

# Известия

САМАРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

DOI 10.12737/issn.1997-3225

16+

Выпуск 1

2019

# **ИЗВЕСТИЯ**

**Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии**

**ЯНВАРЬ-МАРТ Вып.1/2019**

Самара 2019

# **Bulletin**

**Samara State  
Agricultural Academy**

**JANUARY-MARCH Iss.1/2019**

Samara 2019

УДК 619  
И-33

# Известия

Самарской государственной  
сельскохозяйственной академии

Вып.1/2019

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

**УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:**

ФГБОУ ВО 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Редакция научного журнала:**

*Петрова С. С.* – ответственный редактор

*Меньшова Е. А.* – технический редактор

*Федорова Л. П.* – корректор

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

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии

ООО «Слово»

г. Самара, ул. Песчаная, 1

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в каталоге «Почта России» – 72654

Цена свободная

Подписано в печать 14.03.2019

Формат 60×84/8

Печ. л. 15,63

Тираж 1000. Заказ №1772

Дата выхода 28.03.2019

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

UDK 619  
I-33

# Bulletin

Samara State Agricultural  
Academy

Iss.1/2019

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

**ESTABLISHER and PUBLISHER:**

FSBEI HE Samara SAA  
446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, 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 Plant Growing and Agriculture department, FSBEI HE Samara SAA.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Edition science journal:**

*Petrova S. S.* – editor-in-chief

*Men'shova E. A.* – technical editor

*Fedorova L. P.* – proofreader

Editorial office: 446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, 2 Uchebnaya str.

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House

LLC « Slovo »

Samara, 1 Peshchanaya str.

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription index in catalog «Mail of Russia» – 72654

Price undefined

Signed in print 14.03.2019

Format 60×84/8

Printed sheets 15,63

Print run 1000. Edition №1772

Publishing date 28.03.2019

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

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/27819/

УДК 633.2:633.12

### ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИВИДОВОГО АГРОФИТОЦЕНОЗА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

**Карлова Ирина Валерьевна**, аспирант кафедры «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Irishka\_karpova@list.ru

**Васин Василий Григорьевич**, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Растениеводство и земледелие», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: vasin\_vg@ssaa.ru

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

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

E-mail: vasin\_av@ssaa.ru

**Ключевые слова:** травостой, побегообразование, высота, масса, стимулятор, многолетние, поливидовой, надземная.

*Цель исследований – формирование поливидового сенокосно-пастбищного травостоя на основе кострца безостого при применении стимуляторов роста в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Использование в растениеводстве стимуляторов роста наряду с другими агротехническими приемами интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является одним из наиболее актуальных и перспективных приемов повышения продуктивности посевов. Исследования проводились в кормовом севообороте научно-исследовательской лаборатории «Корма» кафедры растениеводства и земледелия Самарской государственной сельскохозяйственной академии по методике полевого опыта с учетом методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. В статье приводятся результаты исследований за 2015–2018 гг. с оценкой показателей качества семян, полноты всходов, высоты растений и прироста надземной массы. Изучение травостоя на основе кострца безостого показало, что хорошие показатели имеют параметры формирования травостоя с бобовыми компонентами. Наилучший вариант – Кострец Безостый + Кострец Прямой + Эспарцет Песчаный, не уступает ему по показателям травостой – Кострец Безостый + Кострец Прямой + Люцерна Синегибридная. Наблюдения показали: рост стеблей в высоту происходит постепенно с начала вегетации (от фазы кущения у злаковых и ветвления у бобовых) до фазы плодообразования; чем больше в травосмеси компонентов, тем выше ее продуктивность. Применение стимуляторов роста (Гуми 20М и Матрица Роста) ведет к изменениям параметров травостоев и накоплению надземной массы. Наибольшие показатели наблюдаются в фазу плодообразования с максимальными значениями в травосмесях с бобовыми компонентами.*

## FORMATION OF MIXED AGRO-PHYTOCENOSIS OF PERENNIAL GRASSES UNDER THE GROWTH STIMULANTS USE

**Karlova I. V.**, Post Graduate student of the department «Crop production and agriculture», FSBEI HE Samara SAA. 446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'sky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: Irishka\_karpova@list.ru

**Vasin V. G.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the department «Crop production and agriculture», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: vasin\_vg@ssaa.ru

**Vasin A. V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Crop production and agriculture», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: vasin\_av@ssaa.ru

**Key words:** herbage, tillering, height, weight, stimulant, perennial, mixed, overhead.

The purpose of the research is the formation of mixed hay-pasture grass-based costretsa; the application of growth stimulants in the Middle Volga region forest-steppe conditions. Growth stimulants use for plant growing along with other agrotechnical methods of intensive technologies of crop cultivation is absolutely relevant and advantageous method of increasing the productive efficiency. The studies were conducted by the fodder crop rotation laboratory staff of The Department of plant growing and agriculture of the Samara State Agricultural Academy on the base of field experience, taking into account the technical tips for field experiments with fodder crops. The article stipulates the results of studies taking into account the period between 2015-2018, with the assessment of seed quality, seedling emergence, plant height and overhead weight gain. The study of the herbage on the basis of the Awnless brome showed that good indicators of herbage formation parameters are achieved with bean components use. The best option Awnless brome + Smooth brome + Hungarian sainfoin, but mixture Awnless brome + Smooth brome + Alfalfa Sinegibridnaya provides herbage quality as well. Observations showed that the growth of culm in height occurs gradually from the beginning of vegetation (the grass tillering phase and branching in legumes) to the phase of fruit formation; the more components in the grass mixture, the higher its productivity. The use of rosta stimulants (Gumi 20M and Growth Matrix) leads to change in the parameters of herbage and the accumulation of overhead mass. The highest rates are observed in the phase of fruit formation with the maximum values in the grass-mixtures with bean components.

Важнейшим условием роста производства продукции животноводства является создание устойчивой кормовой базы. Одной из существенных проблем в кормопроизводстве является повышение качества кормов, так как на сегодняшний день перед агропромышленным комплексом стоит задача повысить продуктивность сельскохозяйственных животных. С целью оптимизации рационов кормления сельскохозяйственных животных необходимо обеспечить рост производства высокоэнергетических кормовых культур [5, 6, 7, 8].

Важным источником растительного кормового белка для условий лесостепной зоны Среднего Поволжья являются многолетние травы. Они дают наиболее дешевые, ранние, экологически чистые и разнообразные корма. Подбором видов трав можно создать полноценный протеино- и энергообеспеченный зеленый и сырьевой конвейер [1, 2, 3, 4].

Решать данную проблему следует путем возделывания многолетних травосмесей, которые позволяют обеспечить высокие и стабильные урожаи высококачественной зеленой массы по годам. Объектом исследований являются посевы многолетних трав как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми культурами. В настоящее время производство растениеводческой продукции не представляется возможным без использования стимуляторов роста и развития растений [10]. Применение в растениеводстве стимулирующих веществ наряду с инновационными технологиями возделывания полевых и кормовых культур сегодня является одним из наиболее актуальных и перспективных приемов повышения урожайности и качества продукции растениеводства [1, 2, 3].

Использование различных стимуляторов роста растений с целью повышения продуктивности и качества сельскохозяйственных культур привлекает внимание многих исследователей. В литературе иногда высказываются и противоположные мнения относительно возможности выявления

эффекта стимуляции и широкого применения различных природных и синтетических препаратов в растениеводстве [10]. Несомненно, что для окончательного решения вопроса немаловажное значение приобретает понимание взаимосвязи тех явлений, которые могут быть охарактеризованы как реакция растений на воздействие стимулятора роста, в связи с этим и проведены исследования.

