информацией со штатным контроллером двигателя, при этом микроконтроллер АСУ пересылает в контроллер двигателя новую уставку частоты вращения к.в. на холостом ходу. Новая уставка частоты вращения к.в. двигателя предварительно задается путем ручного включения той или иной позиции на переключателе (300, 400, 500 или 600 мин<sup>-1</sup>).

В состоянии обмена информацией микроконтроллер АСУ считывает код (К) уставки частоты вращения к.в. с задатчика ЗЧВ и начинает устанавливать связь со штатным контроллером двигателя. Установив связь, МК запрашивает текущую уставку частоты вращения к.в. на холостом ходу  $n_{x_{\text{Тек}}}$ . После получения уставки вычисляется значение новой уставки частоты вращения к.в.  $n_{x_{\text{Х}}}$  по зависимости:

$$n_{x_{\text{Х}}} = n_{x_{\text{Тек}}} - K \cdot 100.$$

Рассчитанное значение уставки пересылается микроконтроллером АСУ в штатный контроллер двигателя, который ответной посылкой подтверждает получение новой уставки.

Все время, пока датчиками положения органов управления автотранспортным средством формируется активный уровень сигнала управления, двигатель работает на пониженной (вновь заданной) частоте вращения к.в. на холостом ходу. Сброс управляющего сигнала приводит к тому, что микроконтроллер АСУ пересылает в штатный контроллер двигателя посылку с заданием на сброс записанной уставки и возврат к типовому режиму работы двигателя на холостом ходу. После этой передачи МК возвращается в состояние ожидания сигнала с датчиков положения органов управления. Таким образом, состояния ожидания и обмена циклически сменяют друг друга в зависимости от состояния сигнала управления.

Все сообщения между микроконтроллером АСУ и штатным контроллером двигателя производятся через адаптер – последовательный канал связи. Количество байт в каждом сообщении и значения каждого байта регламентированы и определены протоколом обмена. После выдачи каждого очередного сообщения МК переходит в режим приема. Всякий прием данных завершается по тайм-ауту. В процессе обмена активным является микроконтроллер АСУ, в то время как штатный контроллер двигателя формирует только ответы на запросы МК. Если принятые ответы не соответствуют заданным по числу или значениям байт, то МК переходит в режим установления связи.

Таким образом, у бензиновых впрысковых двигателей с одноточечным или распределенным впрыском топлива за счет обмена информацией между микроконтроллером АСУ и штатным контроллером двигателя происходит перенастройка (перепрограммирование) последнего на более обедненный состав топливоздушная смеси, необходимый для конкретной частоты вращения к.в. РСХХ.

Микроконтроллер МК собран на основе микросхемы фирмы Atmel в корпусе с расширенным температурным интервалом эксплуатации. Он содержит восьмиразрядный центральный процессор, резидентную флеш-память программ объемом 2 кбайта, резидентную память данных объемом 256 байт, два встроенных восьмиразрядных порта ввода-вывода, два 16-разрядных таймера-счетчика, последовательный интерфейс, блок прерываний на пять векторов. Из внутренних встроенных компонентов микроконтроллера используются таймер-счетчик Т/С1, последовательный интерфейс, разряды порта P1 и порта P3. Таймер-счетчик работает в режиме обмена информацией (восьмиразрядный счетчик с автоперезагрузкой) и задает скорость обмена последовательного

интерфейса. Последовательный интерфейс настроен на работу в режиме ожидания. В этом режиме он является асинхронным приемопередатчиком, формат передаваемого слова содержит стартовый бит, восемь разрядов данных, один стоповый бит.

Адаптер последовательного канала АПК построен на двух транзисторах, триггере Шмидта и стабилизаторе. Схема защищает вход МК от возможных импульсных помех, возникающих в бортовой сети автотранспортного средства, и надежно формирует низкий уровень входного сигнала. Стабилизатор напряжения СТН реализован на микросхеме.

Программное обеспечение микроконтроллера АСУ включает следующие основные модули:

1. Модуль начальной инициализации системы, осуществляющий задание режима работы и скорости передачи последовательного интерфейса, формирование постоянных байт исходящих и входящих посылок.

2. Модуль передачи посылки, в котором обрабатывается передача предварительно заданного количества байт по последовательному каналу в штатный контроллер двигателя.

3. Модуль приема посылки из штатного контроллера двигателя. Завершение приема осуществляется по тайм-ауту.

4. Модуль установления связи между микроконтроллером АСУ и штатным контроллером двигателя, в процессе работы которого МК и контроллер двигателя пересылают друг другу по две посылки заданного содержания.

5. Главный модуль программы, в котором опрашивается состояние датчиков положения органов управления автомобилем, считывается положение задатчика уставки (уровня) частоты вращения к.в. на холостом ходу, устанавливается связь со штатным контроллером двигателя, запрашивается и принимается текущая уставка частоты вращения к.в. на холостом ходу, рассчитывается новая уставка частоты вращения к.в., которая передается в штатный контроллер двигателя.

Микроконтроллер МК имеет следующие основные характеристики:

- модель контроллера двигателя – «Январь 5.1», М1.5.4, М1.5.4N;
- тип линии связи «Микроконтроллер АСУ-Контроллер двигателя» – однопроводная K-Line;
- формат пересылаемых данных – последовательный асинхронный;
- скорость передачи данных – 10,4 кбод (кбит/с);
- напряжение питания –  $12 \pm 3В$ ;
- ток потребления – 25 мА.

Конструктивно электронный блок АСУ выполнен в виде одноплатного автономного блока 1 (рис. 2) с элементами МК и со встроенным позиционным переключателем, имеет зажимы 2 и колодку 3 подключения внешних цепей (к источнику питания и контроллеру двигателя). Колодка 3 вставляется в диагностический разъем автомобиля, а зажимы 2 закрепляются на клеммах аккумуляторной батареи.

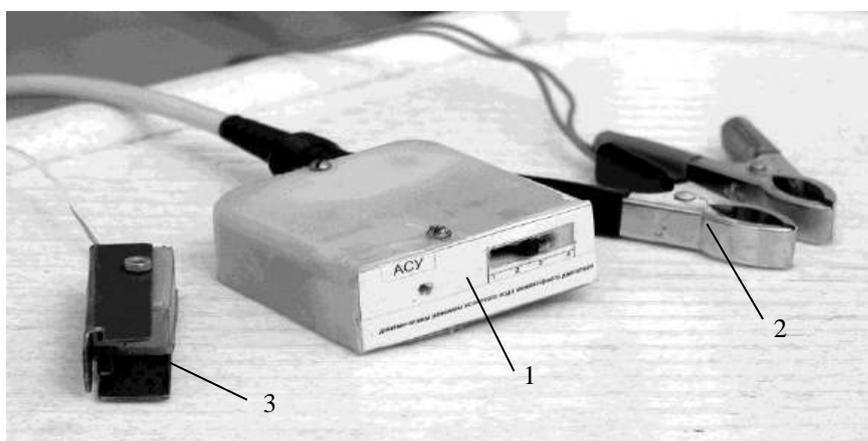


Рис. 2. Общий вид автоматизированной системы управления работой впрыскового двигателя на экспериментальном режиме самостоятельного холостого хода (наименование позиций в тексте)

Подключение электронного блока АСУ к контроллеру двигателя и аккумуляторной батарее автомобиля ВА3-2112 обеспечило стабильную работу двигателя ВА3-2111 в экспериментальном РСХХ на пониженных частотах вращения к.в. 600, 500, 400 и 300 мин<sup>-1</sup> путем перепрограммирования штатного контроллера на тот состав топливовоздушной смеси, который требуется для устойчивой работы двигателя на том или ином скоростном режиме.

Исследования показывают, что при работе двигателя в экспериментальном РСХХ на частоте вращения к.в. 500-600 мин<sup>-1</sup>, по сравнению с типовым РСХХ, эксплуатационный расход топлива снижается на 15-20%, а содержание вредных веществ в отработавших газах – на 30-60%.

**Заключение.** Разработан новый способ работы бензинового двигателя с инжекторным впрыском топлива в РСХХ и автоматизированная система для его практической реализации, позволяющие корректировать состав топливовоздушной смеси за счет перепрограммирования штатного контроллера двигателя на состав топливовоздушной смеси, соответствующий заданному скоростному режиму холостого хода. Преимуществом данной системы является компактность, широкая доступность комплектующих изделий и возможность быстрого её подключения к цепи штатного контроллера двигателя.

#### Библиографический список

1. Экономия топлива при эксплуатации автотракторных средств на холостом ходу / А. П. Уханов, С. В. Тимохин, Д. А. Уханов, А. М. Данилин // Новые промышленные технологии. – 2004. – №2. – С. 26-27.
2. Уханов, А. П. Улучшение работы автомобилей с карбюраторными двигателями на холостом ходу / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. Ф. Глебов // Новые промышленные технологии. – 2005. – №2. – С. 37-42.
3. Уханов, Д. А. Новая концепция работы двигателей автотракторной техники на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов // Вестник Московского госагроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2008. – №2 (27). – С. 100-102.
4. Пат. 2170914 Российская Федерация, МПК G 01 M 15/00, F 02 D 41/16, 17/04. Способ снижения эксплуатационного расхода топлива силовой установкой и устройство для его осуществления / Тимохин С. В., Уханов А. П., Николаенко А. В. [и др.]. – №2000100194/06 ; заявл. 05.01.2000 ; опубл. 20.07.2001, Бюл. № 20.
5. Пат. 2204730 Российская Федерация, МПК 7F 02 D 41/16, 17/04, G 01 M 15/00. Способ управления работой транспортного двигателя внутреннего сгорания на режиме динамического холостого хода и устройство для его осуществления / Уханов А. П., Тимохин С. В., Уханов Д. А., Тимохин А. С. – №2001112308/06 ; заявл. 04.05.2001 ; опубл. 20.05.2003, Бюл. № 14.
6. Пат. 2302542 Российская Федерация, МПК F 02 D 41/02, F 02 D 41/10. Система автоматического управления карбюраторным двигателем в режиме холостого хода / Уханов А. П., Уханов Д. А., Глебов М. Ф. – №2006105176/06 ; заявл. 20.02.2006 ; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19.
7. Пат. 2451810 РФ, МПК F 02 F 1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Уханов Д. А., Хохлов А. Л., Салахутдинов И. Р., Хохлов А. А. – №2011100391/06 ; заявл. 11.01.2011 ; опубл. 27.05.2012, Бюл. № 15. – 5 с.
8. Пат. 2460897 РФ, МПК F 02 D 41/16. Способ управления работой карбюраторного двигателя на динамическом режиме самостоятельного холостого хода / Уханов А. П., Уханов Д. А., Уханов М. А. – №2011109825/06 ; заявл. 15.03.2011 ; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 5 с.
9. Уханов, Д. А. Устройство для работы автомобильного дизеля в динамическом режиме холостого хода / Д. А. Уханов, А. П. Уханов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей II Международной НПК. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – С. 3-7.
10. Уханов, Д. А. Математическое описание процесса управления топливоподачей дизеля автотракторной техники в динамическом режиме самостоятельного холостого хода / Д. А. Уханов, А. П. Уханов // Научное обозрение. – 2015. – №3. – С. 38-43.
11. Уханов, Д. А. Экспериментальная установка для исследования дизеля на безнагрузочных режимах / Д. А. Уханов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей II Международной НПК. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – С. 88-93.
12. Уханов, Д. А. Расчетно-теоретическое обоснование показателей рабочего процесса карбюраторного двигателя в экспериментальном режиме холостого хода / Д. А. Уханов, А. П. Уханов, М. Ф. Глебов // Научное обозрение. – 2015. – №4. – С. 56-62.
13. Уханов, Д. А. Улучшение эксплуатационных показателей автотракторных дизелей в режиме холостого хода / Д. А. Уханов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сборник статей II Международной НПК. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – С. 93-98.

14. Уханов, Д. А. Показатели рабочего процесса карбюраторного двигателя на типовом и экспериментальном режиме самостоятельного холостого хода / Д. А. Уханов, А. П. Уханов, М. Ф. Глебов // Нива Поволжья. – 2015. – №2 (35). – С. 99-105.

15. Уханов, А. П. Алгоритмы функционирования и конструктивные варианты исполнения системы автоматического управления подачей топливовоздушной смеси на экспериментальном режиме самостоятельного холостого хода карбюраторного двигателя / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. Ф. Глебов // Нива Поволжья. – 2015. – №1 (34). – С. 71-78.

16. Уханов, Д. А. Закономерности перемещения клапана системы холостого хода карбюратора при работе двигателя на экспериментальном безнагрузочном режиме / Д. А. Уханов, А. П. Уханов, А. В. Гущин // Научное обозрение. – 2016. – №23. – С. 57-61.

DOI 10.12737/18608

УДК 621.436

## ВЛИЯНИЕ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

**Быченин Александр Павлович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: tia\_sci\_ssaa@mail.ru

**Володько Олег Станиславович**, канд. техн. наук, зав. кафедрой «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: tia\_sci\_ssaa@mail.ru

**Ерзамаев Максим Павлович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: tia\_sci\_ssaa@mail.ru

**Сазонов Дмитрий Сергеевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: tia\_sci\_ssaa@mail.ru

**Ключевые слова:** биокomпонент, жирнокислотный, кислота, олеиновая, присадка, противоизносная.

*Цель исследований – повысить противоизносные свойства дизельного топлива введением малых (до 10% по объему) доз олеиновой кислоты, применяемой в качестве противоизносной присадки. Приведены методика и результаты оценки жирнокислотного состава растительных масел, используемых в качестве компонентов смесевых топлив, которые показали, что все они содержат значительное количество ненасыщенных жирных кислот – олеиновой, линолевой и линоленовой. По результатам исследования выдвинута гипотеза о возможности использования в качестве противоизносной присадки к дизельному топливу олеиновой кислоты. Для подтверждения гипотезы были проведены поисковые исследования противоизносных свойств товарного летнего дизельного топлива с присадкой олеиновой кислоты. Исследования проводились на универсальном трибометре типа ТУ на четырехшариковом узле трения. Концентрация олеиновой кислоты в топливе менялась от 0 до 10% по объему с шагом в 2%. Нагрузка, частота вращения шпинделя и материал деталей узла трения не изменялись. Исследования показали, что, например, при концентрации олеиновой кислоты 2% по объему средний диаметр пятна износа снизился на 17,7% (с 0,508 мм при использовании дизельного топлива без добавок до 0,418 мм при добавлении 2% олеиновой кислоты). При концентрации олеиновой кислоты 4% средний диаметр пятна износа снизился на 22,9% от первоначального. При дальнейшем увеличении концентрации олеиновой кислоты (6, 8 и 10% по объему) снижение диаметра пятна износа составило соответственно 21,6, 18,9 и 13,7%, т.е. при повышении концентрации олеиновой кислоты свыше 4% противоизносные свойства дизельного топлива ухудшаются, что связано, по-видимому, с возникновением в сопряжении эффекта Ребиндера. Установлено, что для значительного повышения противоизносных свойств товарного летнего дизельного топлива достаточно ввести в его состав 2-4% олеиновой кислоты по объему. Дальнейшее увеличение концентрации противоизносной присадки приводит к снижению эффекта от ее использования.*

В настоящее время основу машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве Российской Федерации составляют мобильные энергетические средства (тракторы и автомобили), оснащенные дизельными двигателями внутреннего сгорания. Данные двигатели потребляют топливо минерального происхождения, в частности, малосернистые летние дизельные топлива, трибологические свойства которых, в частности, противоизносные, не обеспечивают длительного ресурса прецизионных пар топливной аппаратуры всех типов. Данное утверждение справедливо как для аппаратуры непосредственного действия, так и для более совершенной топливоподающей аппаратуры (ТПА) типа Common Rail или насос-форсунок с электромагнитными клапанами. Одним из способов решения данной задачи является использование смесевых минерально-растительных топлив, позволяющих повысить ресурс дизельной ТПА за счет оптимизации режима трения в прецизионных парах. Данному вопросу посвящено значительное количество научных работ. Результаты исследований [1, 5] показали, что использование рапсового масла в качестве компонента смесевого топлива (до 30% по объему) позволяет повысить ресурс прецизионных пар дизельной ТПА непосредственного действия. Противоизносные свойства растительных масел оценивались в работах [2, 3]. Вопрос использования малых (до 10% по объему) доз растительных масел в качестве противоизносных присадок затронут в работах [4, 6]. Например, в работе [4] было рассмотрено влияние рыжикового масла в количестве до 10% по объему на трибологические свойства смесевого минерально-растительного топлива, а в работе [6] – горчичного, льняного и рапсового масел. Все эти масла характеризуются наличием в их составе значительного количества ненасыщенных жирных кислот, являющихся природными поверхностно-активными веществами (ПАВ), способными образовывать на поверхностях трения демпфирующую пленку [1]. Однако вопросу использования в качестве противоизносных присадок к дизельному топливу отдельных ненасыщенных жирных кислот уделено мало внимания. Обычно оценивается действие комплекса таких веществ, как в вышеприведенных примерах. Таким образом, существует актуальная научная проблема повышения трибологических, в частности, противоизносных, свойств товарных дизельных топлив. Одним из наиболее распространенных способов ее решения является введение в состав топлива противоизносной присадки. В контексте данной работы в роли противоизносной присадки может выступать ненасыщенная жирная кислота органического происхождения, например, олеиновая.

**Цель исследований** – повысить противоизносные свойства товарного летнего дизельного топлива введением малых (до 10% по объему) доз ненасыщенных жирных кислот, в частности, олеиновой.

**Задачи исследований** – экспериментально оценить жирнокислотный состав растительных масел, применяемых в качестве биокомпонентов смесевых топлив; обосновать рациональный выбор ненасыщенной жирной кислоты для использования в качестве противоизносной присадки к дизельному топливу; экспериментально оценить влияние ненасыщенных жирных кислот, в частности, олеиновой, на диаметр пятна износа при испытаниях на универсальном трибометре типа ТУ на примере топлив с концентрацией присадки до 10% по объему.

**Материалы и методы исследований.** Влияние биокомпонентов на трибологические свойства смесевых топлив подтверждено экспериментально, в работах [1, 5] приведено теоретическое обоснование влияния биокомпонентов на режим трения в сопряжениях топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей. Согласно этим источникам, на режим трения значительно влияют жирные органические кислоты, являющиеся природными поверхностно-активными веществами ввиду ярко выраженной полярности молекул и, как следствие, способности образовывать моно- и полимолекулярные демпфирующие слои на поверхностях трения. Данные слои препятствуют внедрению в материал деталей абразивных частиц, что ведет к уменьшению абразивного изнашивания ресурсопределяющих прецизионных пар топливной аппаратуры. Они же снижают усталостное воздействие от знакопеременных циклических нагрузок ввиду большой прочности на сжатие. Как показали исследования, например [6], для проявления этого эффекта достаточно относительно небольшой (до 10% по объему) концентрации биокомпонента.