**Цель исследований** – формирование поливидового сенокосно-пастбищного травостоя на основе костреца безостого при применении стимуляторов роста в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Задача исследований** – дать оценку параметрам формирования травосмесей многолетних трав на основе костреца безостого при применении стимуляторов роста Гуми 20М и Матрица Роста в фазу третьего листа у бобовых компонентов.

**Материалы и методы исследований.** Полевой опыт по совершенствованию приёмов возделывания и использования сенокосно-пастбищного травостоя в условиях лесостепи Среднего Поволжья закладывался в мае 2015 г. в кормовом севообороте научно-исследовательской лаборатории «Корма» кафедры растениеводства и земледелия Самарской ГСХА. Почва опытного участка чернозем обыкновенный остаточно-карбонатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием органического вещества 6,9% ГОСТ 26213-91, фосфора подвижного 62,2 мг/кг ГОСТ 26204-91, калия подвижного – 230,0 мг/кг ГОСТ 26204-91, легкогидролизуемого азота – 64,0 мг/кг. В опытах исследования проводились по единой общепринятой методике. Экспериментальная работа проводилась с учетом методики полевого опыта Б. А. Доспехова (1985), методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, разработанных ВНИИ им. В. В. Вильямса (1987, 1997), методики полевого и вегетационных опытов с удобрениями (1967).

В двухфакторный опыт по изучению влияния стимуляторов роста по вегетации посевов многолетних трав входили:

Без обработки и обработка стимуляторами (фактор А): Матрица Роста – 0,3 л/га, Гуми 20М – 0,3 л/га в фазу третьего листа у бобовых компонентов.

Варианты травосмесей (В):

1. Кострец безостый;
2. Кострец безостый + кострец прямой;
3. Кострец безостый + кострец прямой+ эспарцет песчаный;
4. Кострец безостый + кострец прямой + люцерна синегибридная;
5. Кострец безостый + кострец прямой + лядвенец рогатый.

**Результаты исследований.** Опыт по изучению сенокосно-пастбищного травостоя был заложен в мае 2015 г., когда среднедекадная температура воздуха составила 14,6 °С, а температура почвы – 9,2 °С, оптимальная для посева многолетних трав. В третьей декаде мая, во время появления всходов, средняя температура воздуха составила 16,5°С, что способствовало появлению всходов на 22-23 день после посева. Посевные качества семян высеваемых культур хорошие. Чистота семян 96-99 %. Всхожесть – от 68-94%. Варианты опыта предусматривали использование посевов многолетних трав на зеленый корм и на сено, с определенными нормами высева трав (табл. 1).

Таблица 1

Норма высева травосмесей без черноголовника многобрачного

№	Культуры	Норма высева	
		кг/га	млн всхожих семян на га
1	Кострец безостый	32,8	5,5
2	Кострец безостый + кострец прямой	16,7	2,8
		17,6	3,5
3	Кострец безостый + кострец прямой+ эспарцет песчаный	12,0	2,0
		17,6	3,5
		77,2	3,0
4	Кострец безостый + кострец прямой+ люцерна синегибридная	12,0	2,0
		17,6	3,5
		16,2	5,0
5	Кострец безостый + кострец прямой+ лядвенец рогатый	12,0	2,0
		17,6	3,5
		7,79	5,0

Перед посевом для подсчета нормы высева определялись посевные качества семян высеваемых культур их чистота и всхожесть, и масса 1000 семян (табл. 2).

Таблица 2

Посевные качества семян высеваемых культур, 2015 г.

№	Культуры	%		Масса 1000 семян, г
		Чистота	Всхожесть	
1	Кострец безостый	98	70	4,1
2	Кострец прямой	96	78	3,7
3	Эспарцет песчаный	96	72	18,6
4	Люцерна синегибридная	97	76	2,0
5	Лядвенец рогатый	96	80	1,2

Максимальная полнота всходов костреца безостого наблюдается в травосмеси с кострцом безостым и лядвенцем рогатым при густоте стояния растений 180 шт./м<sup>2</sup>, что составляет около 86,13%. Кострец прямой – 163 шт./м<sup>2</sup>, 46,57% в травостое с кострцом прямым и люцерной.

Полнота всходов у эспарцета была 31,67%, формирование всходов – 95 шт./м<sup>2</sup>. Низкая полнота всходов была отмечена у лядвенца рогатого – 17,00%, 85 шт./м<sup>2</sup> (табл.3).

Таблица 3

Полнота всходов сенокосно-пастбищного травостоя на основе костреца безостого, 2015 г.

№	Культуры	Норма высева	
		количество растений, шт./м <sup>2</sup>	полнота всходов, %
1	Кострец безостый	122	22,18
2	Кострец безостый + кострец прямой	119	42,50
		142	40,57
3	Кострец безостый + кострец прямой+ эспарцет песчаный	120	60,00
		114	32,57
		95	31,67
4	Кострец безостый + кострец прямой+ люцерна синегибридная	157	78,50
		163	46,57
		148	29,60
5	Кострец безостый + кострец прямой+ лядвенец рогатый	180	86,13
		120	34,29
		85	17,00

Существенным фактором воздействия на растения в год исследований были погодные условия. Характер их изменений во время вегетации изучаемых культур нашёл отражение на росте и развитии растений.

Плотность компонентов травостоя больше в многовидовых сообществах, ввиду ярусного размещения надземных и подземных органов растений, хотя при чрезмерной загущенности возникает угнетение видов с медленным темпом развития, но благодаря быстрому развитию костреца безостого и прямого, растения смогли сформировать хорошую корневую массу, за счет чего уйти от июньской засухи (выпало 0,5 мм вместо 39 мм). Это связано в первую очередь с биологическими особенностями изучаемых многолетних злаковых трав. Данные растения относятся к мезоксерофитам, для набухания и прорастания семян им требуется небольшое количество воды, 30-35% от массы семян. Отсутствие осадков, а также высокие дневные и ночные температуры, приводят к гибели всходов многолетних бобовых трав, которые не успели сформировать полноценную корневую систему.

Побегообразование растений осенью 2015 г. ниже, чем в последующие годы развития. Наибольшая полнота побегообразований отмечена у костреца безостого в травосмеси с кострцом прямым и лядвенцем – 154 шт./м<sup>2</sup>. Хорошие показатели в травостое с люцерной – 128 шт./м<sup>2</sup> и двумя видами костреца 133-135 шт./м<sup>2</sup>. В период с июня по август 2015 г. температура воздуха была несколько выше среднемноголетних данных, на 2,7, 0,5, и 0,3<sup>0</sup>С соответственно, что отрицательно сказалось на формировании травостоя. Незначительное количество осадков, выпавших в данный период, только усугубило состояние многолетних трав, что привело к снижению побегообразования.

Побегообразование в период вегетации 2016 г. проходило интенсивно. Перезимовка многолетних культур была хорошей, так как зима выдалась теплой. Благодаря теплоте апреля и выпавшим осадкам (68,3 мм) проходило интенсивное отрастание многолетних трав. Было сформировано побегов у костреца безостого 165 шт./м<sup>2</sup>.