Изучению элементного состава растительных масел посвящено достаточно большое количество исследований, например, жирнокислотный состав масла, полученного из рапса сорта Галант, приведен в работе [5]. Однако в текущей работе используются масла, подвергнутые

предварительной химической обработке и очистке в процессе подготовки для использования в технических целях. Процентное содержание основных компонентов в них может отличаться от состава исходных масел-сырцов, поэтому в соответствии с первой задачей в процессе эксперимента определялся жирнокислотный состав горчичного, льняного, рыжикового, соевого и рапсового масел. Исследования проводились на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором Shimadzu GS-2010 по стандартизированной методике ГОСТ 30418 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава». В качестве примера на рисунке 1 приведена характерная хроматограмма рапсового масла, в таблице 1 – результаты ее программной обработки.

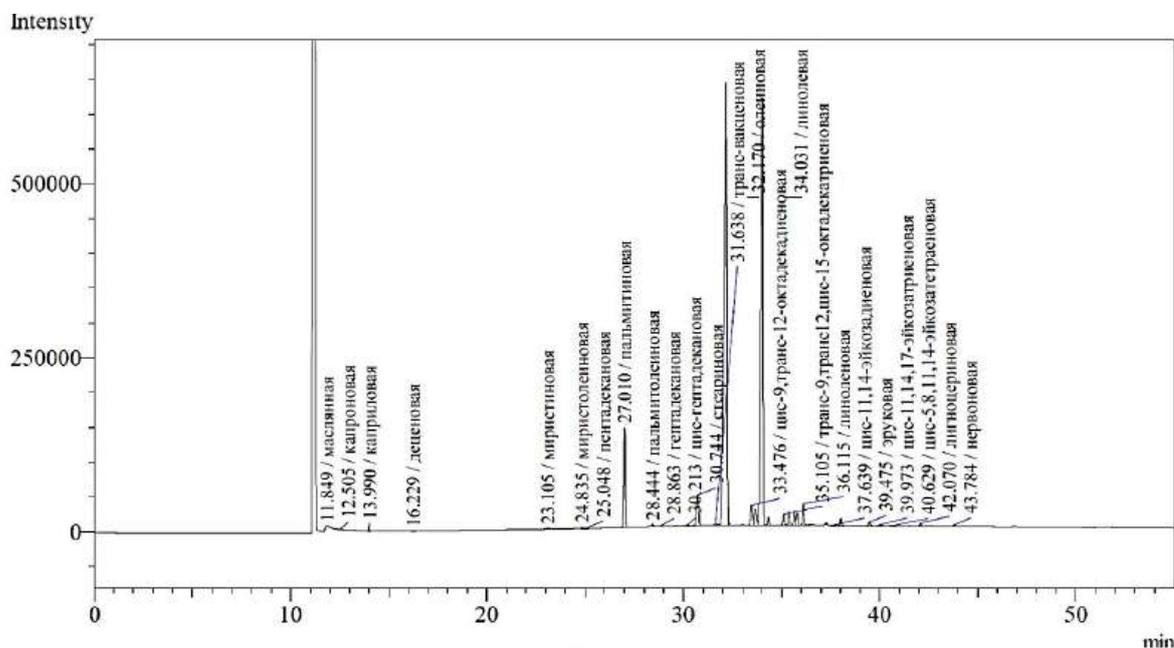


Рис. 1. Хроматограмма рапсового масла

Таблица 1

Таблица пиков – Канал 1

Пик, №	Время удерж.	Площадь	Высота	Конц.	Единицы	Имя
1	2	3	4	5	6	7
1	11,849	1647	486	0,013	%	маслянная
2	12,505	-3	-10	-0,000	%	капроновая
3	13,990	392	134	0,003	%	каприловая
4	16,229	695	175	0,005	%	деценовая
5	23,105	7680	1609	0,060	%	миристиновая
6	24,835	2518	1700	0,020	%	миристолеиновая
7	25,048	2303	476	0,018	%	пентадекановая
8	27,010	721641	143002	5,618	%	пальмитиновая
9	28,444	17890	3746	0,139	%	пальмитолеиновая
10	28,863	4825	926	0,038	%	гептадекановая
11	30,213	4502	920	0,035	%	цис-гептадекановая
12	30,744	329837	43456	2,568	%	стеариновая
13	31,638	23285	1629	0,181	%	транс-вакценовая
14	32,170	5833628	636581	45,414	%	олеиновая
15	32,257	164244	61124	1,279	%	цис-вакценовая
16	32,837	193	49	0,002	%	линозлаидиновая
17	33,476	188613	28169	1,468	%	цис-9, транс-12-окт.
18	33,675	187508	22696	1,460	%	транс-9, цис-12-окт.
19	34,031	4586256	618254	35,703	%	линолевая
20	34,337	58379	12082	0,454	%	арахиновая
21	35,105	84333	16035	0,657	%	транс-9, транс12, цис.
22	35,381	105085	20150	0,818	%	гамма-линоленовая
23	35,657	117616	21641	0,916	%	цис-11-эйкозеновая

1	2	3	4	5	6	7
24	35,806	102567	17635	0,798	%	транс-9,цис-12, цис.
25	36,115	157354	31249	1,225	%	линоленовая
26	36,455	15956	1284	0,124	%	генийкозановая
27	37,639	3928	826	0,031	%	цис-11,14-эйкозад.
28	38,025	54222	10554	0,422	%	бегеновая
29	39,475	29317	5189	0,228	%	эруковая
30	39,973	4922	921	0,038	%	цис-11,14,17-эйкоз.
31	40,629	2908	524	0,023	%	цис-5,8,11,14-эйкоз.
32	42,070	22324	3985	0,174	%	лигноцериновая
33	43,784	8844	1449	0,069	%	нервоновая
Сумма		12845409	1708646			

Анализ таблицы 1 показал, что в составе исследованного рапсового масла основными кислотами (с суммарной массовой долей более 70%) являются олеиновая (массовая доля 45,4%) и линолевая (35,7%). Остальные компоненты относятся либо к второстепенным, либо к минорным (следовым). Анализ результатов исследования жирнокислотного состава льняного, горчичного, рыжикового и соевого масел показал, что в рыжиковом масле помимо олеиновой и линолевой в число главных входит также линоленовая кислота. Обобщенный жирно-кислотный состав, учитывающий массовую долю главных кислот исследованных биокомпонентов, представлен в таблице 2.

Таблица 2

## Жирно-кислотный состав биокомпонентов смесевых топлив

№ п/п	Биокомпонент	Жирная кислота	Массовая доля, %
1	Рапсовое масло	Олеиновая	45,4
		Линолевая	35,7
		Линоленовая	1,2
2	Рыжиковое масло	Олеиновая	22,5
		Линолевая	19,6
		Линоленовая	14,8
3	Горчичное масло	Олеиновая	43,5
		Линолевая	31
		Линоленовая	1,1
4	Льняное масло	Олеиновая	21,6
		Линолевая	22,7
		Линоленовая	1,8
5	Соевое масло	Олеиновая	24,4
		Линолевая	54,1
		Линоленовая	1,1

Наибольшую массовую долю в исследованных маслах имеют ненасыщенные жирные кислоты – олеиновая и линолевая, являющиеся природными поверхностно-активными веществами (табл. 2). Результат анализа данных, полученных в ходе исследования жирнокислотного состава растительных компонентов смесевых топлив, – в соответствии со второй задачей была выдвинута гипотеза, что данные ненасыщенные жирные кислоты могут использоваться в качестве самостоятельных противоизносных присадок к товарному дизельному топливу. Однако анализ коммерческих предложений на территории РФ через сеть Интернет показал, что линолевая и линоленовая кислоты в основном реализуются в качестве биологических активных добавок (БАД) и имеют высокую различную стоимость. Олеиновая же кислота, предназначенная для технических целей, производится в промышленных объемах, реализуется как оптом, так и в розницу, и оптовые цены составляют 50...60 руб. за килограмм, что сравнимо с оптовыми ценами на рапсовое и соевое нерафинированные масла (от 42 руб. за кг), дешевле горчичного (от 80 руб. за кг), рыжикового (от 100 руб. за кг) и льняного (от 100 руб. за кг) масел. Анализ оптовых цен производился по данным ресурса «Флагма – Бизнес объявления России» на 08.09.2017 года. Таким образом, рационально выбрать в качестве противоизносной присадки к товарному летнему дизельному топливу олеиновую кислоту.

**Результаты исследований.** В соответствии с целью исследования в процессе эксперимента выявлялось повышение противоизносных свойств дизельного топлива при использовании олеиновой кислоты в качестве противоизносной присадки. Объект исследования – процесс смазывания прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры при применении олеиновой кислоты в качестве противоизносной присадки к дизельному топливу. Предмет исследования – взаимосвязь параметров процесса работы топливной аппаратуры при применении топлива с присадкой олеиновой кислоты, условия трения в сопряжениях прецизионных пар, изнашивание их деталей.

Суть предложенного способа повышения трибологических свойств, в частности, противоизносных, товарного дизельного топлива состоит в создании более благоприятного режима смазывания сопряжения образованием на поверхностях трения демпфирующих пленок органического ПАВ, которым является олеиновая кислота. В учебно-научно-исследовательской лаборатории «Повышение надежности и эффективности механических систем» ФГБОУ ВО Самарской ГСХА были проведены поисковые исследования товарного летнего дизельного топлива с концентрацией олеиновой кислоты до 10% по объему, которые подтвердили ранее выдвинутую гипотезу.

Исследования проводились на универсальном трибометре типа ТУ по следующей методике: время опыта 900 с; частота вращения приводного вала 580 мин<sup>-1</sup>; нагрузка 450±5 Н; концентрация олеиновой кислоты от 0 до 10% с шагом 2%. Схема работы – четырехшариковый узел трения. Отличия методики испытаний от приведенной в работе [6] состояли в повышении жесткости опоры обоймы с неподвижными шариками, а также в принудительной фиксации патрона трибометра для снижения демпфирования нагрузки и колебаний в приводе подвижного шарика. В результате удельное давление в сопряжении было увеличено, что привело к увеличению диаметров пятен износа. Контролируемый параметр – средний диаметр пятна износа неподвижных шариков, мм. В каждом цикле испытаний использовались одни и те же шарики, которые выдерживались в испытуемой смазочной среде не менее одного часа. Оценивался средний диаметр пятна износа, измеренный на трех неподвижных шариках в двух взаимоперпендикулярных направлениях на каждом. Измерения проводились при помощи оптического микроскопа МБС-1. Испытаниям подвергались: дизельное летнее топливо с присадкой олеиновой кислоты (концентрация биокомпонента 2, 4, 6, 8 и 10% по объему); контрольный замер: дизельное летнее топливо.

Помимо собственно среднего диаметра пятна износа неподвижных шариков оценивался также параметр  $\Delta$ , характеризующий прирост изменения диаметра пятна износа в процентах. За точку отсчета принят средний диаметр пятна износа, полученный при испытании на летнем дизельном топливе. В таблице 3 представлена обработка серии опытов с олеиновой кислотой. Графически полученные зависимости представлены на рисунке 2.

Таблица 3

Результаты исследования дизельного летнего топлива с присадкой олеиновой кислоты

№ опыта	№ шара	d, мм	d <sub>ср</sub> , мм	Изменение параметра $\Delta$ , %	Концентрация присадки, %
1	1	0,51; 0,49	0,508	0	0
	2	0,49; 0,50			
	3	0,54; 0,52			
2	1	0,43; 0,41	0,418	<17,7	2
	2	0,41; 0,41			
	3	0,43; 0,42			
3	1	0,40; 0,39	0,392	<22,9	4
	2	0,37; 0,39			
	3	0,51; 0,39			
4	1	0,39; 0,40	0,398	<21,6	6
	2	0,40; 0,40			
	3	0,41; 0,39			
5	1	0,42; 0,40	0,412	<18,9	8
	2	0,40; 0,40			
	3	0,42; 0,43			
6	1	0,45; 0,44	0,438	<13,7	10
	2	0,44; 0,44			
	3	0,44; 0,42			

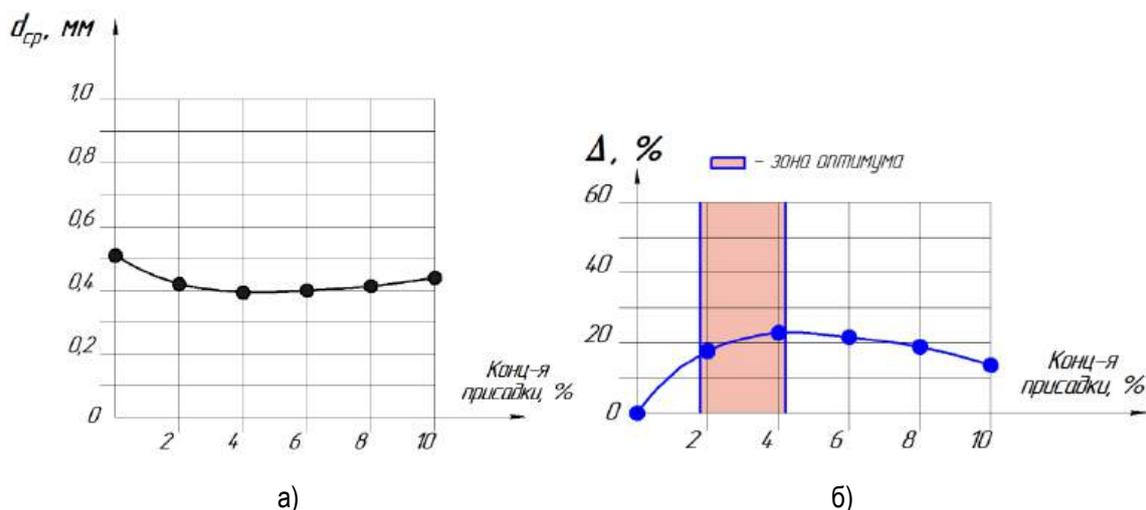


Рис. 2. Результаты испытаний дизельного летнего топлива с присадкой олеиновой кислоты на универсальном трибометре типа ТУ:

- а) зависимость среднего диаметра пятна износа от концентрации присадки;  
 б) зависимость изменения параметра  $\Delta$  (%) от концентрации присадки

Из анализа результатов исследований, представленных графиком зависимости среднего диаметра пятна износа от концентрации присадки (рис. 2, а), можно сделать вывод, что средний диаметр пятна износа уменьшается по сравнению с товарным летним дизельным топливом при использовании в качестве противоизносной присадки олеиновой кислоты. Однако зависимость среднего диаметра пятна износа от концентрации присадки не является обратно пропорциональной и линейной. Из графика видно, что сильнее всего (в среднем на 0,09 мм) диаметр пятна износа уменьшается уже при концентрации олеиновой кислоты 2% по объему. С дальнейшим ростом концентрации присадки уменьшение среднего диаметра пятна износа уже не так значительно – на 0,026 мм от предыдущего результата при концентрации 4% олеиновой кислоты по объему, а при еще большем увеличении концентрации присадки (6, 8 и 10%) наблюдается увеличение диаметра пятна износа. Анализ зависимости изменения параметра  $\Delta$  (%) (рис. 2, б) подтверждает этот вывод: наибольший прирост изменения среднего диаметра пятна износа приходится на диапазон от 2 (изменение параметра  $\Delta=17,7\%$ ) до 4% ( $\Delta=22,9\%$ ) олеиновой кислоты по объему. При концентрации олеиновой кислоты 6% параметр  $\Delta=21,6\%$ , при концентрации 8%  $\Delta=18,9\%$ , а при концентрации олеиновой кислоты 10%  $\Delta=13,7\%$ . Данное явление может быть объяснено проявлением эффекта адсорбционного понижения прочности кристаллического твердого тела в жидкой среде, состоящей из поверхностно-активного вещества (эффект Ребиндера). Таким образом, можно предположить, что уже при концентрации олеиновой кислоты 2-4% по объему происходит образование демпфирующего слоя органических ПАВ на поверхностях трения, препятствующего их изнашиванию. Дальнейшее увеличение концентрации олеиновой кислоты с точки зрения улучшения трибологических свойств дизельного летнего топлива нерационально.

**Закключение.** В статье приведены результаты лабораторных исследований, подтверждающие повышение трибологических свойств, в частности, противоизносных, дизельного летнего топлива, содержащего в качестве противоизносной присадки поверхностно-активное вещество – олеиновую кислоту. Наличие олеиновой кислоты в небольших концентрациях (до 10% по объему) улучшает режим трения прецизионных пар топливоподающей аппаратуры автотракторных дизелей. Поисковые исследования на универсальном трибометре типа ТУ показали, что для увеличения противоизносных свойств дизельного летнего топлива оптимально использовать олеиновую кислоту в концентрации 2-4% по объему. Дальнейшее увеличение концентрации олеиновой кислоты снижает эффект ее применения из-за возникновения эффекта адсорбционного понижения прочности поверхностей трения.

#### Библиографический список

1. Быченин, А. П. Повышение ресурса плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизелей применением смесового минерально-растительного топлива : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Быченин Александр Павлович. – Пенза, 2007. – 172 с.
2. Быченин, А. П. Влияние смесовых минерально-растительных топлив на ресурс прецизионных пар топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей / А. П. Быченин, М. А. Быченина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3. – С. 54-59.
3. Болдашев, Г. И. Сравнительный анализ противоизносных свойств растительных масел / Г. И. Болдашев, А. П. Быченин, М. А. Быченина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т.15, №1. – С. 197-200. – (Специальный выпуск «Актуальные проблемы трибологии»).
4. Болдашев, Г. И. Влияние рыжикового масла на противоизносные свойства смесового топлива / Г. И. Болдашев, А. П. Быченин, М. А. Быченина, М. С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №3. – С. 92-95.
5. Уханов, Д.А. Снижение износа плунжерных пар ТНВД применением смесового рапсово-минерального топлива : монография / Д. А. Уханов, А. П. Уханов, Е. Г. Ротанов, А. С. Аверьянов. – Пенза : РИО ПГАУ, 2017. – 212 с.
6. Быченин, А. П. Влияние растительных компонентов на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. Н. Черников, М. С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №3. – С. 12-15.

DOI 10.12737/18609

УДК 631.3.02

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ В КРЕПЛЕНИЯХ ОПОРНОГО РЫЧАГА КОЛЕСНОГО ПРИЦЕПА

**Зайцев Владимир Юрьевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: vluzai@gmail.com

**Коновалов Владимир Викторович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Вольников Михаил Иванович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» (цикл «Автоматизация и управление»), ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: vmi1972@yandex.ru

**Петров Александр Михайлович**, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Petrov\_AM@ssaa.ru

**Ключевые слова:** реакция, рычаг, схема, нагружение, равновесия, критерии, статическое.

*Цель исследований – теоретическое обоснование и пример компьютерного моделирования нагрузочных параметров для выявления опасных сечений при конструировании опорных рычагов. При конструировании новых машин или модернизации их ходовой части, а также в случае возникновения поломок элементов ходовой части возникают вопросы, связанные с конструированием и прочностными расчетами элементов ходовой части. Определенной сложностью является выявление причин поломок конструктивных элементов при наличии устройств подъема рамы с кузовом (бункером) за счет поворота опорных рычагов перемещения колес относительно рамы бункера (кузова). В статье строятся расчетные схемы статического нагружения опор колесного рычага мобильного агрегата с изменяемой высотой расположения кузова (бункера) и определяются выражения для определения реакции, которые испытывают опоры рычага при различных геометрических параметрах изделия и угла его расположения. Проведенные теоретические исследования позволили составить расчетную схему нагружения, установить аналитические зависимости внутренних силовых факторов и реакций опор, на основе которых возможно*

численное моделирование с целью оптимизации конструкции рычажных опор для конкретных размеров их элементов и профиля проката рычага колесной опоры. Анализ внутренних силовых факторов показывает, что наиболее опасным сечением на изгиб является сечение в окрестности крепления гидроцилиндра к рычагу. В виду наличия крутящего момента и его существенной величины вторым опасным сечением рычага является соединение с осью крепления на раме.

В транспорте, строительстве и сельском хозяйстве широко используются мобильные прицепы и прицепные машины. При конструировании новых машин или модернизации их ходовой части, а так же в случае возникновения поломок элементов ходовой части возникают вопросы, связанные с конструированием и прочностными расчетами элементов ходовой части. Определенной сложностью является выявление причин поломок конструктивных элементов при наличии устройств подъема рамы с кузовом (бункером) за счет поворота опорных рычагов перемещения колес относительно рамы бункера (кузова).

**Цель исследований** – теоретическое обоснование и пример компьютерного моделирования нагрузочных параметров для выявления опасных сечений при конструировании опорных рычагов.

**Задача исследований** – провести теоретические исследования и установить аналитические зависимости внутренних силовых факторов и реакций опор колесного прицепа.

**Материалы и методы исследований.** Для обеспечения требуемой работоспособности изделий на этапе проектирования выполняется как минимум два расчета: проектный и проверочный. На этапе проектного расчета по заданным параметрам определяются материалы, конструкция, размеры и т.д. На этапе проверочного расчета определяются нагрузки, возникающие в деталях и узлах изделия при хранении, транспортировании и эксплуатации, и оцениваются критерии работоспособности конструкции.

Одним из основных критериев работоспособности является прочность. Расчет на прочность зависит от вида нагружения элементов конструкции, а также от характера нагружения (статический или динамический).

Расчет на прочность в настоящее время выполняется либо с помощью CAD систем, в которых и проектируется изделие, или используются классические методы расчета. И в первом и во втором случае необходимо правильно составить расчетную схему, определиться со значениями и характером внешних нагрузок.

Для определения реакций опор рычага мобильного бункера сыпучих материалов, без учета конструктивных особенностей изделия, схему устройства можно представить в виде, приведенном на рисунке 1. Бункер сыпучих материалов 1 жестко связан с несущей рамой 2, которая посредством шарнирного соединения связана с тягачом. Рама с бункером через опоры качения 5 связана с опорными рычагами 3, которые посредством установленных на них газобаллонных колес 4 контактируют с неподвижной поверхностью (в первом приближении горизонтальной). Необходимый уровень высоты между неподвижной поверхностью и бункером обеспечивается с помощью гидроцилиндров 6, обеспечивающих необходимый угол  $\alpha$ , и связанных с бункером и рычагом с помощью опор качения. В точке С находится центр тяжести всей конструкции. Линейные размеры  $a, c, d, e, f$  – в метрах.

**Результаты исследований.** Для определения внутренних реакций опор рычага необходимо определить внешние силы, действующие на рычаги.

С учетом схемы устройства мобильного бункера сыпучих материалов (рис. 1) составим схему статического нагружения изделия, для чего точками  $A, B, D, E, F$  обозначим внешние и внутренние связи изделия и проведем координатные оси  $Ox_1y_1z_1$  (рис. 2).

Согласно принципу освобождаемости [1] отбросим внешние связи, заменив их действие реакциями связей. Неподвижную опору колес заменим реакциями  $N_1$  и  $N_2$  левого и правого колес соответственно. Реакции направлены перпендикулярно неподвижной поверхности и приложены в точках соприкосновения колес и поверхности. Так как поверхность горизонтальная, а колеса с рычагами расположены симметрично центру тяжести изделия, то реакции  $N_1$  и  $N_2$  равны, т.е.  $N = N_1 = N_2$ . В точке А бункер соединен с тягачом посредством сферического шарнира, реакция которого приложена в точке А и изображается проекциями на три координатные оси [1, 3, 4].

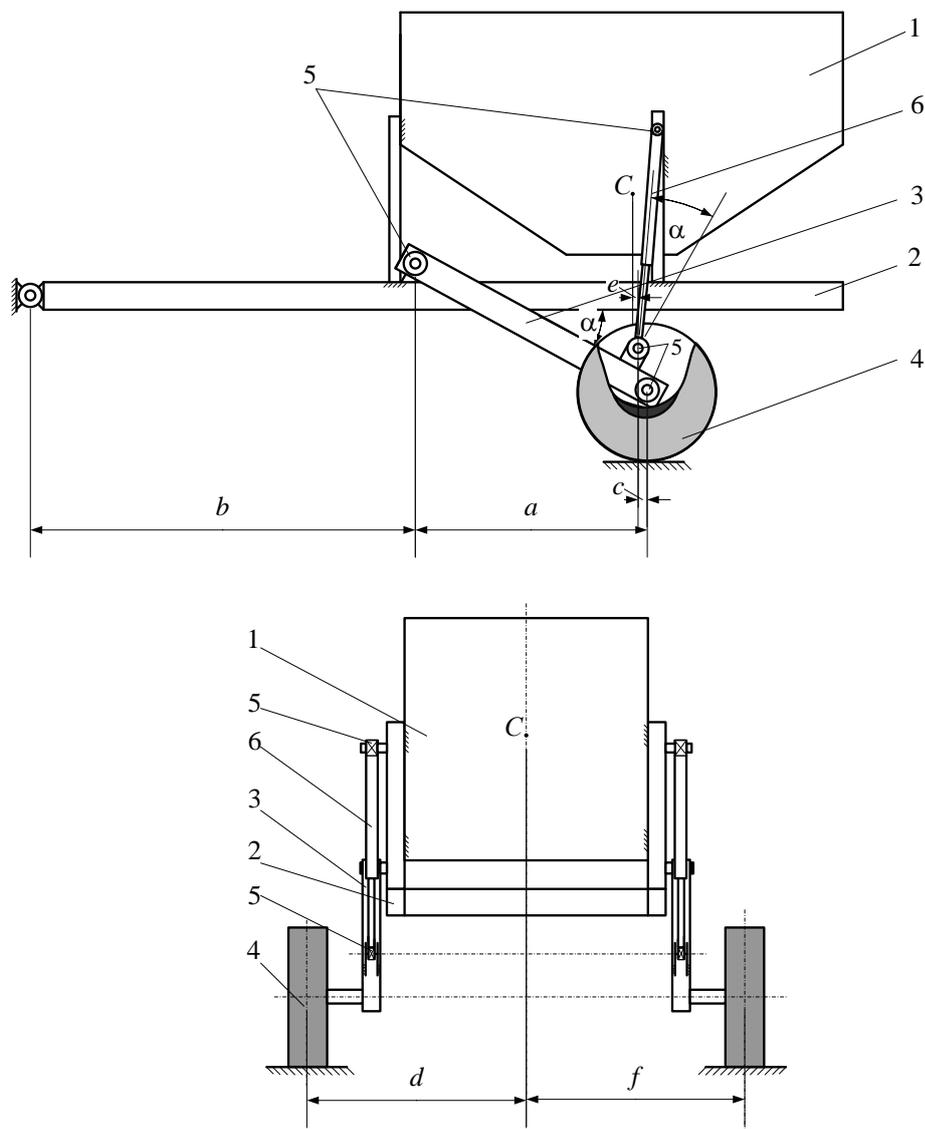


Рис. 1. Схема устройства мобильного бункера сыпучих материалов:  
 1 – бункер сыпучих материалов; 2 – жесткая рама; 3 – рычаг опорный; 4 – газобаллонное колесо; 5 – опора качения;  
 6 – гидроцилиндр; C – центр тяжести бункера

Так как бункер расположен на горизонтальной поверхности, а колеса с рычагами расположены симметрично центру тяжести изделия [1, 2], то все внешние силы будут действовать в плоскости  $Ox_1y_1z_1$  и, следовательно, проекция реакции на ось, перпендикулярную плоскости  $Ox_1y_1z_1$ , будет равна нулю ( $X_A = 0$ ). Таким образом, реакция шарнира в точке A изображается проекциями на координатные оси  $Ox_1y_1z_1$ , а именно  $Z_A$  и  $Y_A$  (рис. 2).

В результате на изделие действует произвольная плоская система сил (активная сила  $P$  – вес всего изделия; реактивные силы  $N_1$ ,  $N_2$  и  $Z_A$ ,  $Y_A$ ), под действием которой она находится в равновесии. Для определения неизвестных реактивных сил составим три уравнения равновесия [1, 3, 4]:

$$\sum F_{kz_1} = 0; Z_A = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_{ky_1} = 0; Y_A + N_1 + N_2 - P = 0 \text{ или } Y_A + 2N - P = 0, \quad (2)$$

$$\sum M_A(F_k) = 0; 2 \cdot N \cdot (a + b) - P \cdot (a + b - e - c) = 0. \quad (3)$$

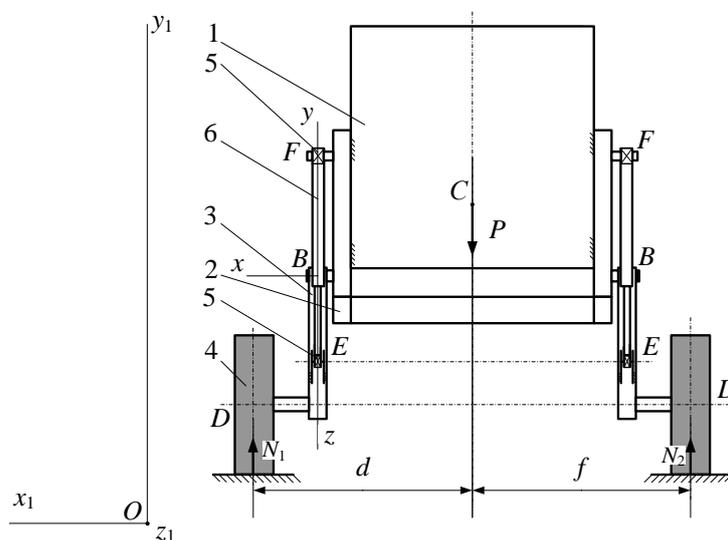
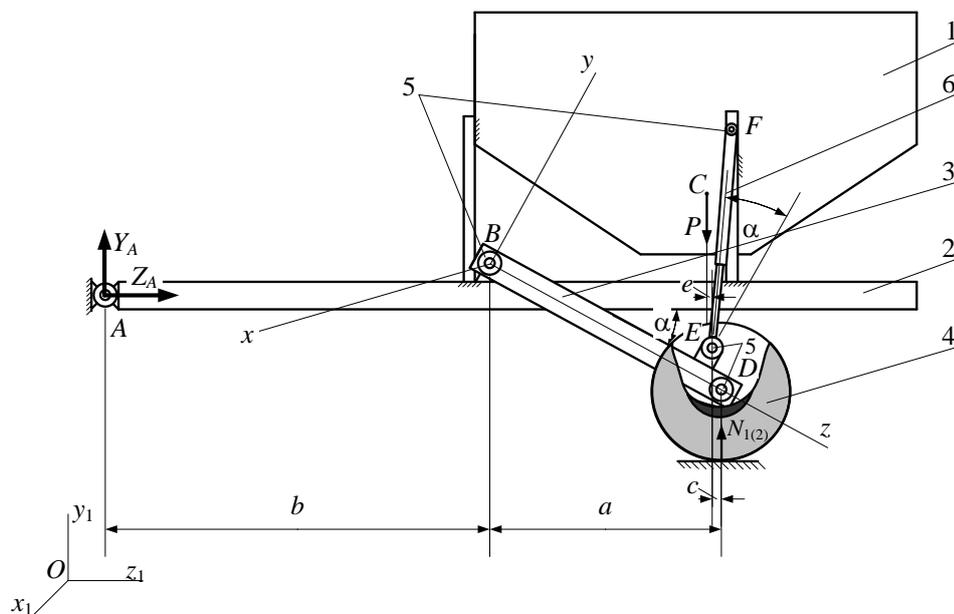


Рис. 2. Схема статического нагружения мобильного агрегата

Из уравнения (1) имеем  $Z_A = 0$ . Из уравнения (3) находим нормальную реакцию опоры

$$N = \frac{P \cdot (a + b - e - c)}{2 \cdot (a + b)}. \quad (4)$$

Из уравнения (2) находится проекция реакции на ось  $Oy_1$

$$Y_A = -2N + P. \quad (5)$$

Выражение (4) позволяет определить численное значение нагрузки, необходимой для определения реакций опор рычага мобильного бункера сыпучих материалов.

Для определения реакций опор рассмотрим равновесие рычага отдельно от рамы и бункера. Для этого отбросим внутренние связи, заменив их реакциями. Так как вся конструкция в сборе находится в равновесии, то и рычаг отдельно, под действием внешних сил и реакций связей, находится в равновесии. Проведем через точку  $B$  (рис. 2) координатные оси  $Bxuz$ , ось  $z$  совместим с осью рычага, сам рычаг на расчетной схеме изобразим ломаным стержнем (рис. 3). Соединение рычага с жесткой рамой в точке  $B$  – это скользящая заделка, реакция которой изображается проекциями на оси координат  $Z_B$ ,  $Y_B$  и реактивными моментами относительно координатных осей  $M_{By}$ ,

$M_{Bz}$ . С бункером сыпучих материалов рычаг соединен посредством гидроцилиндра 6 (рис. 1, 2), который заменим стержнем, прикрепленным в точках  $E$  и  $F$  шарнирами. Таким образом, реакция стержня  $N_E$  приложена в точке  $E$  и направлена к точке  $F$  (предполагается что стержень сжат) [1]. Размеры длин участков рычага обозначим через  $l_{1z}$ ,  $l_{2z}$ ,  $l_{3y}$ ,  $l_{4x}$ . Внешней силой, действующей на рычаг, является сила  $N$ , определяемая выражением (4) и приложенная в точке  $D$  (рис. 3).

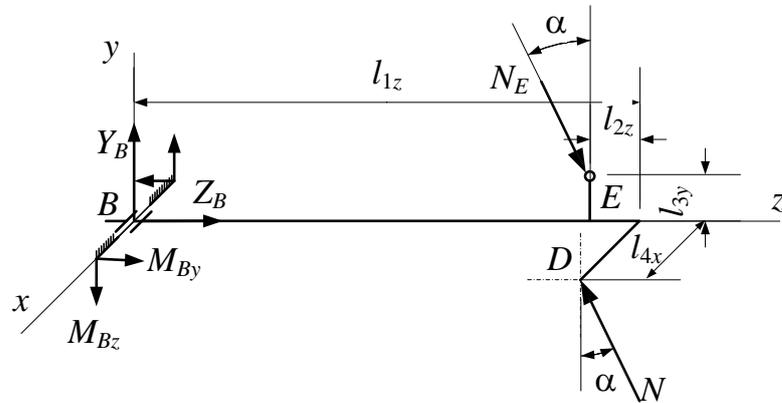


Рис. 3. Расчетная пространственная схема рычага 3 мобильного бункера

Для полученной произвольной пространственной системы сил составим шесть уравнений равновесия [1, 3, 4], из которых найдем выражения для определения неизвестных реакций опор рычага мобильного бункера сыпучих материалов.

$$\sum F_{kz} = 0; Z_B + N_E \sin(\alpha) - N \sin(\alpha) = 0, \quad (6)$$

$$\sum F_{ky} = 0; Y_B - N_E \cos(\alpha) + N \cos(\alpha) = 0, \quad (7)$$

$$\sum F_{kx} = 0, \quad (8)$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = 0; M_{Bz} - N \cdot \cos(\alpha) \cdot l_{4x} = 0, \quad (9)$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = 0; M_{By} - N \cdot \sin(\alpha) \cdot l_{4x} = 0, \quad (10)$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0; -N_E \cdot \cos(\alpha) \cdot l_{1z} - N_E \cdot \sin(\alpha) \cdot l_{3y} + N \cdot \cos(\alpha) \cdot (l_{1z} + l_{2z}) = 0. \quad (11)$$

Из выражений (6-11) находим

$$N_E = \frac{N \cdot \cos(\alpha) \cdot (l_{1z} + l_{2z})}{\cos(\alpha) \cdot (l_{1z}) + \sin(\alpha) \cdot (l_{3y})}, \quad (12)$$

$$M_{Bz} = N \cdot \cos(\alpha) \cdot l_{4x}, \quad (13)$$

$$M_{By} = N \cdot \sin(\alpha) \cdot l_{4x}, \quad (14)$$

$$Y_B = N_E \cos(\alpha) - N \cos(\alpha), \quad (15)$$

$$Z_B = -N_E \sin(\alpha) + N \sin(\alpha). \quad (16)$$

Полученные выражения (4), (5), (12-16) позволяют получить численные значения реактивных сил, возникающих в местах соединения рычага с рамой и бункером, для различных значений линейных и угловых параметров изделия для различной степени загрузки бункера, которые

используются в дальнейшем в проверочных расчетах при определении критериев работоспособности изделия.

Для заданных значений внешней нагрузки (силы тяжести бункера в сборе) и заданных значений линейных размеров на полученных выражениях (4), (12-16) с помощью пакета прикладных программ *Mathcad* [5-8] проведен вычислительный эксперимент по определению величин реакций опорного рычага мобильного бункера сыпучих материалов в зависимости от угла наклона к горизонту  $\alpha$ . Результаты вычислительного эксперимента приведены на рисунке 4.