Выпавшие осадки в июле (55,2 мм) и в сентябре в первой декаде (42,0 мм) привели к хорошему отрастанию после укуса 29 июня. Максимальное побегообразование было отмечено у костреца безостого с лядвенцем рогатым – 175 шт./м<sup>2</sup>, в двухкомпонентных – 159 шт./м<sup>2</sup>, среди бобовых культур лучшими показателями была люцерна (124 шт./м<sup>2</sup>), эспарцет (121 шт./м<sup>2</sup>).

Среднесуточная температура в мае 2017 г. была 13,8<sup>0</sup>С, немного ниже среднесуточных данных (14,0<sup>0</sup>С), но количество выпавших осадков за май (70,4 мм) и весь июнь (129,8 мм) сыграли значимую роль в росте и развитии многолетних трав.

Количество костреца безостого в травостое варьируется от 176 до 196 шт./м<sup>2</sup>, костреца прямого от 149 до 189 шт./м<sup>2</sup>, эспарцет песчаный – 139 шт./м<sup>2</sup>, люцерна синегибридная – 168 шт./м<sup>2</sup>, лядвенец рогатый – 119 шт./м<sup>2</sup>.

Июль 2017 г. отличался недостаточным увлажнением (сумма осадков была меньше нормы в 2 раза) на фоне средних температур. В августе осадков за весь месяц выпало около 1,3 мм (среднесуточные данные – 44 мм), что привело к снижению сохранности растений к осени 2017 года.

Несмотря на неблагоприятные погодные условия 2018 г., многолетние травы показали неплохие результаты, но из-за возвращения холодов в апреле и похолодания в июне, количество побегообразований снилось.

Так почти в два раза сократилось количество побегов лядвенца рогатого в сенокосно-пастбищном травостое – 56 шт./м<sup>2</sup> весной и 49 шт./м<sup>2</sup> осталось после укуса. Количество побегов эспарцета снизилось от 117 шт./м<sup>2</sup> весной до 95 шт./м<sup>2</sup> в осенний период, количество побегообразований люцерны 130 шт./м<sup>2</sup> (весна) – 125 шт./м<sup>2</sup> (осень). Побегообразования костреца безостого были ниже, чем в первый год образования – 162 шт./м<sup>2</sup> в весенний период, 133 шт./м<sup>2</sup> в осенний период развития, костреца прямого – 162 шт./м<sup>2</sup> (весна), 121 шт./м<sup>2</sup> (осень) (табл. 4).

Таблица 4

Побегообразование растений в травосмесях на основе костреца безостого 2015-2018 гг.

№	Культуры	Количество побегов, шт./м <sup>2</sup>							
		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	
1	Кострец безостый	100	165	160	176	172	156	141	
2	Кострец безостый	100	168	159	175	168	161	152	
	Кострец прямой	121	149	131	159	151	138	123	
3	Кострец безостый	98	148	140	159	152	143	133	
	Кострец прямой	94	138	134	147	144	133	127	
	Эспарцет песчаный	78	125	121	139	137	117	95	
4	Кострец безостый	135	169	153	179	174	159	147	
	Кострец прямой	133	173	167	189	183	162	154	
	Люцерна синегибридная	128	159	142	168	164	130	125	
5	Кострец безостый	154	185	175	196	191	162	158	
	Кострец прямой	99	141	133	152	149	136	121	
	Лядвенец рогатый	78	97	88	119	112	56	49	

Динамика линейного роста – показатель, характеризующий интенсивность прироста длины стебля в зависимости от погодных условий, минерального питания, а также вида растений, способов посева, норм высева. Сложившиеся погодные условия за три года исследований способствовали благоприятному процессу роста многолетних трав.

У изучаемых культур отмечены определенные закономерности изменения линейных размеров. Наблюдения показали, что рост стеблей в высоту происходит в начале вегетации постепенно от фазы кущение – ветвление до фазы плодообразования.

При исследовании растений на высоту стоит отметить, что максимальные значения были получены в фазу плодообразования культур при обработке стимуляторами роста Гуми 20М и Матрица Роста (табл. 5).

При обработке препаратом Матрица Роста в фазе плодоношения длина стебля костреца безостого 49-84 см, высота костреца прямого 41-70 см, высота эспарцета песчаного 33-63 см, люцерны синегибридной 28-48 см, лядвенца рогатого 17-25 см. Лучшие показатели длины стебля растений наблюдаются в фазе плодообразования растений при обработке препаратом Гуми 20 М: высота костреца безостого 51-87 см, костреца прямого 44-86 см, эспарцета песчаного 37-96 см, люцерны 29-63 см, лядвенца 28-40 см.

Таблица 5

Высота сенокосно-пастбищного травостоя на основе костреца безостого (средние значения),  
2016-2018 гг., см

Обработка по вегетации	Варианты	Кущение (ветвление)	Выход в трубку (бутизация)	Колошение (цветение)	Плодообразование
Контроль	Кострец Б.	48	56	64	68
	Кострец Б.	39	57	63	70
	Кострец П.	37	46	49	54
	Кострец Б.	42	59	63	69
	Кострец П.	36	58	59	64
	Эспарцет П.	36	51	78	86
	Кострец Б.	46	50	61	59
	Кострец П.	41	46	55	49
	Люцерна С.	25	36	47	53
	Кострец Б.	39	44	51	83
	Кострец П.	35	41	46	76
	Лядвенец Р.	16	22	28	30
Матрица Роста	Кострец Б.	49	49	58	70
	Кострец Б.	40	50	66	84
	Кострец П.	34	45	53	71
	Кострец Б.	37	59	64	73
	Кострец П.	31	55	60	70
	Эспарцет П.	33	48	68	63
	Кострец Б.	46	50	60	81
	Кострец П.	41	46	52	63
	Люцерна С.	28	34	39	48
	Кострец Б.	41	46	56	66
	Кострец П.	37	42	51	65
	Лядвенец Р.	17	19	23	25
Гуми 20М	Кострец Б.	51	65	69	75
	Кострец Б.	46	66	75	87
	Кострец П.	42	58	55	78
	Кострец Б.	42	62	67	87
	Кострец П.	36	60	63	82
	Эспарцет П.	37	56	71	96
	Кострец Б.	48	61	69	84
	Кострец П.	43	57	70	77
	Люцерна С.	29	51	56	63
	Кострец Б.	47	51	71	87
	Кострец П.	44	49	67	86
	Лядвенец Р.	28	31	34	40

При обработке препаратом Матрица Роста в фазе плодоношения длина стебля костреца безостого 49-84 см, высота костреца прямого 41-70 см, высота эспарцета песчаного 33-63 см, люцерны синегибридной 28-48 см, лядвенца рогатого 17-25 см. Лучшие показатели длины стебля растений наблюдаются в фазе плодообразования растений при обработке препаратом Гуми 20 М: высота костреца безостого 51-87 см, костреца прямого 44-86 см, эспарцета песчаного 37-96 см, люцерны 29-63 см, лядвенца 28-40 см.

Наблюдения за приходом надземной массы показали, что во всех вариантах интенсивность этого процесса во многом зависит от погодных условий, а также действия препаратов, применяемых при обработке растений.

В начальный период роста накопление надземной массы идет медленно, затем она постепенно увеличивается. На разных вариантах применения стимуляторов роста травосмеси реагируют по-разному. Прирост зеленой массы повышается со второй фазы развития растений (выход в трубку растений, бутонизация), это связано с благоприятными условиями погоды (рис. 1).