Анализ результатов показывает, что наибольшее значение при любых углах наклона рычага к горизонту имеет реакция опоры гидроцилиндра  $N_E$ . Причем реакции  $N_E$ ,  $Y_B$  с увеличением угла  $\alpha$  от нуля до 30 градусов по абсолютному значению убывают линейно, реактивный момент заделки  $B M_{By}$  наоборот с увеличением угла  $\alpha$  от нуля до 30 градусов линейно возрастает. Реактивный момент заделки  $B M_{Bz}$  с увеличением угла  $\alpha$  от нуля до 30 градусов по абсолютному значению убывает по закону косинуса. Проекция реакции в точке  $B$  на ось  $z$   $Z_B$  по закону параболы до 20 градусов по абсолютному значению растет, а после 20 градусов начинает убывать.

Полученные зависимости позволяют подобрать оптимальный с точки зрения реакций опор угол наклона рычага к горизонту, в том числе в транспортном положении и для рационального размещения гидроцилиндров.

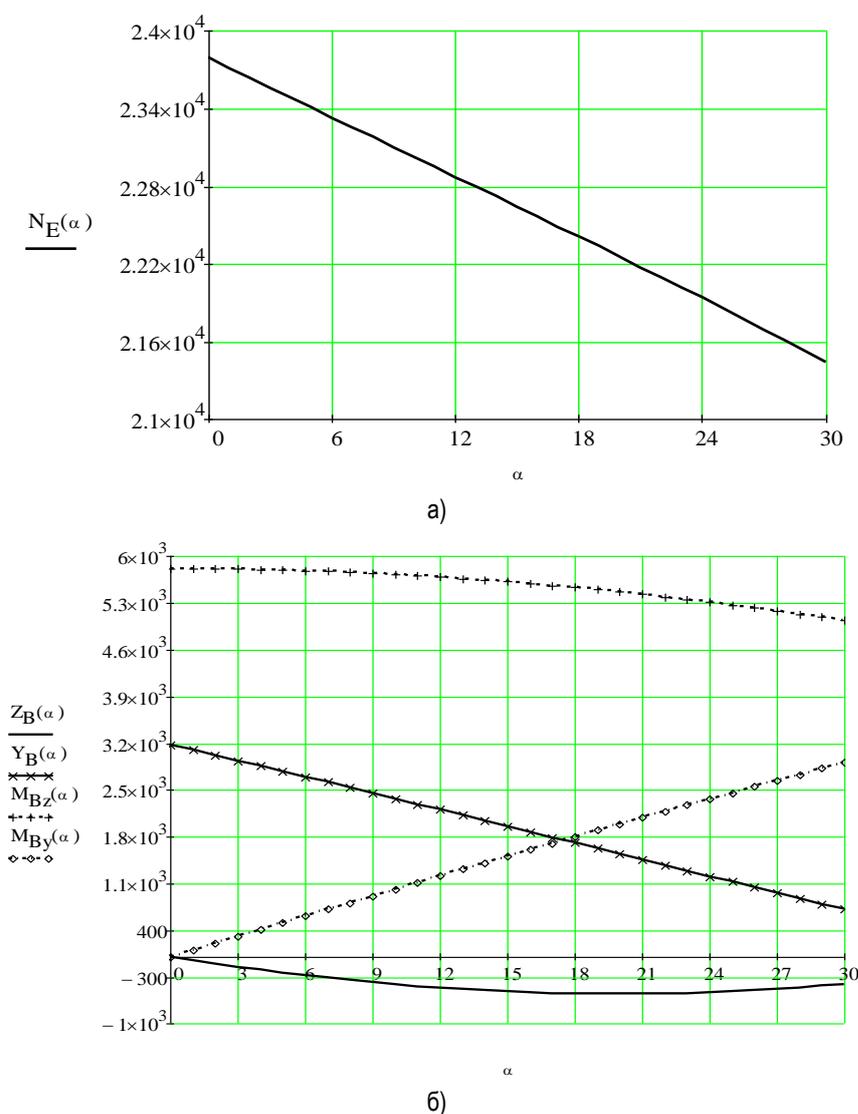


Рис. 4. Результаты вычислительного эксперимента

В качестве примера компьютерного моделирования в пакете прикладных программ *Mathcad* для угла наклона рычага  $\alpha \leq 30$  определены внутренние силовые факторы [2], возникающие вдоль оси рычага. Эпюры внутренних силовых факторов приведены на рисунке 5. С учетом параметров элементов конструкции возникает возможность определения существующих в них напряжений.

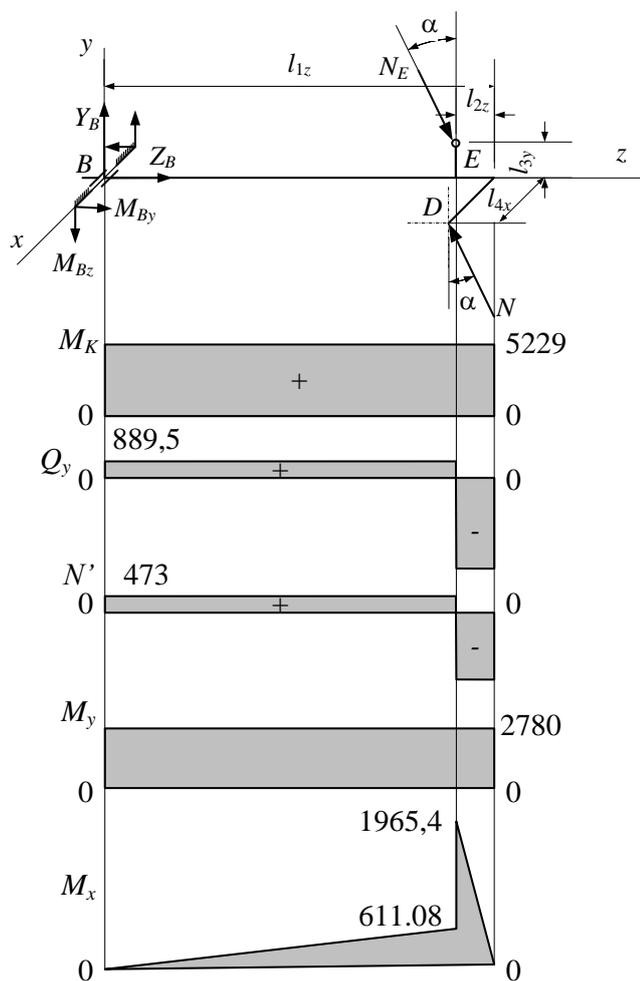


Рис. 5. Эпюра внутренних силовых факторов

**Заключение.** Проведенные теоретические исследования позволили составить расчетную схему нагружения, установить аналитические зависимости внутренних силовых факторов и реакций опор, на основе которых возможно численное моделирование с целью оптимизации конструкции рычажных опор для конкретных размеров их элементов и профиля проката рычага колесной опоры.

Анализ внутренних силовых факторов показывает, что наиболее опасным сечением на изгиб является сечение в окрестности крепления гидроцилиндра к рычагу. В виду наличия крутящего момента и его существенной величины вторым опасным сечением рычага является соединение с осью крепления на раме.

#### Библиографический список

1. Волков, В. В. Теоретическая механика : учебное пособие / В. В. Волков, В. Ю. Зайцев, Н. В. Байкин, Н. В. Москвитина. – Пенза : Пензенская государственная технологическая академия, 2011. – 240 с.
2. Волков, В. В. Прикладная механика : учебное пособие / В. В. Волков, В. Ю. Зайцев. – Пенза : Пензенская государственная технологическая академия, 2012. – 130 с.
3. Зайцев, В. Ю. Исследование колебаний несбалансированного ротора на упругих опорах / В. Ю. Зайцев, А. Н. Бородин // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – Т. 13. – С. 2706-2710.

4. Зайцев, В. Ю. Определение динамических реакций опор привода компакт дисков / В. Ю. Зайцев, А. И. Курицин // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2016. – Т. 11. – С. 2146-2150.
5. Чупшев, А. В. Теоретические и экспериментальные исследования смешивания сухих компонентов и микродобавок в лопастном смесителе. Теория, конструкция, расчет : монография / А. В. Чупшев, В. В. Коновалов. – Пенза, 2014. – 176 с.
6. Коновалов, В. В. Расчет оборудования и технологических линий приготовления кормов (примеры расчетов на ЭВМ) : учебное пособие / В. В. Коновалов. – Пенза, 2002. – 206 с.
7. Смогунов, В. В. Компьютерные технологии моделирования : учебное пособие / В. В. Смогунов, В. Ю. Зайцев. – Пенза : Пензенский ГУ. – 2003. – 84 с.
8. Иванов, А. С. Mathcad – мехфаку / А. С. Иванов, А. А. Власов, В. В. Коновалов. – Пенза, 1997. – 64 с.

DOI 10.12737/18612

УДК 62-111.1

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СМЕШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ С УЧЕТОМ ДОЛИ МЕНЬШЕГО КОМПОНЕНТА**

**Фомина Мария Владимировна**, аспирант кафедры «Технический сервис машин», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Чупшев Алексей Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Терюшков Вячеслав Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Коновалов Владимир Викторович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Ключевые слова:** смеситель, качество, смесь, равномерность, доля, компонент.

*Цель исследований – повышение качества смешивания вертикального смесителя. Основная задача – изучение влияния длительности смешения доли и контрольного компонента смеси на качественные показатели работы смесителя. Современное развитие животноводства требует обеспечения животных кормами высокого качества при надлежащем их количестве. Качество кормовых смесей определяется соответствием имеющихся в смеси веществ рациону по перечню и количественному содержанию. Немаловажна и равномерность распределения веществ во всем объеме приготавливаемой смеси. Если количественная доля содержания веществ во всем объеме смеси определяется показателями работы дозаторов, то равномерность распределения веществ в микрообъемах смеси зависит от работы смесителя. Используются смесители непрерывного или периодического действия. У смесителей периодического действия несколько выше энергоемкость смешения, однако точнее соблюдается общая рецептура смеси. Представлено описание смесительного аппарата предлагаемого смесителя. Графически даны результаты экспериментальных исследований влияния доли контрольного компонента и времени смешения на качество приготавливаемой смеси. В результате моделирования полученных результатов установлены показательные функции качества смеси и эмпирических коэффициентов, учитывающих долю контрольного компонента. Чем выше доля контрольного компонента, тем меньше потребное время смешения ингредиентов до достижения потребного качества смеси. При доле контрольного ингредиента менее 3% время перемешивания более 400 с и многократно увеличивается. При доле контрольных ингредиентов более 8% длительность смешения около 180-200 с и существенно не уменьшается.*

Современное развитие животноводства требует обеспечения животных кормами высокого качества при надлежащем их количестве. Качество кормовых смесей определяется соответствием

имеющихся в смеси веществ рацииону по перечню и количественному содержанию. Немаловажна и равномерность распределения веществ во всем объеме приготавливаемой смеси. Если количественная доля содержания веществ во всем объеме смеси определяется показателями работы дозаторов, то равномерность распределения веществ в микрообъемах смеси зависит от работы смесителя [1]. Используются смесители непрерывного или периодического действия. У смесителей периодического действия несколько выше энергоемкость смешения, однако точнее соблюдается общая рецептура смеси [2-5].

**Цель исследований** – повышение качества смешивания вертикального смесителя.

**Задача исследований** – изучить влияние длительности смешения доли и контрольного компонента смеси на качественные показатели работы смесителя.

**Материалы и методы исследований.** Для приготовления сухих смесей предлагается использовать вертикальный смеситель, изображенный на рисунке 1 [6]. Он выполнен в виде вертикальной цилиндрической емкости 2, у которой внутри размещен вертикальный вал 1 привода мешалки. Она крепится на валу в нижней части емкости 2, возле нижней опоры 6. Мешалка изготовлена из центральной втулки, радиальных плоских лопастей и лопаток.

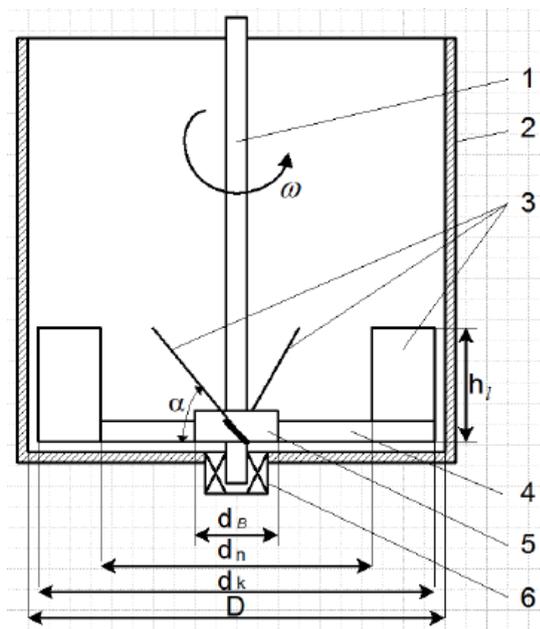


Рис. 1. Схема смесительного аппарата:

- 1 – вал приводной; 2 – емкость вертикальная; 3 – лопатка синусоидальная; 4 – радиальная лопасть мешалки;  
5 – втулка центральная мешалки; 6 – нижняя подшипниковая опора

**Результаты исследований.** В процессе исследований в смеситель поступало необходимое количество ингредиентов смеси с заданной долей контрольного компонента (0,5, 1, 2, 5 и 10%). После смешения в течение 120, 240, 360 или 480 с из всего объема приготовленной смеси бралось 20 проб массой 100 г. После разделения компонентов масса контрольного ингредиента (зерна ячменя) взвешивалась. Определялась неравномерность смеси как коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах [7]. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

Качество смеси (равномерность смеси, 0,01%) рекомендуется описывать показательной функцией [6-8]:

$$V_p = 1 - e^{-k \cdot T}, \quad (1)$$

где  $k$  – эмпирический коэффициент интенсивности смешения;  $T$  – длительность смешения компонентов смеси [9], с.

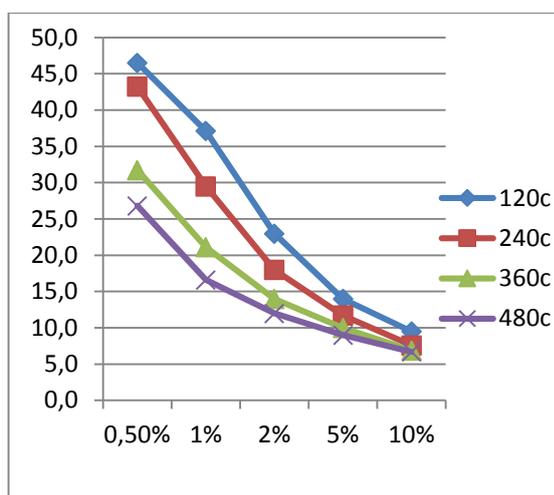


Рис. 2. Результаты исследований влияния доли контрольного компонента  $D_k$  (%) и длительности смешения  $T$  (с) на неравномерность смеси  $v$  (%)

В то же время равномерность смеси [10] (как «относительная равномерность» [11], 0,01%) можно записать через коэффициент вариации  $v$  (0,01%) содержания контрольного компонента в пробах [7]:

$$V_p = 1 - v.$$

Для последующей статистической обработки полученных результатов их значения логарифмировались.

На основании указанных функций и в результате обработки данных получено показательное выражение неравномерности смешения материала  $v_{dk}$  с учетом доли контрольного компонента, 0,01%:

$$v_{dk} = 0,01 \cdot e^{\left[ -T \cdot \left( -0,04027 \cdot \left( \frac{0,17614}{T} \right)^{-3,02536} \cdot \left( \frac{0,089335}{D_k} \right)^{2,038523} \cdot \left( \frac{0,067637}{T \cdot D_k} \right)^{-1,85623} \right) \right]}, \quad (2)$$

где  $D_k$  – доля контрольного компонента, %;  $T$  – длительность смешивания компонентов, с. При этом коэффициент корреляции  $R=0,98356$ .

Характер изменения значений параметра степени  $u$  показательной функции приведен на рисунке 3.

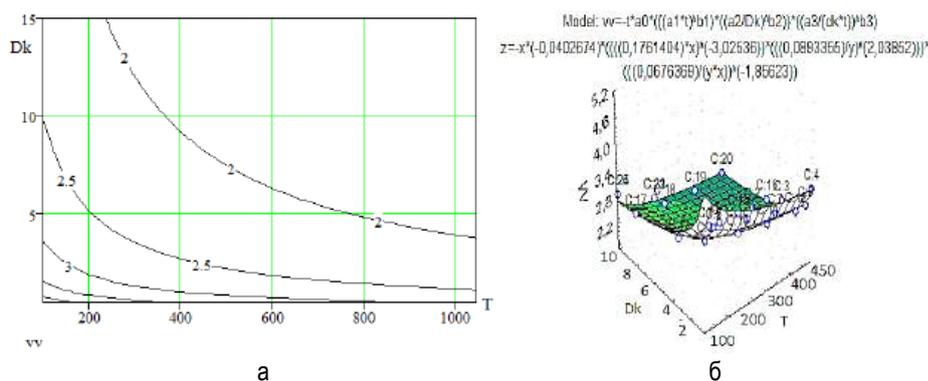


Рис. 3. Двумерное сечение влияния длительности смешения  $T$  (с) и доли контрольного компонента  $D_k$  (%) на функцию показателя степени:

а – двумерное сечение поверхности отклика; б – поверхность отклика

С учетом формулы (1) выражение равномерности смешения  $V_{pdk}$  запишется, 0,01% (рис. 4):

$$V_{Pdk} = 1 - 0,01 \cdot e^{\left[ -T \cdot \left( -0,04027 \cdot \left( \frac{0,17614}{T} \right)^{-3,02536} \cdot \left( \frac{0,089335}{D_k} \right)^{2,038523} \cdot \left( \frac{0,067637}{T \cdot D_k} \right)^{-1,85623} \right) \right]}. \quad (3)$$

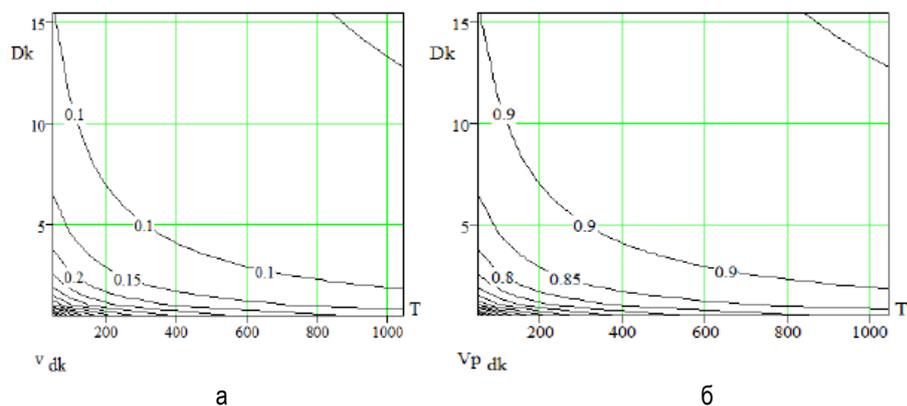


Рис. 4. Влияние длительности смешения Т (с) и доли контрольного компонента  $D_k$  (%):  
 а – на неравномерность смеси  $v_{dk}$ , 0,01%; б – на равномерность смеси  $V_{pdk}$ , 0,01%

Анализ зависимостей качества смеси показывает, что доля контрольного ингредиента оказывает основное влияние на получаемое качество смеси. Чем выше доля контрольного компонента, тем меньше требуемое время смешения ингредиентов до достижения требуемого качества смеси. При доле контрольного ингредиента менее 3% время перемешивания многократно увеличивается. При доле контрольных ингредиентов более 8% длительность смешения существенно не уменьшается.