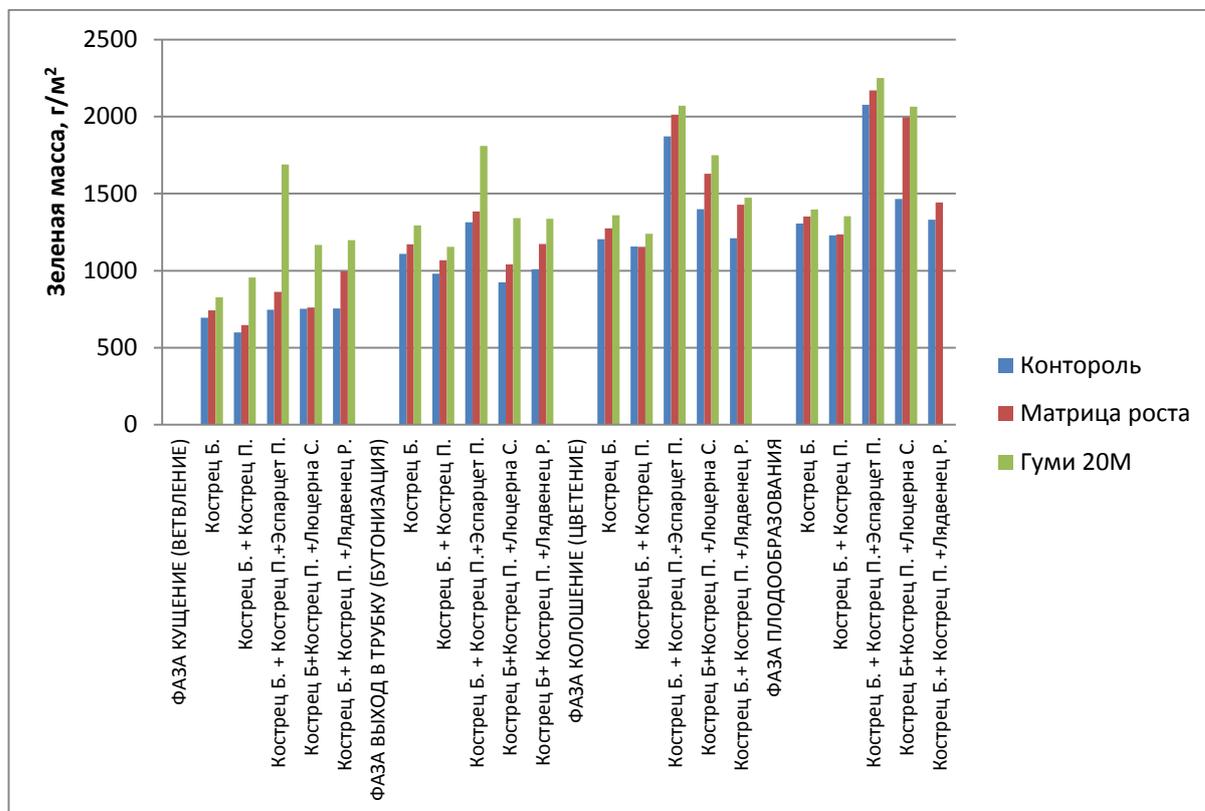


Рис. 1. Динамика прироста зеленой массы сенокосно-пастбищного травостоя на основе костреца безостого, 2016-2018 гг.

Лучший прирост зеленой массы в сенокосно-пастбищном травостое за три года наблюдался при применении стимуляторов роста. Так, например, при применении Гуми 20М можно выделить вариант Кострец Безостый + Кострец Прямой + Эспарцет Песчаный с максимальным приростом массы в фазу колошения (цветения) и плодообразования. Не уступает ему травосмесь Кострец Безостый + Кострец Прямой + Люцерна Синегибридная, а также травосмесь с лядвенцем, несмотря на то, что количество побегов в третий год уменьшилось и погодные условия были недостаточно благоприятными.

**Заключение.** Оценка погодных условий региона позволяет сделать заключение о том, что в целом погодные условия 2015-2018 гг. соответствовали требованиям для многолетних культур. Благодаря благоприятно сложившимся условиям количество побегов за период развития 2015-2018 гг. увеличилось в 1,5-2 раза по сравнению с 2015 годом. Однако в 2018 году из-за холодной погоды в начальном периоде развития культур количество побегообразования снизилось. Наблюдения показали, что рост стеблей в высоту существенно возрастает от фазы кущение/ветвление до фазы плодообразования. Максимальное накопление надземной массы отмечается в фазу плодообразования при обработке Гуми 20М в варианте Кострец безостый + Кострец прямой + Эспарцет песчаный.

#### Библиографический список

1. Васин, В. Г. Многолетние травы в чистом и смешанном посеве в системе зеленого конвейера / В. Г. Васин, А. В. Васин, Л. В. Киселева, А. А. Брагин // Кормопроизводство. – 2009. – №2. – С.14-17.
2. Васин, В. Г. Продуктивность эспарцето-кострецовой травосмеси / В. Г. Васин, В. С. Рогов, А. Ю. Полешко // Кормопроизводство. – 2009. – №2. – С. 22-24.

3. Васин, В. Г. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Самарской области / В. Г. Васин, А. В. Васин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №1. – С. 7-12.
4. Кравцов, С. В. Эспарцет песчаный в агроценозах с кострцом безостым в условиях Гомельской области / С. В. Кравцов, С. В. Гудеева // Мелиорация. – 2013. – №2 (70). – С. 100-104.
5. Дронова, Т. Н. Научные результаты исследований по многолетним травам / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3 (47). – С. 46-56.
6. Дронова, Т. Н. Расширение ассортимента многолетних бобовых трав – важнейший резерв кормопроизводства / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева [и др.] // Вопросы мелиорации. – 2008. – № 5-6. – С. 43-52.
7. Кшникаткина, А. Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых культур с использованием адаптивных нетрадиционных растений / А. Н. Кшникаткина, В. Н. Еськин, Д. И. Петров // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 35-38.
8. Подсвинова, В. А. Качественные показатели корма бобово-злаковых травосмесей в зависимости от норм высева и соотношения компонентов / В. А. Подсвинова, В. И. Свиридов // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2009. – Т. 3, №3. – С. 22-27.
9. Суровцев, В. Н. / Качество кормов – фактор повышения конкурентоспособности производства молока // Кормопроизводство. – 2009. – №2. – С. 22-24.
10. Тимошкин, О. А. Фотосинтетическая деятельность бобовых трав при применении микроудобрений и биорегуляторов / О. А. Тимошкин, О. Ю. Тимошкина, А. А. Яковлев // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №7. – С. 58-60.