На основании вывода из функции степени показателя (-Т) получено выражение эмпирического коэффициента интенсивности перемешивания, учитывающего долю контрольного компонента (рис. 5):

$$k = K_{dk} = -0,04 \cdot (0,176 \cdot T)^{-3,02536} \cdot \left(\frac{0,09}{D_k}\right)^{2,038523} \cdot \left(\frac{0,0676}{T \cdot D_k}\right)^{-1,85623} \quad (4)$$

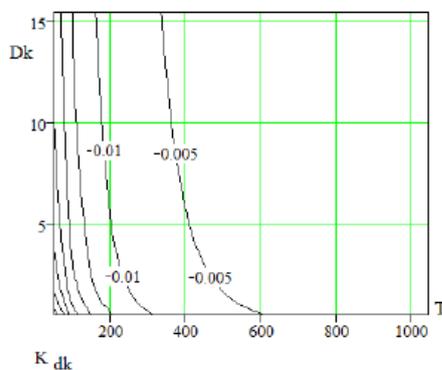


Рис. 5. Влияние длительности смешения Т (с) доли контрольного компонента  $D_k$  (%) на значения эмпирического коэффициента доли контрольного компонента  $K_{dk}$

**Заключение.** Предлагаемый смесительный аппарат работоспособен. Чем выше доля контрольного компонента, тем меньше требуемое время смешения ингредиентов до достижения требуемого качества смеси. При доле контрольного ингредиента менее 3% время перемешивания более 400 с и многократно увеличивается. При доле контрольных ингредиентов более 8% длительность смешения около 180-200 с и существенно не уменьшается.

#### Библиографический список

1. Сыроватка, В. И. Ресурсосбережение при производстве комбикормов в хозяйствах // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 6. – С. 22-25.

2. Коновалов, В. В. Моделирование процесса непрерывного приготовления смеси смесителем-дозатором экструдера / В. В. Коновалов, В. В. Новиков, Д. Н. Азиаткин, А. С. Грецов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3. – С. 72-78.
3. Коновалов, В. В. Обоснование угла установки емкости и длительности перемешивания сухих смесей барабанным смесителем / В. В. Коновалов, Н. В. Дмитриев, С. А. Кшникаткин, А. В. Чупшев // Нива Поволжья. – 2013. – № 1 (26). – С. 46-50.
4. Петрова, С. С. К вопросу определения качества смеси у барабанного смесителя / С. С. Петрова, С. А. Кшникаткин, Н. В. Дмитриев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 67-72.
5. Коновалов, В. В. Моделирование качества смешивания сыпучих материалов барабанным смесителем / В. В. Коновалов, Н. В. Дмитриев, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего : сб. статей. – 2013. – Т. 1, № 9 (13). – С. 77-84.
6. Коновалов, В. В. Моделирование изменения качества смеси лопастного смесителя на основе технологических параметров / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, М. В. Фомина // Инновационная техника и технология. – 2016. – №3 (08). – С. 56-66.
7. СТО АИСТ 19.2-2008 Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для приготовления кормов. Порядок определения функциональных показателей. – Введ. 10.12.2010 г. – Минск : Минсельхозпрод, 2010. – 48 с.
8. Коновалов, В. В. Моделирование изменения равномерности смеси при ступенчатом смешивании / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, М. В. Фомина, А. С. Калиганов // Нива Поволжья. – 2013. – №3 (28). – С. 77-83.
9. Стукалкин, Ф. Г. Исследование кормосмесителей непрерывного действия и методика их расчета : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Стукалкин Ф. Г. – Ленинград, 1965. – 21 с.
10. НТП АПК 1.10.16.001-02 Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов. Введ. 29.04.2002. – М., 2002. – 115 с.
11. Прогрессивные технологии моделирования, оптимизации и интеллектуальной автоматизации этапов жизненного цикла авиационных двигателей : монография / А. Г. Богуслаев, Ал. А. Олейник, Ан. А. Олейник [и др.] ; под ред. Д. В. Павленко, С. А. Субботина. – Запорожье : ОАО Мотор-Сич, 2009. – 468 с.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.12737/18619

УДК 636.22/.28.084.1:636.22/.28.082.4

### ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОСЕМЕНЕНИЯ

**Баймишев Хамидулла Балтуханович**, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vaimischev\_HB@mail.ru

**Ускова Инна Вячеславовна**, соискатель кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: nivazao@mail.ru

**Китаева Светлана Александровна**, аспирант кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: kitaewa.s@gmail.com

**Ключевые слова:** генотип, осеменение, линия, нетель, роды, отел, оплодотворяемость.

*Цель исследований – повышение репродуктивных качеств скота голштинской породы в условиях промышленной технологии производства молока за счет его генетического совершенствования. Материалом для исследований служили коровы голштинской породы, принадлежащие разным линиям: контрольная группа – линия Рефлекшен Соверинг, опытная группа – линия Монтвик Чифтэйн. У исследуемых групп животных изучали следующие показатели: положительность стельности, родов, инволюции матки, половых циклов, сервис-периода, проявление первого полового цикла после родов, оплодотворяемость после отела. В результате проведенных исследований было установлено, что у первотелок, принадлежащих линии Рефлекшен Соверинг, продолжительность родов была на 0,6 ч меньше, чем у животных линии Монтвик Чифтэйн. Продолжительность отделения последа в контрольной группе животных на 1,0 ч больше, чем в опытной. Продолжительность выделения лохий в контрольной группе первотелок была на 2,5 дня больше, чем в опытной, инволюция матки в контрольной группе животных закончилась на 2,2 дня позже, чем в опытной. Проявление первого полового цикла после отела у первотелок опытной группы на 3,6 дня меньше, чем у животных контрольной группы. Интервал между половыми циклами у животных опытной группы был на 2,3 дня меньше, чем в контрольной группе. Продолжительность сервис-периода в контрольной группе первотелок был на 18,1 дня длиннее, чем в опытной группе. На основании проведенных исследований было установлено, что воспроизводительная способность коров зависит от их линейной принадлежности. Первотелки линии Монтвик Чифтэйн имеют лучшие значения показателей течения родов, послеродового периода и восстановления воспроизводительной функции после отела, по сравнению со сверстницами линии Рефлекшен Соверинг.*

В условиях интенсивной технологии производства молока голштинская порода скота по мнению многих авторов получила мировое распространение в основном за счет высокого генетического потенциала молочной продуктивности [3, 6]. Однако, у данной породы при увеличении молочной продуктивности ряд авторов отмечают снижение показателей функции размножения. В последние годы в селекционно-племенной работе особое внимание уделяется вопросам повышения репродуктивных качеств данной породы в условиях промышленной технологии [1, 2, 4, 5].

Продуктивные и воспроизводительные качества животных во многом определяются породной принадлежностью, но имеют и значительные отклонения внутри породы. В связи с чем, изучение вопроса влияния линейной принадлежности животных на их воспроизводительную способность является актуальным.

**Цель исследований** – повышение репродуктивных качеств скота голштинской породы в условиях промышленной технологии производства молока за счет его генетического совершенствования.

**Задача исследований** – изучить особенности репродуктивных качеств первотелок в зависимости от линейной принадлежности.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнялась в СПК «им. Куйбышева» Самарской области. В хозяйстве занимаются разведением скота голштинской породы. Проводится активная работа по качественному совершенствованию поголовья за счет использования быков-улучшателей голштинской породы разных линий.

Для проведения эксперимента в хозяйстве, за 1-2 месяца до отела из числа нетелей, имеющих разную принадлежность по линии, было сформировано 2 группы животных по 10 голов в каждой. Контрольная группа сформирована из животных голштинской породы линии Рефлекшен Соверинг, опытная группа сформирована из животных голштинской породы линии Монтвик Чифтэйн.

Воспроизводительную функцию первотелок изучали по следующим показателям: продолжительность стельности, продолжительность родов, продолжительность инволюции матки, проявление первого полового цикла после отела, оплодотворяемость коров после отела, продолжительность половых циклов, продолжительность сервис-периода.

Весь полученный материал обработан биометрически методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятым в биологии и зоотехнии, с применением программного комплекса Microsoft Excel. Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований было установлено, что линейная принадлежность животных оказывает влияние на их воспроизводительные функции. Так, продолжительность родов у первотелок линии Рефлекшен Соверинг 14,3 ч, что на 0,6 ч меньше, чем у первотелок линии Монтвик Чифтэйн (табл. 1).

Таблица 1

Течение родов и послеродового периода у подопытных первотелок

Показатель	Группа животных	
	контрольная (линия Рефлекшен Соверинг)	опытная (линия Монтвик Чифтэйн)
Продолжительность родов, ч:	14,3±1,48	14,9±1,72
в т. ч. отделение последа	3,1±0,36	2,1±0,49*
Задержание последа, %	10,0	-
Послеродовые осложнения, %	10,0	-
Окончание инволюции матки, дней	13,8±1,71	11,3±1,14
Окончание выделений лохий по результатам ректального исследования, дней	19,9±4,02	17,7±3,01
Живая масса телят при рождении, кг	37,9±1,98	38,2±1,81*
Получено телят, гол.	10	10

Определение продолжительности родов регистрировали с начала подготовительной стадии и до окончания отделения последа. Роды протекали у первотелок линии Рефлекшен Соверинг быстрее, чем у их сверстниц линии Монтвик Чифтэйн, что является линейной особенностью

исследуемых групп животных. Продолжительность отделения последа в контрольной группе составила 3,1 ч, что на 1,0 ч больше чем в опытной группе ( $P>0,05$ ). Одним из основных факторов, характеризующих воспроизводительную способность животных, является течение послеродового периода. В первые дни после отела у первотелок исследуемых групп отмечалось обильное выделение из половых путей, что связано с повышенной сократительной способностью матки в первые дни после родов.

Данные авторов согласуются с данными Г. П. Ковалевой (2012) – при нормальных родах сократительная способность матки в первые 5 дней повышена. У животных контрольной и опытной групп выделения на 11-13 день становятся светлыми и приобретают слизистый характер. Так, продолжительность выделений лохий составила по группам: в контрольной –  $13,8\pm 1,71$  дня, в опытной –  $11,3\pm 1,14$  дня. Ректальным исследованием определили окончание инволюции матки, которая составила: в контрольной группе –  $19,9\pm 4,02$  дня, в опытной –  $17,7\pm 3,01$  дня. Линейная принадлежность животных оказывает влияние на течение родов и послеродового периода, что необходимо учитывать при проведении селекционно-племенной работы. Увеличение продолжительности срока инволюции матки у животных контрольной группы так же связано с послеродовой патологией, которая для данной группы составила 10%, в опытной группе послеродовой патологии не отмечено.

Живая масса телят при рождении у первотелок линии Рефлекшен Соверинг на 0,3 кг меньше, чем у их сверстниц линии Монтвик Чифтэйн, что, на взгляд авторов, является линейной особенностью. Разница статистически достоверна.

Изучение восстановления репродуктивной функции первотелок после отела (табл. 2) показало, что параметры в группах имели достоверные различия. Так, проявление первого полового цикла после отела у первотелок опытной группы на 3,6 дня меньше, чем у первотелок контрольной группы.

Оплодотворяемость в первую половую охоту в исследуемых группах составила 60,0%. За три половых цикла плодотворно осеменались 100,0% животных, при этом необходимо отметить, что 90,0% животных линии Рефлекшен Соверинг плодотворно осеменались за первые два половых цикла, что на 20,0% больше, чем животных линии Рефлекшен Соверинг. Интервал между половыми циклами у первотелок контрольной группы составил  $23,8\pm 6,16$  дня, что больше чем у животных опытной группы на 2,3 дня. Продолжительность сервис-периода в контрольной группе животных составила  $82,5\pm 7,88$  дня, что на 18,1 дня больше, чем в опытной группе, разница статистически достоверна ( $P>0,01$ ).

Таблица 2

Репродуктивные качества первотелок различного происхождения ( $M\pm m$ )

Показатель	Группа животных	
	контрольная (линия Рефлекшен Соверинг)	опытная (линия Монтвик Чифтэйн)
Проявление 1-го полового цикла после отела, дней	$28,5\pm 6,43$	$24,9\pm 5,26$
Оплодотворяемость по половым охотам: %		
в первую половую охоту	50	60
во вторую половую охоту	10	30
в третью половую охоту	30	10
Интервал между половыми циклами, дней	$23,8\pm 6,16$	$21,5\pm 4,23$
Продолжительность сервис-периода первотелок, дней	$82,5\pm 7,88$	$64,4\pm 11,90^{**}$

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что воспроизводительная способность зависит от линейной принадлежности животных. Первотелки голштинской породы линии Монтвик Чифтэйн имели лучшие показатели течения родов, послеродового периода, восстановления воспроизводительных функций после отела, чем первотелки линии Рефлекшен Соверинг. В связи с чем рекомендуем хозяйствам, занимающимся разведением скота голштинской породы, увеличивать количество животных линии Монтвик Чифтэйн, а также использовать производителей данной линии для качественного совершенствования скота голштинской породы.

#### Библиографический список

1. Баймишев, М. Х. Показатели воспроизводства у коров разных линий голштинской породы / М. Х. Баймишев, А. А. Перфилов, Л. А. Якименко, Х. А. Сафиуллин // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства : материалы национальной конференции. – Волгоград, 2016. – С. 187-191.
2. Баймишев, М. Х. Оптимизация воспроизводительной способности коров голштинской породы / М. Х. Баймишев, А. А. Перфилов, Х. А. Сафиуллин, О. Н. Пристяжнюк // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2015. – С. 304-309.
3. Делян, А. С. Репродуктивные показатели и характер лактационной деятельности высокопродуктивных коров разного генотипа / А. С. Делян, М. С. Мышкина, Н. А. Федосеева // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2015. – №18(23). – С. 25-28.
4. Самусенко, Л. Д. Влияние генетических факторов на воспроизводительную способность и молочную продуктивность коров / Л. Д. Самусенко, С. Н. Химичева // Главный зоотехник. – 2016. – №6. – С. 22-29.
5. Ужаков, М. И. Оплодотворяющая способность семени быков разных генотипов / М. И. Ужаков, О. О. Гетоков, З. М. Долгиева // Зоотехния. – 2017. – №5. – С. 23-24.
6. Шаркаева, Г. А. Молочная продуктивность и генеалогическая структура маточного поголовья генофондных хозяйств Российской Федерации / Г. А. Шаркаева, Н. П. Сударев, В. И. Шаркаев, А. И. Жилкина // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – №3. – С. 95-99.

DOI 10.12737/18627

УДК 636.22/.28.084

## КОРРЕКЦИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

**Баймишев Мурат Хамидуллович**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vaimichev\_M@mail.ru

**Ускова Инна Вячеславовна**, соискатель кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: nivazao@mail.ru

**Китаева Светлана Александровна**, аспирант кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: kitaewa.s@gmail.com

**Ключевые слова:** роды, послед, плод, оплодотворяемость, осеменение, молоко, инволюция.

*Цель исследований – повышение эффективности производства молока в условиях интенсивной технологии. Материалом исследования служили высокопродуктивные коровы голштинской породы с удо- ем за лактацию 7500 кг молока и более. Для проведения опытов были сформированы три группы коров по 20 голов в каждой по принципу пар-аналогов. Животные исследуемых групп имели разные параметры продолжительности сухостоя, лактации и сервис-периода. В процессе исследования изучены показатели течения родов, послеродового периода, восстановление воспроизводительной функции коров после отела. Для контроля показателей крови и ее сыворотки проводили морфологические и биохимические исследования крови животных исследуемых групп за 30,0 дней до отела. При этом особо учитывались продолжительность периода лактации, сухостоя и срок плодотворного осеменения. Было установлено, что показатели воспроизводительной способности коров взаимосвязаны с продолжительностью лактации и сухостоя. Увеличение продолжительности сухостойного периода на 20,0 дней сокращает течение акта родов на 1,8 ч и послеродового периода на 5,3 дня. Коррекция периодов продолжительности физиологического состояния коров влияет на продолжительность восстановления репродуктивной функции у коров после отела и на ее качественные показатели. В условиях интенсивной технологии производства молока при уровне продуктивности коров 7500 кг молока и более продолжительность периодов лактации – 310,0 дней, сухостоя – 80,0 дней и сервис-периода – 120,0 дней является оптимальной, так как обеспечивает повышение репродуктивных качеств коров за счет улучшения нормы обмена веществ в предродовой период.*

Интенсивная технология производства молока эффективна при уровне молочной продуктивности коров 7500 кг и более за лактацию. Однако при этом многие исследователи отмечают снижение воспроизводительных качеств животных и жизнеспособности получаемого приплода, что связано в основном с оценкой маточного поголовья по уровню продуктивности в отрыве от технологии воспроизводства стада [1, 3, 5, 7].

В настоящее время улучшение репродуктивной функции коров в основном связано с обеспечением животных необходимыми условиями кормления, содержания и совершенствования техники осеменения без учета продолжительности физиологических периодов (лактация, сухостой, сервис-период). В связи с чем разработка инновационных методов при работе с высокопродуктивным молочным скотом в интенсивных условиях производства молока требует своего разрешения [2, 4, 6].

**Цель исследований** – повышение эффективности молочного скотоводства в условиях интенсивной технологии.

**Задачи исследований:**

- изучить течение родов и послеродового периода у коров экспериментальных групп;
- определить показатели биохимического состава крови во взаимосвязи с продолжительностью физиологических периодов;
- провести исследование воспроизводительной способности коров исследуемых групп;
- установить влияние продолжительности периодов сухостоя, лактации и сервис-периода на молочную продуктивность коров исследуемых групп.

**Материал и методы исследований.** Материалом для исследований служили высокопродуктивные коровы голштинской породы ЗАО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Для решения поставленных задач были сформированы три группы коров по 20 голов в каждой по принципу пар-аналогов. При отборе животных в группы использовались данные первичной зоотехнической и акушерской документации (журнал случаев и осеменения, журнал ректальных исследований). Животные исследуемых групп имели разные параметры продолжительности сухостоя, лактации и сервис-периода. Молочная продуктивность коров исследуемых групп после второй лактации составила 7500 кг молока и более.

В первой группе животных сухостойный период составил 55,0 дня, сервис-период – 142,6 дня, лактация – 354,6 дня. В первой группе коров показатели физиологических периодов были идентичны с градиентами данных величин в среднем по хозяйству. Во второй группе животных сухостойный период составил 80,0 дней, сервис-период – 120,0 дней, лактация – 310,0 дней. В третьей группе коров сухостойный период составил 95,0 дней, сервис-период – 120,0 дней, лактация – 205,0 дней. Коррекцию продолжительности сухостойного периода проводили за счет использования одномоментного запуска, а сервис-периода – по срокам осеменения от 110,0 до 150 дней. В процессе исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Для контроля показателей крови и ее сыворотки у животных исследуемых групп за 30,0 дней до отела проводили морфологические и биохимические исследования по общепринятым методикам. Кровь брали из хвостовой вены, используя закрытую систему «Моновет» в одно и то же время суток (9-10 часов) в два контейнера: один для получения сыворотки крови, другой – для проведения анализа с цельной кровью и плазмой (у 5 голов из каждой группы).

Количество эритроцитов и концентрацию гемоглобина определяли с помощью фотоэлектрического эритрогемометра, подсчет лейкоцитов осуществляли унифицированным способом в камере Горяева, содержание общего белка в сыворотке крови устанавливали с помощью рефрактометра РПЛ-3, разделение и количественное определение соотношения фракций белков сыворотки крови проводили нефелометрически по К. И. Вургафт. Содержание каротина устанавливали по Карр-Прайсу в модификации Юдкина, концентрацию общего кальция в сыворотке крови определяли комплексо-метрически, уровень неорганического фосфора – по методу Бригса в модификации А. С. Ивановского, количество иммуноглобулинов А, М, G устанавливали при помощи лаборатории «Хитачи» (Япония), щелочной резерв – по методу Раевского, сахар – ортотолуидиновым методом.

Весь полученный цифровой материал обработан биометрически с использованием метода вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стьюденту с помощью

компьютерной программы Microsoft Excel. Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

**Результаты исследований.** В процессе исследований установлено, что продолжительность родов находится во взаимосвязи с продолжительностью сервис-периода и периода сухостоя. Во второй и третьей группах коров она меньше на 1,97 и 2,22 ч соответственно, чем в первой группе, что, видимо, является результатом лучшего морфофункционального состояния организма животных этих групп за счет сокращения периода лактации и увеличения продолжительности периода сухостоя (табл. 1).

Таблица 1

Течение родов и послеродового периода у исследуемых групп коров

Показатель	Группа животных		
	первая	вторая	третья
Продолжительность родов, ч	6,42±1,18	4,45±0,92	4,20±1,02
Продолжительность отделения последа, ч	3,20±1,02	0,78±0,45*	1,05±0,78
Задержание последа, %	15,0	-	-
Послеродовые осложнения, %	20,0	5,0	5,0
Окончание инволюции матки, дней			
выделение лохий	13,2±3,79	10,5±1,40	10,0±1,25
результаты ректальных исследований	30,28±0,72	22,8±1,92**	23,8±2,48**
Живая масса телят при рождении, кг	34,8±2,58	36,3±1,84	35,8±2,12
Получено телят, гол.	18,0	20,0	20,0

Продолжительность отделения последа в исследуемых группах животных была разной: в первой – 3,20±1,02 ч; во второй – 0,78±0,25 ч; в третьей – 1,05±0,48 ч. У животных первой группы было отмечено задержание последа.

Живая масса у телят при рождении, полученных от коров первой группы с технологией воспроизводства, принятой в хозяйстве, составила 34,8±2,22 кг, что на 1,5; 1,0 кг меньше, соответственно, чем живая масса телят, полученных от коров экспериментальных групп.

Динамика течения послеродового периода у коров исследуемых групп зависит от показателей продолжительности периода сухостоя, лактации и срока плодотворного осеменения. В первые дни после отела наблюдались наиболее обильные выделения у коров второй и третьей группы, по сравнению с первой, что указывает на повышенную сократительную способность матки этих животных, чему способствовала их лучшая подготовленность к отелу. На 4-5 день после родов лохии приобретают темно-вишневый цвет, на 10-11 день после родов лохии у коров второй и третьей группы становятся слизистыми и светлеют. У животных первой группы такие изменения наблюдались у 60,0% коров и на 2-3 дня позже (табл. 1). Продолжительность выделения лохий составила в группах: в первой – 13,2±3,79 дня; во второй – 10,5±1,40 дней; в третьей – 10,0±1,25 дней.

Ректальными исследованиями яичников и матки (состояние шейки матки, консистенция рогов матки и их размер, отсутствие выделений при массаже матки, отсутствие желтого тела в яичниках, топография рогов матки) определяли окончание инволюции матки у исследуемых групп коров.

Продолжительность окончания инволюции матки у коров в первой группе составила – 30,0±4,20 дней; во второй – 22,8±1,92 дня; в третьей – 23,8±2,48 дня, что указывает на положительное влияние увеличения (на 20, 30 дней) продолжительности сухостойного периода у высокопродуктивных коров и соблюдения параметров продолжительности лактации на течение родов и послеродового периода у высокопродуктивных коров. Разница живой массы новорожденных телят у исследуемых групп коров статистически не достоверна, но есть тенденция к увеличению живой массы телят при рождении у коров с продолжительностью лактации 300-310 дней по сравнению с группой коров с продолжительностью лактации 340-360 дней.

Увеличение продолжительности сухостойного периода у коров более чем на 20 дней и сокращение продолжительности лактации до 295-300 дней повышает показатели репродуктивной функции животных, что указывает на их оптимальность для коров с уровнем молочной продуктивности 7500 кг молока и более. Рассматривая послеродовые осложнения как одну из основных причин нарушения метаболических процессов в организме коров, изучили морфологические и биохимические показатели сыворотки крови исследуемых групп животных (табл. 2).

Морфологические и биохимические показатели крови коров до родов

Показатель	Группа животных		
	первая	вторая	третья
Гемоглобин, г/л	90,18±2,16	103,13±2,01	104,18±1,96
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	5,64±0,92	7,65±0,52	7,70±0,48
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	4,85±0,36	6,02±0,21	6,09±0,18
Общий белок, г/л	69,82±2,10	72,64±6,48	72,84±1,33
Альбумины, %	34,15±1,17	44,31±0,56	43,85±0,66
Глобулины, % в т.ч.	65,82±0,83	55,69±0,72	56,15±0,77
α-глобулины	19,82±0,43	14,17±0,35	13,95±0,75
β-глобулины	21,16±0,84	13,88±0,40	14,02±0,86
γ-глобулины	24,87±1,18	27,64±0,90	28,18±1,12
Общий кальций, ммоль/л	1,95±0,04	2,14±0,03	2,08±0,05
Неорганический фосфор, ммоль/л	0,85±0,02	0,98±0,07	1,04±0,07
Щелочной резерв, об%СО <sub>2</sub>	36,17±2,08	46,24±1,60	44,80±1,84
Сахар, мг%	56,22±1,04	68,43±0,86	70,13±0,92

Содержание гемоглобина в крови коров первой группы перед отелом было достоверно ниже показателя крови коров второй и третьей групп на 12,95 и 14,00 г/л ( $P<0,05$ ), а эритроцитов – на 1,17 и 1,24 10<sup>12</sup>/л, соответственно ( $P<0,05$ ). По содержанию в крови лейкоцитов также была достоверная разница в пользу животных с более продолжительным периодом сухостоя и лактацией 300-310 дней.

Увеличение продолжительности периодов лактации, сухостоя и сервис-периода у коров с уровнем молочной продуктивности 7500 кг молока и более обеспечивает улучшение показателей обмена веществ, что способствует повышению воспроизводительной способности коров. Восстановление репродуктивных качеств коров с разной продолжительностью периодов лактации и сухостоя также имели свои особенности. Продолжительность периода проявления первого полового цикла после родов составила во второй группе коров 47,8±6,28 дня, в третьей группе – 32,7±4,82 дня, что на 15,1 и 13,2 дня меньше, чем у животных первой группы соответственно, разница статистически достоверна ( $P<0,01$ ). Интервал между половыми циклами у исследуемых групп коров (первая группа – 30,50±6,11 дня; вторая группа – 20,3±2,36 дня; третья группа – 21,70±3,76 дня) указывает на различия в ритмичности полового цикла.

У животных первой группы ритмичность половых циклов более выражена по сравнению с коровами второй и третьей группы. Процессы течения родов и послеродового периода, ритмичность половых циклов оказывают влияние на продолжительность сервис-периода. Продолжительность сервис-периода в группах коров составила: в первой – 149,7±9,58 дня; во второй – 118,2±7,45 дня; в третьей – 126,7±9,41 дня ( $P<0,05$ ).

Таблица 3

Показатели восстановления воспроизводительной способности исследуемых групп коров после отела ( $M\pm m$ )

Показатель	Группа животных		
	первая	вторая	третья
	Количество коров, гол.		
	18	20	20
Проявление первого полового цикла после отела, дней	47,60±6,18	32,70±4,82	34,60±3,89
Оплодотворяемость по осеменениям, %			
первое	61,05	70,0	60,0
второе	11,10	20,0	20,0
третье и последующие	22,20	10,0	20,0
Интервал между половыми циклами, дней	30,50±6,11	20,30±2,36	21,70±3,76
Продолжительность сервис-периода, дней	149,70±9,58	118,20±7,45	126,70±9,41

После отела у коров с более продолжительным физиологическим периодом сократился сервис-период, что указывает на положительное влияние увеличения продолжительности сухостоя до

80 дней и лактации до 300-310 дней, что способствует получению здорового приплода.

Повышение молочной продуктивности коров в стаде определяет эффективность всей работы, проводимой в скотоводстве. Формирование молочной продуктивности коров в онтогенезе определяется не только наследственностью, но и влиянием внешней среды, так как для проявления сложных признаков, связанных с молочной продуктивностью, необходимо сочетание факторов кормления, содержания и эксплуатации животных.

Мероприятия, направленные только на увеличение молочной продуктивности коров, не всегда оказывают положительное воздействие на их воспроизводительные способности. В связи с этим необходимо изучить молочную продуктивность коров в зависимости от продолжительности их физиологических периодов.

Было установлено, что продолжительность параметров физиологических периодов коров оказывает влияние на их молочную продуктивность (табл. 4).

Таблица 4

Молочная продуктивность коров исследуемых групп

Показатель	Группа животных		
	первая	вторая	третья
Живая масса коров, кг	509,80±14,7	512,40±15,1	514,70±16,8
Продолжительность лактации, дней	354,70±2,16	305,40±1,25	305,70±2,01
Содержание жира в молоке, %	3,95±0,02	3,92±0,01	3,94±0,03
Выход молочного жира, кг	279,58±10,8	297,55±9,1	299,54±10,3
Количество молока в базисной жирности 3,6%, кг	7766,35±120,5	8488,43±114,7	8320,66±109,9
Коэффициент молочности, кг	1388,40±82,3	1481,40±67,3	1477,09±78,6
Содержание белка в молоке, %	3,08±0,02	3,08±0,03	3,09±0,02
Удой за 305 дней лактации, кг	7078,20±118,5	7590,70±87,3	7602,60±97,4

Продолжительность лактации в первой группе составила 354,7 дня, что на 19,0 дней больше, чем во второй и третьей группах. Удой за 305 дней лактации по молочной продуктивности составил в первой группе коров – 7078,20 кг молока, что на 512,50 и 524,40 кг молока меньше, чем во второй и третьей группах соответственно.

Содержание жира в молоке коров опытных групп составило: в первой – 3,95%; во второй – 3,92%; в третьей – 3,94%. Содержание белка в молоке во всех группах коров было практически одинаковым и составило от 3,08 до 3,09%. По количеству молочного жира животные второй и третьей группы превосходили своих сверстниц первой группы на 17,97 и 19,96 кг, соответственно ( $P < 0,05$ ).

**Заключение.** В результате исследований установлено, что показатели воспроизводительной способности высокопродуктивных коров зависят от продолжительности их физиологических периодов. Оптимальными показателями физиологических периодов при уровне молочной продуктивности 7500 кг и более являются: сервис-период – 120,0 дней; сухостойный период – 80,0 дней; лактация – 310,0 дней. Данные параметры способствуют не только улучшению репродуктивных качеств коров, но и обеспечивают профилактику послеродовых осложнений у коров.

Библиографический список

1. Баймишев, Х. Б. Биотехнологические приемы повышения репродуктивных качеств коров / Х. Б. Баймишев, В. В. Альтергот, А. А. Перфилов // Достижения науки агропромышленному комплексу : сб. науч. тр. – Кинель, 2014. – С. 180-185.
2. Баймишев, Х. Б. Рост и развитие телок голштинской породы в зависимости от показателей их жизнеспособности при рождении // Фермер. Поволжье. – 2017. – №2(55). – С. 84-87.
3. Гнидина, С. Г. Влияние продолжительности физиологических периодов у коров на их молочную продуктивность и качество молока / С. Г. Гнидина, Л. Г. Войтенко, О. С. Войтенко // Инновационные пути импортозамещения продукции АПК: мат. Международной науч.-практ. конф. – Персиановский, 2015. – С. 121-123.
4. Ковалева, Г. П. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные способности крупного рогатого скота / Г. П. Ковалева, М. Н. Лапина, Н. В. Сульга, В. А. Витол // Известия Горского ГАУ. – 2017. – Т. 54, №2. – С. 93-97.

5. Пищан, С. Г. Продуктивные и репродуктивные качества коров голштинской породы второй лактации при разных уровнях удоя на ранней стадии лактопозеа / С. Г. Пищан, А. А. Гончар, Л. А. Литвищенко, Н. А. Капшук // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2015. – №114. – С. 124-132.

6. Самусенко, Л. Д. О взаимосвязи воспроизводительной способности коров с их молочной продуктивностью / Л. Д. Самусенко, С. Н. Химичева // Биология в сельском хозяйстве. – 2016. – №2(11). – С. 7-11.

7. Шевхужев, А. Ф. Продуктивные качества молочного скота в зависимости от технологии содержания / А. Ф. Шевхужев, М. Б. Улимбашев, И. И. Попов // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 1, №1(29). – С. 87-90.

DOI 10.12737/18631

УДК 636.234.1

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КОЖИ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Свитенко Олег Викторович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Разведение сельскохозяйственных животных и зоотехнологии», ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

E-mail: o.svitenko@yandex.ru

**Ключевые слова:** порода, продуктивность, эпидермис, железы, голштинская, молочная.

*Цель исследований – повышение молочной продуктивности голштинского скота. Исследования проводились на базе молочно-товарной фермы учебно-опытного хозяйства «Кубань» г. Краснодара на коровах-первотелках голштинской породы черно-пестрой масти. Подопытные группы коров формировались животными, принадлежащими к линиям Рефлекшн Соверинг, Висконсин Адмирал Бэк Лэд, Вис Бэк Айдиал. Подбор животных в группы производился случайной выборкой, методом групп-аналогов. В первую группу (контрольную) вошли животные, принадлежащие к линии Рефлекшн Соверинг 0198998, во вторую группу (опытную) – линии Висконсин Адмирал Бэк Лэд 697789, в третью группу (опытную) – линии Вис Бэк Айдиал 1013415. Проведено комплексное сравнительное изучение продуктивных и интерьерных особенностей скота голштинской породы разных линий. При гистологическом исследовании кожи коров подопытных групп патологических изменений ее структуры не выявляли. При этом хорошо определялись три ее компонента: эпидермис, дерма, подкожная жировая и мышечная ткань. Установлена зависимость между глубиной залегания волосяных луковиц и продуктивностью животного. Минимальная глубина залегания волосяных луковиц связана с потенциально высокой продуктивностью животных. Доказана более высокая продуктивность и целесообразность использования животных линии Вис Бэк Айдиал в современных промышленных условиях производства молока. Полученные результаты исследования дополняют имеющиеся данные о голштинской породе, и позволят специалистам делать правильный выбор при разведении голштинского скота.*

Одной из актуальных задач сельскохозяйственной науки является выяснение биологических основ высокой продуктивности животных. В частности, представляет несомненный теоретический и практический интерес изучение влияния железистых производных эпидермиса на молочную продуктивность коров. В настоящее время вопросам взаимосвязи продуктивности скота с интерьером уделяется значительное внимание [5].

Товарные качества и технологические свойства кожи связаны с конституционально-производственным типом животных. Установлены как межпородные, так и внутривидовые различия. У высокомо Milchных коров по сравнению с маломолочными кожа тоньше [7].

**Цель исследований** – повышение молочной продуктивности голштинского скота.

**Задача исследований** – выявить взаимосвязь между гистологическими особенностями строения кожи голштинского скота и молочной продуктивностью.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения исследований было сформировано 3 подопытные группы коров. Подбор животных в группы производился случайной выборкой, методом групп-аналогов.

Подопытные животные были аналогами по возрасту, на протяжении всего опыта животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Это позволило получить достоверные данные [1; 2; 4].

Для морфологических исследований кожи и объективной оценки данных кусочки кожи размером 2×2×2 см вырезали непосредственно после убоя животных. Кусочки кожи вырезали в области шеи справа на уровне третьего шейного позвонка.

**Результаты исследований.** Количество надоенного молока является основным показателем, характеризующим продуктивные качества скота молочного направления продуктивности [3].

В созданных условиях кормления и содержания молочная продуктивность подопытных коров разных линий оказалась неодинаковой, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Молочная продуктивность коров, n=30

Показатель	Группа		
	I	II	III
	M±m	M±m	M±m
Удой за 305 дней лактации, кг	5635±132,8	5490±119,2*	5928±140,7*
Содержание жира в молоке, %	3,63±0,02	3,64±0,02	3,67±0,03
Количество молочного жира, кг	204,6	199,8	217,6
Содержание белка в молоке, %	3,26±0,03	3,20±0,02	3,24±0,03
Количество молочного белка, кг	183,7	175,7	192,1

Примечание: \* – P>0,95.

Продуктивность коров третьей опытной группы за 305 дней первой лактации недостоверно превышает аналогичный показатель сверстниц первой контрольной группы на 293 кг или на 5,2 %, и достоверно выше этот показатель у аналогов второй опытной группы на 438 кг, или на 8 %, при P>0,95.

Для установления взаимосвязи между молочной продуктивностью и гистологическим строением кожи методом биопсии были взяты образцы кожи в области шеи.