#### References

1. Vasin, V. G., Vasin, A. V., Kiseleva, L. V., & Bragin, A. A. (2009). *Mноголетние травы в чистом и смешанном посевах в системе зеленого конвейера [Perennial grasses in pure and mixed sowing in the green conveyor system]. Kormoproizvodstvo – Fodder Production, 2, 14-17 [in Russian].*
2. Vasin, V. G., Rogov, V. S., & Poleshko, A. Yu. (2009). *Produktivnost ehspartseto-kostretsovoi travosmesi [Efficiency of espartse-Kostresov grass mixture]. Kormoproizvodstvo – Fodder Production, 2, 22-24 [in Russian].*
3. Vasin, V. G., & Vasin, A. V. (2011). *Sostoyanie i perspektivy razvitiia kormoproizvodstva v Samarskoi oblasti [State and prospects for the development of fodder production in the Samara region]. Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii – Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy, 1, 7-12 [in Russian].*
4. Kravtsov, S. V., & Gudeeva, S. V. (2013). *Ehsparcet peschanyi v agrocenozakh s kostretsom bezostym v usloviakh Gomeiskoi oblasti [Sandy Sainfoin in agrocenoses with a cleavage awnless in the conditions of the Gomel region]. Melioratsiia – Scientific Journal «Мелиорация», 2(70), 100-104 [in Russian].*
5. Dronova, T. N., Burtseva, N. I. & Molokantseva, E. I. (2017). *Nauchnye rezultaty issledovaniia po mnogoletnim travam [Scientific results of research on perennial grasses]. Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professionalinoe obrazovaniye – Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education, 3(47), 46-56 [in Russian].*
6. Dronova, T. N., & Burtseva, N. I. et al. (2008). *Rasshirenie assortimenta mnogoletnikh bobovykh trav – vazhneishii rezerv kormoproizvodstva [Expansion of the range of perennial legume grasses – the most important reserve of fodder production]. Voprosy melioratsii – Land Reclamation Matters, 5-6, 43-52 [in Russian].*
7. Kshnikatkina, A. N., Yes'kin, V. N., & Petrov, D. I. (2008). *Formirovanie vysokoproduktivnykh agrotsenozov kormovykh kultur s ispolizovaniem adaptivnykh netraditsionnykh rastenii [Formation of highly productive agrocenoses of forage crops using adaptive non-traditional plants]. Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya, 3, 35-38 [in Russian].*
8. Podsvirova, V. A., & Sviridov, V. I. (2009). *Kachestvennye pokazateli korma bobovo-zlakovykh travosmesei v zavisimosti ot norm vyseva i sootnosheniia komponentov [Qualitative indicators of feed of legume-grass mixtures depending on seeding rates and the ratio of components]. Proceedings of the Stavropol Scientific Research Institute of Livestock and Fodder Production '09. (pp. 22-27) [in Russian].*
9. Surovtsev, V. N. (2009). *Kachestvo kormov – faktor povysheniia konkurentosposobnosti proizvodstva moloka [The quality of feed – a factor in improving the competitiveness of milk production]. Kormoproizvodstvo – Fodder Production, 2, 22-24 [in Russian].*
10. Timoshkin, O. A., Timoshkina, O. Yu., & Yakovlev, A. A. (2013). *Fotosinteticheskaia deiatelnost bobovykh trav pri primenenii mikroudobrenii i bioregulyatorov [Photosynthetic activity of legumes using micronutrients and bioregulators]. Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICs, 7, 58-60 [in Russian].*

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

**Виноградов Дмитрий Валериевич**, д-р биол. наук, профессор кафедры «Агронимия и агротехнологии», ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева.

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

**Макарова Марина Павловна**, канд. биол. наук, консультант отдела «Финансирование и субсидирование предприятий АПК», Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области.

390006, г. Рязань, ул. Есенина, 9.

E-mail: assistent\_84@mail.ru

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибрид, урожайность, масличность, адаптивность, агробиологические.

*Цель исследований – оценка продуктивности гибридов подсолнечника в природно-климатических условиях Нечерноземной зоны России. В 2013-2017 гг. в Рязанском районе Рязанской области на темно-серой лесной почве закладывали полевой опыт, объектами исследований в котором были венгерские гибриды подсолнечника BA-306, Samanta, Nova, Walcer, Larissa. Природно-климатические условия южной части Рязанской области благоприятны для выращивания масличных культур и характеризуются следующими показателями: сумма активных температур воздуха составляет 2200-2350°C, количество осадков за вегетационный период – 510-560 мм. В результате проведенных измерений основных морфометрических параметров были определены наиболее высокорослые гибриды – Larissa и Samanta. Средняя высота растений данных гибридов достигла 219 и 205 см соответственно. Наименьшие линейные параметры отмечались у гибрида BA-306 (176 см). Наибольшая площадь ассимиляционной поверхности была сформирована растениями гибрида Walcer и составила 31,6 тыс. м<sup>2</sup>/га. Площадь листьев других венгерских гибридов подсолнечника была меньше на 11,0-19,9%. Наименьшие значения данного показателя отмечались у гибрида Nova. У гибридов Samanta, Walcer и Larissa диаметр корзинок превышал 21 см. Однако корзинки гибрида Samanta отличались наименьшей продуктивной площадью – 73,5%. Наибольшая масса 1000 семян была получена в вариантах с гибридами BA-306 и Nova и составила 61,4 и 62,2 г соответственно. По возрастанию урожайности венгерские гибриды располагались в следующем порядке: Nova, Samanta, Larissa, BA-306, Walcer. Данная закономерность наблюдалась как по средним значениям за годы исследований, так и по каждому году в отдельности. Масличность всех изучаемых гибридов подсолнечника была высокой и составила 48,4-51,2%. Установлена способность венгерских гибридов подсолнечника давать высокие урожаи хорошего качества при выращивании в условиях Рязанской области, относящейся к южной части Нечерноземной зоны.*

## AGROBIOLOGICAL FEATURES OF SUNFLOWER HYBRIDS CULTIVATION UNDER THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

**Vinogradov D. V.**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the department «Agronomy and agrotechnologies», FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University named P. A. Kostychev.

390044, Ryazan', Kostycheva street, 1.

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

**Makarova M. P.**, Candidate of Biological Sciences, Consultant of the department «Financing and investing of agricultural enterprises», the Ministry of agriculture and food of the Ryazan region.

390006, Ryazan, Yesenin street, 9.

E-mail: assistent\_84@mail.ru

**Keywords:** sunflower, hybrid, yield, oil content, adaptability, agrobiological.

The purpose of the research is to evaluate the productivity of sunflower hybrids in the climatic conditions of the Non-chernozem zone of Russia. In 2013-2017, in the Ryazan region, field experiment was conducted on dark gray forest soil, the Hungarian sunflower hybrids BA-306, Samanta, Nova, Walcer, Larissa were subjected to studies. The

natural and climatic conditions of the southern part of the Ryazan region are favorable for the cultivation of oilseeds and are characterized by the following indicators: the sum of the active air temperatures is 2200-2350°C, the rainfall during the growing period is 510-560 mm. As a result of the measurements of the main morphometric parameters, Larissa and Samanta, were identified as the tallest hybrids. The average height of plants produced by these hybrids reached 219 and 205 cm, respectively. The BA-306 hybrid (176 cm) had the smallest parameters. Walcer hybrid plants formed the largest area of the assimilation surface and amounted to 31.6 thousand m<sup>2</sup>/ha. The area of the leaves of other Hungarian sunflower hybrids was less by 11.0-19.9%. The lowest values of this indicator were observed in the hybrid Nova. In Samanta, Walcer and Larissa hybrids, the diameter of the antheridium exceeded 21 cm. However, the Samanta hybrid antheridium resulted in the smallest productive area – 73.5%. The largest mass of 1000 seeds was obtained from hybrids BA-306 and Nova and amounted to 61.4 and 62.2 g respectively. Due to the yield, the Hungarian hybrids were arranged in the following order: Nova, Samanta, Larissa, BA-306, Walcer. This pattern was observed both taken from average values over the years of research, during each year separately. The oil content of all studied sunflower hybrids was high and amounted to 48.4-51.2%. The ability of Hungarian sunflower hybrids to produce high yields of good quality when grown in the conditions of the Ryazan region, belonging to the southern part of the Non-Chernozem zone, is established.

В последние годы на рынке сельскохозяйственной продукции складывались нестабильные и трудно прогнозируемые цены на зерно. Поэтому сельскохозяйственные товаропроизводители все чаще отдают предпочтение масличным культурам. Выращивание масличных культур широкого ассортимента способствует созданию хорошего фона для последующих культур в севообороте и получению стабильной прибыли благодаря высокому спросу на маслосемена и высокой экономической эффективности их производства. Так, с 2013 года рост выручки предприятий масложировой отрасли составил 93%, в целом пищевая промышленность показала рост выручки за данный период 43% [1, 3, 5, 6].

В настоящее время существует повышенный спрос не только на зерно масличных культур, растительное масло, но и на побочные продукты, получаемые после извлечения масла, – жмыхи и шроты. Жмыхи и шроты являются ценными высокобелковыми кормами, содержащими в своем составе протеин с большим количеством незаменимых аминокислот. Так, в 1 кг подсолнечного шрота содержится, в среднем, 1,02 кормовой единицы и 363 г переваримого протеина, а в 1 кг жмыха – 1,09 кормовой единицы и 226 г переваримого протеина. Введение в рацион крупного рогатого скота концентрированных кормов, имеющих высокое содержание протеина и жира, приводит к увеличению надоев на 7-10% и повышению жирности молока на 0,2-0,3% [5, 7].

Основной масличной культурой в России является подсолнечник. Посевные площади под подсолнечником составляют около 70% от посевной площади всех масличных культур и сосредоточены на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье, Ростовской, Воронежской, Белгородской и Тамбовской областях. За последние 10 лет посевные площади в стране увеличились на 35,6%, а по отношению к 1990 году – в 2,7 раза [2, 4, 8]. С целью увеличения и стабилизации производства маслосемян подсолнечника в сложившейся экономической ситуации необходимо расширение посевных площадей в южных областях Нечерноземной зоны.

Одним из нетрадиционных регионов возделывания подсолнечника является Рязанская область. Природно-климатические условия южной части Рязанской области характеризуются следующими показателями: сумма активных температур воздуха составляет 2200-2350°C, количество осадков за вегетационный период – 510-560 мм.

Появление сортов и гибридов подсолнечника с коротким периодом вегетации, менее чувствительных к дефициту тепла, позволило значительно увеличить посевные площади под данной сельскохозяйственной культурой (рис. 1).

Однако выращивать подсолнечник на маслосемена в условиях Рязанской области не просто. Сдерживающим фактором является степень устойчивости сортов и гибридов к болезням. Погодные условия в период созревания семян в области характеризуются более низкими температурами воздуха и повышенным количеством осадков. Поэтому внедрение в производство новых сортов и гибридов, отличающихся высокой экологической пластичностью к природно-климатическим условиям региона, имеет важное значение для дальнейшего развития масличной отрасли.

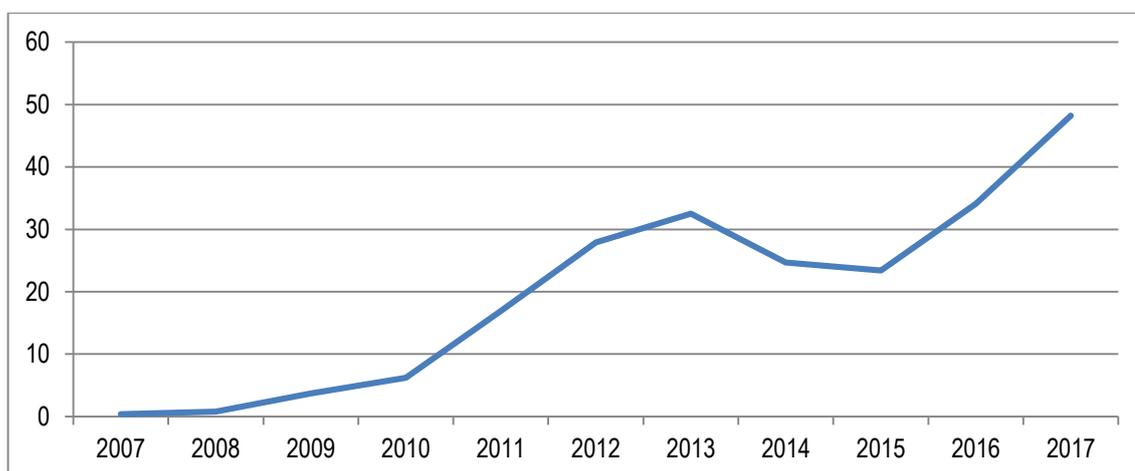


Рис. 1. Посевные площади подсолнечника на маслосемена в Рязанской области, тыс. га

**Цель исследований** – оценка продуктивности гибридов подсолнечника в природно-климатических условиях Нечерноземной зоны России.

**Задачи исследований** – провести фенологические наблюдения, определить основные морфометрические параметры, структуру урожая и урожайность гибридов подсолнечника; математическую обработку полученных результатов.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2013-2017 гг. в Рязанском районе Рязанской области. Почвенный покров опытного участка представлен темно-серой лесной почвой, характеризующейся следующими агрохимическими свойствами: гумус – 3,5%, рН – 5,8, содержание подвижного фосфора – 154-169 мг/кг почвы, обменного калия – 126-132 мг/кг почвы.

Учетная площадь делянки 120 м<sup>2</sup>. Расположение делянок систематическое, повторность четырехкратная. Посев подсолнечника осуществляли в оптимальные агротехнические сроки – 2 декада мая. Технология выращивания – общепринятая для условий южной части Нечерноземной зоны России. С точки зрения научной новизны представляется интересным изучение биологических особенностей и хозяйственно-ценных признаков гибридов подсолнечника зарубежной селекции, в частности венгерских гибридов ВА-306, Samanta, Nova, Walcer, Larissa.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения и измерения основных линейных и фотосинтетических параметров. Биометрические и урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований установлено, что наиболее высокорослыми были гибриды Larissa и Samanta (табл. 1). Их высота в фазу цветения составила 219 и 205 см соответственно. Наименьшие линейные параметры отмечались у гибрида ВА-306 (176 см).

Таблица 1

Основные морфометрические показатели венгерских гибридов подсолнечника (среднее за 2013-2017 гг.)

Показатель	Гибрид				
	ВА-306	Samanta	Nova	Walcer	Larissa
Высота растений, см	176,1±1,6	205,0±1,3	186,4±2,1	186,5±1,7	219,0±2,3
Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	27,5±0,3	28,1±0,1	25,3±0,1	31,6±0,5	26,4±0,1
Диаметр корзинок, см	20,0±0,4	21,3±0,7	19,3±0,5	21,7±0,2	22,8±0,7
Продуктивная площадь корзинок, %	77,2±0,8	73,5±0,6	76,9±0,6	84,5±0,5	90,5±0,8
Масса 1000 семян, г	61,4±0,3	54,5±0,5	62,2±0,4	57,8±0,5	46,2±0,4
Количество семян в корзинке, шт.	1089±11,2	909±6,2	861±7,1	938±6,7	1167±10,5
Урожайность*, т/га	2,7±0,1	2,5±0,2	2,7±0,2	2,8±0,1	2,5±0,2

Примечание. \* НСР<sub>05</sub> – 0,15 т/га.

При увеличении высоты растений увеличилось и количество листьев. Так, у гибрида Larissa среднее количество листьев на одном растении составило 21 шт., у гибрида Samanta – 19 шт., у гибрида Walcer – 17 шт., у гибридов ВА-306 и Nova – по 15 шт.