При гистологическом исследовании кожи коров подопытных групп хорошо определялись три ее компонента: эпидермис, дерма, подкожная жировая и мышечная ткань (табл. 2, рис. 1-3).

Таблица 2

Морфометрические показатели кожи

Показатель	Группа		
	I	II	III
Общая толщина кожи, мкм*	7216	7562	7634
Толщина эпидермиса, мкм*	88	90	94
Толщина дермы, мкм*	2010	2079	2146
Толщина подкожной жировой клетчатки, мкм*	5118	5248	5394
Глубина залегания сальных желез, мкм**	24-62	28-70	32-76
Глубина залегания потовых желез, мкм**	74-284	82-284	88-300
Общее количество желез в 1 мм <sup>2</sup> , шт.**	13-16	14-16	14-18

Примечание: \* – приведено среднее значение; \*\* – приведена вариация между минимальным и максимальным значением.

Общая толщина кожи животных третьей группы была незначительно больше, чем у животных контрольной и второй опытной групп, в среднем составляла соответственно 7634 мкм.

Эпидермис кожи был представлен многослойным ороговевающим эпителием. При этом в строении эпидермиса хорошо определялись пять слоев: базальный, шиповатый, зернистый, блестящий и роговой. Толщина эпидермиса у коров третьей группы больше, чем у сверстниц и в среднем составляла 94 мкм, у коров второй группы – 90 мкм, контрольной – 88 мкм соответственно.

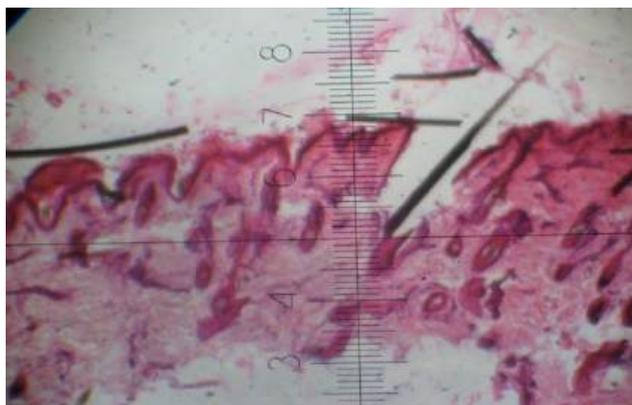


Рис. 1. Гистологический срез кожи коровы I группы под окуляр-микрометром. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 70$

Дерма кожи коров подопытных групп также хорошо дифференцировалась. В ее строении определялись два слоя: сосочковый и сетчатый. Сосочковый слой был представлен волокнами рыхлой и ретикулярной соединительной ткани, небольшим количеством пигментных и тучных клеток и гистиоцитов, расположенных между волокнами. Кроме того, в структуре дермы имелись отдельные гладкомышечные клетки, а также мышечные пучки, состоящие из гладкомышечных клеток.

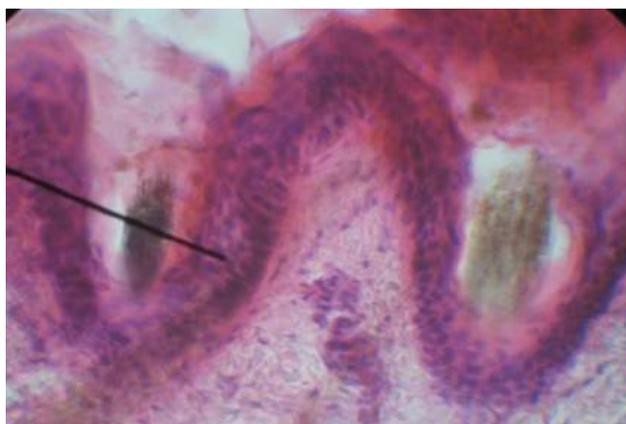


Рис. 2. Эпидермис кожи коровы I группы. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 150$

Глубина залегания потовых желез у животных была в пределах от 24 до 76 мкм. Общее количество сальных и потовых желез также имела незначительную вариабельность. У коров первой группы количество желез на  $1 \text{ мм}^2$  составляло 13-16 шт., у животных второй группы – 14-16 шт. и третьей – 14-18 шт.

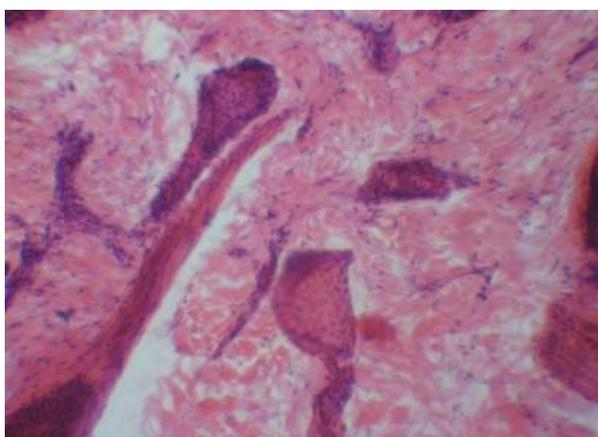


Рис. 3. Дерма кожи коровы первой группы. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 100$

**Заключение.** Из полученных результатов изучения взаимосвязи между интерьерными особенностями голштинского скота и продуктивностью, можно сделать следующие выводы:

- микроструктура всех компонентов кожи у коров морфологических изменений не имела;
  - эпидермис лучше развит у животных с более высокой продуктивностью. Это подтверждают и проведенные нами исследования - общая толщина кожи и ее отдельных слоев (эпидермиса, дермы и подкожной жировой клетчатки) была незначительно больше у животных III группы;
  - количество и развитие сальных и потовых желез имеет тесную связь с жирностью молока.
- У подопытных групп животных результаты опыта подтверждают взаимосвязь данных показателей.

#### Библиографический список

1. Свитенко, О. В. Молочная продуктивность айрширской породы скота разной селекции / О. В. Свитенко, В. В. Затулеев // Новая наука: от идеи к результату. – Стерлитамак : ООО «Агентство международных исследований». – 2016. – № 9-2. – С. 192-194.
2. Свитенко, О. В. Особенности роста ремонтных телок голштинской породы разных генотипов / О. В. Свитенко, В. В. Затулеев // Современный взгляд на будущее науки : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа : Аэтерна. – 2016. – С. 46-50.
3. Свитенко, О. В. Продуктивные и интерьерные особенности скота голштинской породы разных линий в условиях Краснодарского края : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.10 / Свитенко Олег Викторович. – Краснодар, 2012. – 125 с.
4. Тузов, И. Н. Рост, развитие и мясная продуктивность голштинских бычков разных линий / И. Н. Тузов, О. В. Свитенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 36. – С. 228-231.
5. Тузов, И. Н. Особенности гистологического строения кожи голштинских первотелок / И. Н. Тузов, М. Н. Калюшина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 33. – С. 111-114.
6. Тузов, И. Н. Убойные показатели и качество туши бычков голштинской породы / И. Н. Тузов, О. В. Свитенко, Д. С. Белицкий // Фундаментальные проблемы науки : сборник статей Международной научно-практической конференции : в 4 частях. – Уфа : Аэтерна. – 2017. – С. 40-44.
7. Шевхужев, А. Ф. Повышение количества и качества кожевенного сырья получаемого от выбракованного скота / А. Ф. Шевхужев, К. А. Бадахов, Д. Р. Смакуев // Номадное животноводство: современное состояние и перспективы : материалы Международной научно-практической конференции. – Элиста, 2010. – С. 153-159.

DOI 10.12737/18632

УДК 638.124.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ ГОМОГЕНАТА ИЗ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ ПЧЕЛ

**Сердюченко Ирина Владимировна**, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры «Микробиология, эпизоотология и вирусология», ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

E-mail: serd-ira2013@yandex.ru.

**Гугушвили Нино Нодариевна**, д-р биол. наук, проф. кафедры «Микробиология, эпизоотология и вирусология», ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

E-mail: gugushvili.nino@yandex.ru.

**Ключевые слова:** пчела, фосфатаза, гомогенат, кислая, технологические, иммунологические.

*Цель исследований – расширение технологических возможностей в области иммунологических исследований в пчеловодстве. Методика исследований представляет собой определение активности кислой фосфатазы в гомогенате из органов и тканей пчел, включающее подготовку биологического субстрата, обработку его буферной смесью с pH равной 5,0, инкубацию биологического субстрата, промывание дистиллированной водой, высушивание, дополнительное окрашивание мазков биологического субстрата, затем промывание дистиллированной водой, высушивание и определение по количеству окрашенных гранул в цитоплазме в биологическом субстрате процента активности фермента кислой фосфатазы, микроскопирование и определение по степеням окрашенности гранул в цитоплазме платоцитов, находящихся в гомогенате из органов и тканей. В качестве биологического субстрата*

использовался гомогенат из органов и тканей пчел. Для проведения исследований создали 4 группы пчел разных пород (итало-карпатской, карпатской, приокской, серой горной кавказской), которые были подвергнуты исследованию по вышеуказанной методике. Данный метод позволил определить микробные свойства организма пчел, а именно, активность кислой фосфатазы, определение которой в мазках гомогената из органов и тканей является одним из важных тестов диагностики иммунитета организма пчел. Было установлено, что чем выше средний цитохимический индекс, тем выше активность фермента кислой фосфатазы в органах и тканях пчел, и следовательно, выше состояние иммунитета у пчелы. Он оказался выше в 1 группе пчел итало-карпатской породы. Предлагаемый способ позволяет уменьшить материальные затраты и время на определение исследуемого показателя. Данная методика позволяет экспресс-методом определить микробицидные свойства организма пчел путем определения активности кислой фосфатазы в платоцитах, находящихся в гомогенате из органов и тканей.

Иммунитет (*immunitas* – невосприимчивость) представляет собой устойчивость пчел различных возрастов к микробам и продуктам их жизнедеятельности.

У пчел, как у общественных насекомых, существует тесная связь устойчивости отдельных особей с устойчивостью всей пчелиной семьи [3]. Здоровые, устойчивые к болезням пчелы создают устойчивые к болезням семьи [2].

Снижение иммунитета любого живого организма, в том числе и пчел, влечет за собой нарушение гомеостаза организма и вытекающие из него последствия: снижение жизнеспособности, работоспособности, репродуктивной способности и т. д. [1, 4, 7].

В связи с этим определение активности кислой фосфатазы в мазках, полученных из гомогената тканей и органов, как показателя уровня иммунитета насекомого, имеет важное значение в диагностике иммунобиологической реактивности организма пчел в разные физиологические периоды [5, 6].

**Цель исследований** – расширение технологических возможностей в области иммунологических исследований в пчеловодстве.

**Задача исследований** – определение активности кислой фосфатазы гомогената из органов и тканей пчел по среднему цитохимическому индексу.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения исследований было создано 4 группы пчел 4 пород (итало-карпатской, карпатской, приокской, серой горной кавказской) по 10 пчел в каждой группе.

Поставленная задача была решена так – для определения активности кислой фосфатазы в гомогенате из органов и тканей пчел определяли активность фермента кислой фосфатазы по среднему цитохимическому индексу.

Применение методики основано на взаимодействии кислой фосфатазы с  $\alpha$ -нафтилфосфатом натрия, которая катализирует гидролиз  $\alpha$ -нафтилфосфата натрия с образованием  $\alpha$ -нафтола и фосфорнокислого двузамещенного натрия.

Для активации кислой фосфатазы в систему вводили буферную смесь, состоящую из 50,70-48,50 мл 0,1 М раствора монодигидрата лимонной кислоты (цитрата натрия), 49,30-51,50 мл 0,2 М двузамещенного фосфорнокислого натрия, 24 мг этилендиаминтетрауксусной кислоты для обеспечения pH=4,8-5,0. Образовавшийся комплекс (азокраситель) окрашивал кислотную фосфатазу, содержащуюся внутри в виде гранул в цитоплазме нейтрофильных гранулоцитов.

Активность кислой фосфатазы в платоцитах гемолимфы определялась по 4 ступеням.

1 ступень. Подготовка мазков гомогената из органов и тканей и их фиксация. У пчел (не обездвиженных эфиром, чтобы активность фермента не снизилась) глазными ножницами и пинцетом удаляли сначала наружный покров, затем кишечник. Ткани и органы (от десяти пчел) помещали в ручной стеклянный гомогенизатор и добавляли физраствор из расчета 1:1 буферной смеси, затем осторожным движением тefлонового пестика вверх и вниз, чтобы не вылилось содержимое, гомогенизировали в течение 1-2 минут. Каплю гомогената наносили на край сухого обезжиренного стекла. Затем впереди капли под углом 45° подводили шлифованный край покровного стекла и движением правой руки от себя распределяли каплю тонким слоем по предметному стеклу. Мазки высушивали на воздухе и фиксировали в парах 40% формалина в течение 3-5 минут.

2 ступень. Инкубация мазков гомогената. На фиксированные формалином мазки гомогената

наносили равномерным слоем инкубационную смесь и помещали во влажную камеру. Инкубацию мазков проводили в темноте в течение 2-2,5 ч при температуре 37,5°C. Затем промывали дистиллированной водой, высушивали, дополнительно окрашивали мазки 0,5% метиленовым синим в течение 0,5-1 мин, затем промывали дистиллированной водой, сушили и по количеству окрашенных гранул в цитоплазме (платоцитов – в красно-коричневый, мембраны – в сине-фиолетовый, ядра клеток – в голубой цвета) определяли активность фермента кислой фосфатазы по среднему цитохимическому индексу.

3 степень. Микроскопия мазков. Микроскопию проводили с использованием иммерсионной системы при увеличении (90×15).

4 степень. Выведение среднего цитохимического индекса. Сначала проводили визуальную оценку цитохимической реакции следующим образом:

0-я степень – окрашено только ядро в голубой цвет, цитоплазма не окрашена, контуры мембраны слабо окрашены в серо-фиолетовый цвет;

1-я степень – вся цитоплазма диффузно окрашена в красно-коричневый цвет, контуры мембраны окрашены в сине-фиолетовый цвет, ядро в голубой цвет;

2-я степень – в цитоплазме хорошо видны окрашенные в красно-коричневый цвет гранулы, окрашено более ¼ цитоплазмы, контуры мембраны интенсивно окрашены в сине-фиолетовый цвет, в голубой цвет;

3-я степень – всю цитоплазму занимают гранулы, окрашенные в красно-коричневый цвет, но ядро свободно, окрашено ¾ и более цитоплазмы, контуры мембраны интенсивно окрашены в сине-фиолетовый цвет, в голубой цвет;

4-я степень – гранулы занимают всю цитоплазму и наслаиваются на ядро, окрашены в красно-коричневый цвет, контуры мембраны интенсивно окрашены в сине-фиолетовый цвет, в голубой цвет.

Затем (предварительно подсчитав 100 нейтрофилов) вычисляли по формуле средний цитохимический индекс:

$$СЦИ = \frac{0_a + 1_b + 2_c + 3_d + 4_e}{100},$$

где а, б, в, г, д – количество клеток соответственно 0, 1, 2, 3, 4-й степени.

**Результаты исследований.** При микроскопии мазков были получены следующие результаты:

– у пчел итало-карпатской породы неактивных платоцитов, т. е. нулевых (0), было подсчитано в мазке гемолимфы в количестве 12 клеток, первой степени – 13, второй степени – 16, третьей степени – 22, четвертой степени – 37;

– у пчел карпатской породы: платоцитов нулевой степени – 13 клеток; первой – 12; второй – 16; третьей – 22; четвертой – 37;

– у пчел приокской породы: платоцитов нулевой степени – 27 клеток; первой – 11; второй – 13; третьей – 16; четвертой – 32;

– у пчел серой горной кавказской породы: платоцитов нулевой степени – 33 клетки; первой – 9; второй – 10; третьей – 16; четвертой – 32.

Сводные данные микроскопических исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Группы пчел	Количество обнаруженных плазмоцитов				
	Количество обнаруженных плазмоцитов, шт.				
	0 степени	1 степени	2 степени	3 степени	4 степени
1 группа (итало-карпатская порода)	12	13	16	22	37
2 группа (карпатская порода)	13	12	16	22	37
3 группа (приокская порода)	27	11	13	16	32
4 группа (серая горная кавказская порода)	33	9	10	16	32

По приведенной выше формуле подсчитали средний цитохимический индекс кислой фосфотазы в гомогенате из органов и тканей пчел по всем четырем породным группам. Сводные данные подсчета отражены в таблице 2.

Таблица 2

Средний цитохимический индекс	
Группы пчел	Средний цитохимический индекс
1 группа (итало-карпатская порода)	2,59
2 группа (карпатская порода)	2,58
3 группа (приокская порода)	2,13
4 группа (серая горная кавказская порода)	2,05

Предложенный способ показывает непосредственное содержание изучаемого фермента в гомогенате из органов и тканей у пчел.

По активности кислой фосфатазы определяют состояние микробицидных систем гемолимфы, принимающих участие в формировании неспецифической резистентности организма пчел.

Активность кислой фосфатазы в платоцитах гемолимфы определяется по четырём ступеням.

Средний цитохимический индекс у пчел разных пород варьирует, что обусловлено видовыми особенностями организма насекомого.

Высокие показатели среднего цитохимического индекса (2,59) в первой группе пчел итало-карпатской породы указывают на высокую активность фермента кислой фосфатазы в органах и тканях у пчел, и, следовательно, высокое состояние иммунного статуса организма пчел данной породы.

**Заключение.** Определение активности кислой фосфатазы в мазках гомогената из органов и тканей является одним из важных тестов диагностики иммунитета организма пчел. Данная методика позволяет экспресс-методом определить микробицидные свойства организма пчел путем определения активности кислой фосфатазы в платоцитах, находящихся в гомогенате из органов и тканей. На практике данный метод является наиболее быстрым и точным, по сравнению с известным методом определения кислой фосфатазы в сыворотке крови у теплокровных животных, как с научной, так и с экономической точки зрения, за счет правильного подбора сочетания компонент. Способ позволяет уменьшить материальные затраты и время на определение исследуемого показателя.

#### Библиографический список

1. Троцук, О. О. Приокские пчелы в Рязанской области / О. О. Троцук, М. О. Короткова, Д. В. Колесниченко // Пчеловодство. – 2015. – № 6. – С. 14-16.
2. Зюман, Б. В. Устойчивость пчел к заболеваниям / Б. В. Зюман, А. П. Шариков, Н. И. Лобаченко // Пчеловодство. – 1987. – № 5. – С. 12.
3. Сердюченко, И. В. Микробиоценоз кишечного тракта медоносных пчел и его коррекция : дис. ... канд. ветеринар. Наук : 06.02.02 / Сердюченко Ирина Владимировна. – Краснодар, 2013. – 145 с.
4. Морева, Л. Я. Статистический анализ комплекса признаков пчел серой горной кавказской породы / Л. Я. Морева, И. А. Морев, А. В. Абрамчук, Л. С. Пимахова [и др.] // Труды Русского энтомологического общества. – 2013. – Т. 84, № 1. – С. 29-33.
5. Гумовский, И. Е. Изучение хозяйственно-полезных признаков пчел карпатской породы в условиях Московской и Рязанской областей // Аграрная Россия. – 2013. – № 9. – С. 9-10.
6. Литвинова, А. Р. Достоинства и недостатки пчел карпатской породы / А. Р. Литвинова, И. В. Сердюченко, В. И. Терехов, А. А. Шевченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : мат. X Всероссийской конф. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 237-238.
7. Serdyuchenko, I. V. Quantitativ evaluation of microflora the digestive tract of bees before and after wintering / I. V. Serdyuchenko // International conference on advanced engineering, science and technology : conference proceedings. – Netherlands : Rotterdam, 2017. – P. 74-79.

## МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРНО-ПЕСТРЫХ И ГОЛШТИНСКИХ БЫЧКОВ

**Свитенко Олег Викторович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Разведение сельскохозяйственных животных и зоотехнологии», ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.  
E-mail: o.svitenko@yandex.ru

**Ключевые слова:** бычки, порода, масса, продуктивность, голштинская, черно-пестрая, мясная.

*Цель исследований – увеличение производства говядины и повышение его рентабельности. Ведущее место в мясном балансе страны принадлежит говядине, что объясняется ее пищевыми достоинствами, способностью крупного рогатого скота эффективно использовать отходы зернового производства, дешевые грубые корма, пастбищную траву, отходы пищевых производств, давать высокие приросты при значительно меньшем, чем у других видов животных, расходе концентрированных кормов. Увеличение производства говядины и полное удовлетворение потребностей населения в мясных продуктах питания – приоритетная задача сельского хозяйства на современном этапе. Для проведения исследований методом пар-аналогов сформировали 2 подопытные группы бычков, по 20 голов каждая. В первую контрольную группу были отобраны чистопородные бычки черно-пестрой породы, во вторую опытную группу – чистопородные бычки голштинской породы. В течение роста животных определяли их живую массу, вычисляли среднесуточные и валовые приросты. В ходе исследований изучалось изменение живой массы подопытных бычков в следующие возрастные периоды: при рождении, в 6 месяцев, в 12 месяцев, в 15 месяцев, и в 18-месячном возрасте. Мясную продуктивность изучали путем контрольного убоя 3-х животных из каждой группы в 18-месячном возрасте. Проведенными исследованиями установлено, что по живой массе, валовым, среднесуточным приростам бычки голштинской породы превосходят сверстников черно-пестрой породы. Бычки опытной группы голштинской породы имели более высокую живую массу перед убоем – 502,3 кг, у аналогов контрольной группы она составила 447,4 кг. По массе туши бычки опытной группы превосходили подопытных бычков контрольной группы на 40,8 кг или на 17,6%. Оценка эффективности выращивания бычков показала, что наиболее рентабельно выращивать бычков голштинской породы в сравнении с аналогами черно-пестрой породы.*

Ведущее место в мясном балансе страны принадлежит говядине, что объясняется как ее пищевыми достоинствами, так и широким распространением крупного рогатого скота, его способностью эффективно использовать отходы зернового производства, дешевые грубые корма, пастбищную траву, отходы пищевых производств, давать высокие приросты при значительно меньшем, чем у других видов животных, расходе концентрированных кормов [4].

Приоритетной задачей сельского хозяйства на современном этапе остается увеличение производства говядины и полное удовлетворение потребностей населения в мясных продуктах питания [1].

Задача сельхозпроизводителей состоит в том, чтобы в условиях рыночной конкуренции обеспечить максимальное производство и сбыт местной продукции, доведя потребление мяса до физиологически обоснованных норм: 80-82 кг на человека в год, в том числе говядины 30-35 кг. Решение данного вопроса должно осуществляться в особых условиях перехода к рынку за счет ускоренного роста производства говядины [2, 7].

**Цель исследований** – увеличение производства говядины и повышение его рентабельности.

**Задача исследований** – сравнительное изучение мясной продуктивности бычков черно-пестрой и голштинской породы.

**Материалы и методы исследований.** Для исследований были сформированы 2 группы по 20 голов подопытных животных. В первую контрольную группу были отобраны чистопородные бычки черно-пестрой породы, во вторую опытную группу – чистопородные бычки голштинской породы. Возраст всех животных в группах был одинаков, они были аналогичны.

Весовой рост подопытного молодняка учитывали путём проведения ежемесячных

взвешиваний, на основании чего рассчитывали среднесуточный прирост живой массы и относительную скорость роста [5, 6].

Расход кормов учитывали еженедельно методом контрольного кормления животных. Взвешивали количество заданных кормов и их съеденных остатков и по разнице определяли фактическую поедаемость. На основании полученных данных установили оплату корма продукцией – показатель, отражающий количество продукции, полученной от животных в расчёте на единицу потребленного ими корма.

**Результаты исследований.** В созданных условиях кормления и содержания подопытные бычки росли и развивались неодинаково. Изменение живой массы бычков представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Динамика живой массы бычков, М±m, кг

Возраст, мес.	Черно-пестрая порода	Голштинская порода
При рождении	28,2±0,24	30,1±0,28
3	92,5±3,24	116,2±1,24
6	175,3±1,10	198±0,85
12	326,8±1,08	359,7±1,27
18	461,2±2,52	518,9±4,27

С возрастом живая масса у бычков увеличивается не в одинаковой степени. Голштинские бычки с возрастом все больше превосходят по живой массе аналогов черно-пестрой породы. При рождении, например, голштинские бычки превосходят своих сверстников лишь на 1,9 кг, в 6 месяцев этот разрыв составляет 22,7 кг, а в 18 месяцев – 57,7 кг.

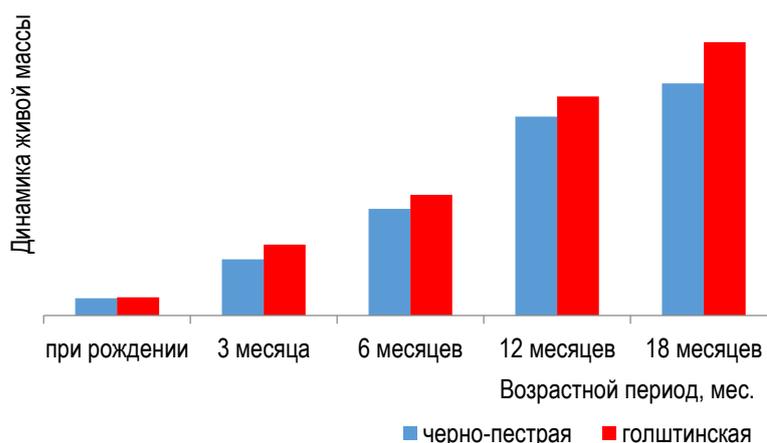


Рис. 1. Изменение живой массы подопытных бычков

Изменение валового прироста бычков голштинской и черно-пестрой породы показано в таблице 2.

Таблица 2

Валовый прирост подопытных бычков, кг

Возрастной период, мес.	Черно-пестрая порода	Голштинская порода
0-3	64,3	86,1
3-6	82,8	81,8
6-12	151,5	161,7
12-18	134,4	159,2
Всего	433	488,8

На основании полученных данных были построены графики, показывающие изменение валового прироста бычков на протяжении периодов выращивания (рис. 2).

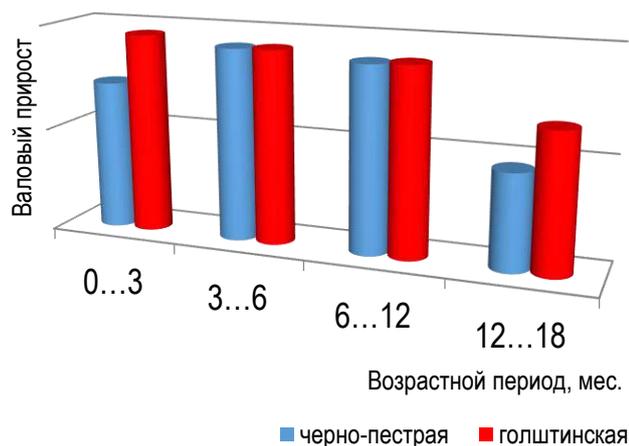


Рис. 2. Изменение валового прироста бычков

На протяжении всего наблюдения за экспериментальной группой, голштинские бычки опережали своих сверстников по среднесуточному привесу. Особенно это просматривается в периоды от 0 до 3 месяцев и от 12 до 18 месяцев. Из таблицы 2 и рисунка 2 видно, что в период 0-3 месяца прирост живой массы значительно выше у голштинских бычков, чем у черно-пестрых. Однако в период 3-6 месяцев черно-пестрые бычки превосходят голштинских по приросту живой массы. А в последующие периоды выращивания (6-12, 12-18 мес.) голштинские бычки имеют больший прирост живой массы, чем аналоги черно-пестрой породы.

После достижения 18-месячного возраста из каждой подопытной группы методом случайной выборки было отобрано по 3 бычка и проведен контрольный убой. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Убойные показатели бычков

Показатель	Порода	
	черно-пестрая	голштинская
Съемная живая масса, кг	461,2	518,9
Живая масса перед убоем, кг	447,4	502,3
Масса туши, кг	231,3	272,1
Масса внутреннего жира, кг	11,2	10,7
Убойная масса, кг	242,5	282,8
Убойный выход, %	54,2	56,3

Бычки голштинской породы опытной группы имели более высокую живую массу перед убоем – 502,3 кг, у аналогов контрольной группы она составила 447,4 кг (табл. 3).

По массе туши бычки опытной группы превосходили подопытных бычков контрольной группы на 40,8 кг или на 17,6%.

Определили массу внутреннего жира у подопытных бычков. Наибольшее его количество находилось в тушах животных опытной группы черно-пестрой породы – 11,2 кг, в туше сверстников контрольной группы – 10,7 кг.

Убойная масса бычков голштинской породы больше в сравнении с аналогами черно-пестрой на 40,3 кг.

Убойный выход у бычков контрольной группы составлял 54,2%, а опытной соответственно – 56,3%.

**Заключение.** Результаты проведенного научно-хозяйственного опыта позволяют сделать следующие выводы:

- проведенными исследованиями установлено, что по живой массе, валовым, среднесуточным приростам бычки голштинской породы превосходят сверстников черно-пестрой породы;

- бычки голштинской породы имели более высокую предубойную массу, она составила 447,4 кг, у аналогов черно-пестрой породы этот показатель составил 502,3 кг;
  - убойный выход у бычков контрольной группы составлял 54,2%, а опытной – 56,3%.
- Использование при производстве говядины бычков голштинской породы более рентабельно в сравнении с аналогами черно-пестрой породы.

#### Библиографический список

1. Григорьева, М. Г. Воспроизводительная способность завезенного в Краснодарский край мясного скота / М. Г. Григорьева, О. В. Свитенко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей. – Краснодар : КубГАУ. – 2012. – С. 285-286.
2. Левахин, В. Влияние состава и качества рационов на мясную продуктивность молодняка / В. Левахин, Е. Ажмулдинов, А. Ибраев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №6. – С. 31.
3. Свитенко, О. В. Морфологический состав туш и химический состав мяса голштинских бычков / О. В. Свитенко, В. В. Затулеев // Наука в современном информационном обществе : материалы VIII международной научно-практической конференции. – Н.-и. ц. «Академический». – 2016. – Т. 2. – С. 63-65.
4. Тузов, И. Н. Откорм бычков молочных пород / И. Н. Тузов // Сборник статей Международной научно-практической конференции : в 4 ч. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – С. 57-60.
5. Тузов, И. Н. Создание отрасли мясного скотоводства в Краснодарском крае / И. Н. Тузов // Сборник статей международной научно-практической конференции : в 8 ч. – Уфа : Аэтерна. – 2016. – С. 25-27.
6. Шевхужев, А. Ф. Динамика роста бурого швицкого и калмыцкого молодняка в условиях отгонно-горного скотоводства / А. Ф. Шевхужев, М. Б. Улимбашев, Р. А. Улимбашева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6. – С. 139-141.
7. Шевхужев, А. Ф. Эффективность производства говядины при использовании ресурсосберегающей технологии / А. Ф. Шевхужев, Д. Р. Смакуев, А. М. Шевхужев // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения : материалы Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородская ГСХА. – 2012. – С. 173-176.

## Содержание

### СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Васин А. В., Кожевникова О. П., Карлов Е. В.</i> Влияние регуляторов роста на продуктивность сортов ячменя при разных уровнях минерального питания.....	3
<i>Зудилин С. Н., Гниломедов Ю. А.</i> Эффективность основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья.....	11
<i>Троц Н. М., Сергеева М. Н.</i> Влияние природных адсорбентов на аккумуляцию тяжелых металлов в зерне сои.....	15
<i>Калмыкова Е. В. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ), Петров Н. Ю. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ)</i> Удобрение сладкого перца в безрассадной культуре на светло-каштановых почвах Волгоградской области.....	19
<i>Бутайкин В. В. (ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева), Истихин С. В. (ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева), Березин М. А. (ФГБОУ ВО Мордовский ГУ им. Н. П. Огарева)</i> Влияние антропогенных факторов на плодородие серых лесных почв.....	24
<i>Калмыкова Е. В. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ), Петров Н. Ю. (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ)</i> Элементы повышения урожайности томата в условиях Нижнего Поволжья.....	27

### ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Крючин Н. П., Крючин А. Н.</i> Результаты исследований влияния конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата на равномерность дозирования семян.....	34
<i>Уханов Д. А. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ), Уханов А. П. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ), Мухатаев Н. А. (ФГБОУ ВО Пензенский ГУ), Перов В. А. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ)</i> Автоматизированная система управления работой бензинового впрыскового двигателя в режиме холостого хода.....	39
<i>Быченин А. П., Володько О. С., Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С.</i> Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей.....	44
<i>Зайцев В. Ю. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ), Коновалов В. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ), Вольников М. И. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ), Петров А. М. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА)</i> Определение реакций в креплениях опорного рычага колесного прицепа.....	50
<i>Фомина М. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ), Чупшев А. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ), Терюшков В. П. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ), Коновалов В. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ)</i> Моделирование длительности смещения компонентов с учетом доли меньшего компонента.....	57

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Баймишев Х. Б., Ускова И. В., Китаева С. А.</i> Влияние генотипа коров голштинской породы на результаты осеменения.....	62
<i>Баймишев М. Х., Ускова И. В., Китаева С. А.</i> Коррекция репродуктивных показателей коров голштинской породы.....	65
<i>Свитенко О. В. (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина)</i> Взаимосвязь гистологического строения кожи голштинского скота с молочной продуктивностью в условиях промышленной технологии.....	70
<i>Сердюченко И. В. (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина), Гугушвили Н. Н. (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина)</i> Определение активности кислой фосфатазы гомогената из органов и тканей пчел.....	73
<i>Свитенко О. В. (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина)</i> Мясная продуктивность черно-пестрых и голштинских бычков.....	77

## Contents

### AGRICULTURE

<i>Vasin A. V., Kozhevnikova O. P., Karlov E. V.</i> Growth regulators influence for efficiency of barley grades at different levels of mineral food.....	3
<i>Zudilin S. N., Gnilomedov Yu. A.</i> The effectiveness of primary tillage in the cultivation of spring wheat In the Middle Volga Region forest-steppe.....	11
<i>Trots N. M., Sergeeva M. N.</i> Influence of natural adsorbents for accumulation of heavy metals in soy grain.....	15
<i>Kalmykova E. V. (FSBEI HE Volgograd SAU), Petrov N. Y. (FSBEI HE Volgograd SAU)</i> Fertilizer of sweet pepper in non-distribution culture on light-chestnut soils of Volgograd region.....	19
<i>Butyaykin V. V. (FSBEI HE Mordovia SU of N. P. Ogarev), Istikhin S. V. (FSBEI HE Mordovia SU of N. P. Ogarev), Berezin M. A. (FSBEI HE Mordovia SU of N. P. Ogarev)</i> The influence of anthropogenic factors for the fertility of gray forest soils.....	24
<i>Kalmykova E. V. (FSBEI HE Volgograd SAU), Petrov N. Y. (FSBEI HE Volgograd SAU)</i> Elements to increase the yield of tomato in the conditions of the Low Volga Region.....	27

### TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Kryuchin N. P., Kryuchin A. N.</i> Researches results of constructive and technological parameters of the disk and bayonet sowing device influence for of dispensing seeds uniformity.....	34
<i>Ukhanov D. A. (FSBEI HE Penza SAU), Ukhanov A. P. (FSBEI HE Penza SAU), Mukhatayev N. A. (FSBEI HE Penza SAU), Perov V. A. (FSBEI HE Penza SAU)</i> The automatic control system for operation of petrol injection engine at idle apeed mode.....	39
<i>Bychenin A. P., Volod'ko O. S., Erzamaev M. P., Sazonov D. S.</i> Influence of oleic acid for autotractor diesel fuel tribological properties.....	44
<i>Zaitsev V. Yu. (FSBEI HE Penza STU), Konovalov V. V. (FSBEI HE Penza STU), Vol'nikov M. I. (FSBEI HE Penza STU), Petrov A. M. (FSBEI HE Samara SAA)</i> Reactions determination of the wheel trailer mounting linkage.....	50
<i>Fomina M. V. (FSBEI HE Penza SAU), Chupshev A. V. (FSBEI HE Penza SAU), Teryushkov V. P. (FSBEI HE Penza SAU), Konovalov V. V. (FSBEI HE Penza STU)</i> Simulation of the comparent mixing duration according to less componen portion.....	57

### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Baymishev H. B., Uskova I. V., Kitaeva S. A.</i> Influence of the holstein cows genotype for the results of insemination.....	62
<i>Baymishev M. H., Uskova I. V., Kitaeva S. A.</i> Correction of reproductive indicators of holstein cows.....	65
<i>Svitenko O. V. (FSBEI HE Kuban SAU named I. T. Trubilina)</i> Relationship of the holstein cattle skin histological structure with dairy productivity in conditions of industrial technology.....	70
<i>Serdyuchenko I. V. (FSBEI HE Kuban SAU of I. T. Trubilin), Gugushvili N. N. (FSBEI HE Kuban SAU of I. T. Trubilin)</i> Determining the activity of acid phosphatase in the homogenate of organs and tissues of bees.....	73
<i>Svitenko O. V. (FSBEI HE Kuban SAU named I. T. Trubilina)</i> Meat productivity of black-white and holstein bull-calves...	77