Формирование урожая сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов, в том числе от способности растительного организма усваивать из внешней среды воду и неорганические соединения, превращая их в углеводы, жиры, белки и другие вещества, используемые на построение тканей. При этом на все процессы метаболизма и образования органических соединений расходуется энергия солнечной радиации, усваиваемая растениями в процессе фотосинтеза. Важный показатель, определяющий продуктивность растений, – размеры площади листовой поверхности на протяжении всего периода вегетации.

В опытах установлено, что площадь ассимиляционной поверхности растений подсолнечника наиболее интенсивно нарастала до фазы цветения, а в период созревания падала до 30-35% от максимума.

Наибольшая площадь листьев наблюдалась в варианте с гибридом Walcer и составила 31,6 тыс.м<sup>2</sup>/га. Площадь листовой поверхности других венгерских гибридов подсолнечника была меньше на 11,0-19,9%. Наименьшие значения данного показателя отмечались у гибрида Nova.

Формирование урожая зависит не только от размеров листового аппарата, но и от времени его функционирования, то есть фотосинтетического потенциала. За вегетационный период наиболее высокий фотосинтетический потенциал был сформирован в варианте с гибридом Walcer – 1,75 млн. м<sup>2</sup>×сут./га.

С ростом фотосинтетической активности растений коррелировала и урожайность. По возрасту урожайности венгерские гибриды располагались в следующем порядке: Nova, Samanta, Larissa, BA-306, Walcer. Данная закономерность наблюдалась как по средним значениям за годы исследований, так и по каждому году в отдельности. Наиболее продуктивным зарекомендовал себя гибрид Walcer, который даже с учетом значительных колебаний климатических факторов показал стабильную урожайность – от 2,6 до 3,2 т /га.

Среди элементов, определяющих продуктивность подсолнечника, важное значение имеют размер корзинки и масса 1000 семян. У гибридов Samanta, Walcer и Larissa диаметр корзинок превышал 21 см. Однако корзинки гибрида Samanta отличались наименьшей продуктивной площадью – 73,5%. Наибольшая масса 1000 семян была получена в вариантах с гибридами BA-306 и Nova и составила 61,4 и 62,2 г соответственно.

Одним из основных показателей, характеризующих качество семян масличных культур, является масличность. Данный показатель отражает содержание в семенах сырого жира и жироподобных веществ. Как показали результаты анализов, масличность всех изучаемых гибридов подсолнечника была высокой и составила 48,4-51,2%. Наибольшим значением данного показателя отличался гибрид Walcer.

**Заключение.** В годы исследований сложились благоприятные погодные условия для выращивания гибридов венгерской селекции. Была получена урожайность маслосемян, на 44,4-64,7% превышающая среднее значение по региону. Можно сделать вывод о высокой степени их адаптивности к природно-климатическим условиям Рязанской области и возможности широкого использования в сельскохозяйственном производстве.

#### Библиографический список

1. Балабко, П. Н. Продуктивность масличных культур на серой лесной почве при техногенном загрязнении ТМ / П. Н. Балабко, Д. В. Виноградов // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 46-48.
2. Виноградов, Д. В. Особенности роста, развития и продуктивности гибридов подсолнечника венгерской селекции при внесении минеральных удобрений / Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, М. П. Макарова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский ГАТУ, 2017. – С. 75-79.
3. Гончаров, С. В. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития / С. В. Гончаров, Л. А. Горлова // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 96-100.
4. Макарова, М. П. Агроэкологические аспекты формирования агроценозов подсолнечника в условиях Рязанской области / М. П. Макарова, Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова, И. С. Питюрина // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 5. – С.107-111.

5. Макарова, М. П. Развитие масличного производства в Рязанской области / М. П. Макарова, Е. И. Лупова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы международной научно-практической конференции. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – Ч. I. – С. 227-231.
6. Филатова, О. И. Масличные культуры в Рязанской области / О. И. Филатова, Е. И. Лупова, В. В. Шидловский // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы международной научно-практической конференции. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2018. – Ч. I. – С. 397-400.
7. Цыбульский, А. В. Продуктивность и аминокислотный состав кормовых смесей подсолнечника и суданки силосного назначения на разных уровнях минерального питания / А. В. Цыбульский, Л. В. Киселева, В. Г. Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – Вып. 1. – С. 3-6.
8. Vinogradov D. V. Developing the regional system of oil crops production management / D. V. Vinogradov, V. S. Konkina, Yu. V. Kostin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). – India, 2018. – №9 (5). – P.1276-1284.

#### References

1. Balabko, P. N., & Vinogradov, D. V. (2010). Produktivnost maslichnykh kultur na seroi lesnoi pochve pri tekhnogennom zagriaznenii TM [Efficiency of oilseeds on gray forest soil with man-made pollution of TM]. *Plodородie – Plodorodie*, 3, 46-48 [in Russian].
2. Vinogradov, D. V., Byshov, N. V., & Makarova, M. P. (2017). Osobennosti rosta, razvitiia i produktivnosti gibridov podsolnechnika vengerskoi selekcii pri vnesenii mineralnykh udobrenii [Peculiarities of growth, development and productivity of hybrids of sunflower in Hungarian breeding with the application of mineral fertilizers]. Ecological state of the environment and scientific and practical aspects of modern resource-saving technologies in the agricultural sector '17: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii – materials of the International scientific-practical conference*. (pp. 75-79). Ryazan: Ryazan SATU [in Russian].
3. Goncharov, S. V., & Gorlova, L. A. (2018). Maslichnye kultury: novye vyzovy i tendencii ikh razvitiya [Oilseeds: new challenges and their development trends]. *Maslichnye kultury: nauchno-tekhnicheskii byulleten Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur – Oilseeds: scientific and technical bulletin of the All-Russian scientific research institute of oilseeds*, 2 (174), 96-100 [in Russian].
4. Makarova, M. P., Vinogradov, D. V., Lupova, E. I., & Pityurin, I. S. (2017). Agroekologicheskiye aspekty formirovaniya agrocenozov podsolnechnika v usloviyakh Ryazanskoj oblasti [Agroecological aspects of the formation of sunflower seed agrocenosis in the conditions of the Ryazan region]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ehkonomicheskij zhurnal – The international technical-economic journal*, 5, 107-111 [in Russian].
5. Makarova, M. P., & Lupova E. I. (2018). Razvitie maslichnogo proizvodstva v Ryazanskoj oblasti [The development of oilseed production in the Ryazan region]. Ecological state of the environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies '18: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii – materials of the International scientific and practical conference*. (pp. 227-231). Ryazan: Publishing House of the Ryazan State Agro-technological University [in Russian].
6. Filatova, O. I., Lupova, E. I., & Shidlovskiy, V. V. (2018). Maslichnye kultury v Riazanskoj oblasti [Oilseeds in the Ryazan region]. Ecological state of the environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies '18: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii – materials of the International scientific and practical conference*. (pp. 397-400). Ryazan: Publishing House of the Ryazan State Agro-technological University [in Russian].
7. Tsybul'skiy, A. V., Kiseleva, L. V., & Vasin, V. G. (2017). Produktivnost i aminokislotnyi sostav kormovykh smesei podsolnechnika i sudanki silosnogo naznacheniya na raznykh urovnyakh mineralinogo pitaniya [Productivity and amino acid composition of feed mixtures of sunflower and Sudanese silage for different levels of mineral nutrition]. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoy selskokhozyaistvennoy akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 3-6 [in Russian].
8. Vinogradov, D. V., Konkina, V. S., Kostin, Yu. V., Kruchkov, M. M., Zaharova, O. A., & Ushakov, R. N. (2018). Developing the regional system of oil crops production management. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS)*, 9 (5), 1276-1284.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ

**Марковская Галина Кусаиновна**, канд. биол. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: chugunova83@mail.ru

**Чугунова Ольга Александровна**, соискатель кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: chugunova83@mail.ru

**Ключевые слова:** почва, обработка, активность, каталаза, уреазы, инвертаза, основная, ферментативная.

*Цель исследований – повышение продуктивности ярового ячменя путем применения различных способов обработки почвы, влияющих на её ферментативную активность, в условиях недостаточного увлажнения Среднего Заволжья. Рассматриваются возможности минимизации обработки почвы под ячмень в условиях лесостепи Среднего Заволжья Самарской области. Исследования проводились в двух севооборотах на опытных полях кафедры «Земледелие, почвоведение, агрохимия и земельный кадастр» Самарской ГСХА в 2005-2008 гг. Изучались следующие варианты основной обработки почвы: вспашка на глубину 20-22 см; рыхление на 10-12 см; нулевая обработка. С опытного поля со всех вариантов обработки почвы в трехкратной повторности брались средние образцы почвы в два срока: в фазу всходов и после уборки культуры. Образцы отбирались с различной глубины: 0-5 см, 5-10 см, 10-20 см и 20-30 см, измельчались и просеивались через металлическое сито. Почвенно-экологический мониторинг нацелен на отслеживание изменений, происходящих в почве под воздействием различных антропогенных нагрузок. Выявлена зависимость общей биогенности почвы от гидротермического коэффициента (ГТК). Установлено, что в год с низким ГТК микробиота была активнее по фону чистого пара, а также в год с более высоким ГТК по фону сидерального пара. Для характеристики общей ферментативной активности почвы изучались наиболее распространенные ферменты, свойственные подавляющему большинству почвенной микрофлоры – каталаза, инвертаза, уреазы. Существенного влияния способов основной обработки на активность фермента каталаза и инвертаза не выявлено, но на распределение уреазы по слоям почвы выявлено: так при снижении механической нагрузки наблюдалось увеличение активности фермента в верхнем слое почвы 0-10 см и снижение его активности с увеличением глубины. Использование сидерального пара в севообороте способствовало увеличению численности почвенных микроорганизмов и активности почвенных ферментов.*

## INFLUENCE OF VARIOUS WAYS OF MAIN SOIL TREATMENT ON ENZYMATIC ACTIVITY DURING SPRING BARLEY CULTIVATION IN ZAVOLZHIE FOREST-STEPPE CONDITIONS

**Markovskaya G. K.**, Candidate of Biological Sciences, Professor of the department «Gardening, botany and plant physiology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: chugunova83@mail.ru

**Chugunova O. A.**, Applicant of the department «Gardening, botany and plant physiology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: chugunova83@mail.ru

**Keywords:** soil, treatment, activity, catalase, urease, invertase, basic, enzymatic.

The aim of the research is to increase the spring barley productivity via the use of various methods of soil treatment, affecting its enzymatic activity, in conditions of the middle Volga region insufficient moisture. The possibilities of minimizing soil tillage for barley in the forest-steppe of the middle Volga region of the Samara region are considered. The

studies were conducted in two crop rotations on the experimental fields of the Samara state agricultural Academy Department of «Agriculture, soil management, agro-chemicals and land registry» Samara state agricultural Academy in 2005-2008. The following variants of main soil tillage were studied: 20-22 cm; depth tilling; 10-12 cm; loosening; zero plowing. The average soil samples were taken from the experimental field from all variants of tillage in triplicate during two periods: in the seedlings and after harvesting. Samples were taken from different depths: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm, crushed and sieved through a metal sieve. Soil-ecological monitoring is aimed at tracking changes occurring in the soil under the influence of various anthropogenic loads. The dependence of the total soil biogenicity on the hydrothermal coefficient (HTC) was revealed. It was found that microbiota was more active in relation to pure steam during the year with a low HTC, as well as during the year with a higher HTC on the background of sideral steam. The mostly spread enzymes characteristic of the vast majority of soil microflora-catalase, invertase, urease – were studied for obtaining better understanding of the total enzymatic activity of the soil. No significant influence of the main treatment methods on the activity of the enzyme catalase and invertase was found, but as for the spread of urease within the soil layers it was revealed: the increase in the activity of the enzyme in the upper soil layer ranging in 0-10 cm and a decrease in its activity with the depth increase was observed with the fall of the mechanical load. The use of green manure steam in crop rotation contributed to an increase in the number of soil microorganisms and the activity of soil enzymes.

Повышение устойчивости земледелия неизбежно связано с решением трёх кардинальных проблем: поддержание почвенного плодородия, нарастание результативности питания растений, защита окружающей среды. В почвообразовательном процессе микроорганизмы, участвующие в круговороте биогенных веществ и самоочищения почвы, имеют важнейшее значение. Взаимодействие растения с микроорганизмами приводит к питанию растений и продуктивности агрофитоценоза. Таким образом, для поддержания и воспроизводства плодородия необходим динамический контроль за состоянием почвенной микрофлоры [1, 2]. Ферменты, которые выделяются микроорганизмами, принимают участие в разрушении различного вида остатков (растительных, животных, микробных), а также в повышении почвенного плодородия. В результате всех преобразований, с участием ферментов трудно усвояемые соединения переходят в легко растворимые формы для растений и микроорганизмов. Ферменты по своей природе очень активны, обладают строгим характером действия, они сильно зависимы от различных условий внешней среды. Именно условия внешней среды влияют на их активность в почве.

Активность ферментов все чаще используют для определения такого показателя как плодородие на различных видах почв, вследствие этого активность ферментов отображает биологические свойства, а также изменения, которые происходят под влиянием агроэкологических причин [2, 3, 5].

В данной работе описываются способы минимизации обработки почвы под ячмень в условиях недостаточного увлажнения лесостепи Среднего Заволжья Самарской области.

**Цель исследований** – повышение продуктивности ярового ячменя путём применения различных способов обработки почвы, влияющих на её ферментативную активность, в условиях недостаточного увлажнения Среднего Заволжья.

**Задачи исследований** – определить ферментативную активность чернозёма обыкновенного в зависимости от систем возделывания; изучить динамику численности основных групп почвенных микроорганизмов в зависимости от условий увлажнения; изучить влияние минимизации основной обработки почвы на динамику активности различных почвенных ферментов: каталаза, уреазы, инвертаза.

**Материалы и методы исследований.** Опытное поле расположено на территории Самарской области. Рельеф поля выровненный, насаждения окружающей территории лесом составляют 8-10%. Почва, относится к типичным тяжелосуглинистым черноземам. Данный подтип почвы является преобладающим в лесостепи Среднего Поволжья. Почва имеет реакцию среды близкую к нейтральной (рН равен 6-7), среднее содержание гумуса 6-7%.

Исследования проводились на опытных полях кафедры «Земледелие, почвоведение, агрохимия и земельный кадастр» Самарской ГСХА в 2005-2008 гг. в двух зернопаровых севооборотах, различающихся только видом пара. В первом севообороте чистый пар, во втором – сидеральный (горчица) пар. Исследования проводились над культурой, завершающей севооборота – ячмень. Севооборот: пар (чистый и сидеральный) – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень.

На опытном поле высевали ячмень сорта Поволжский 65 (1 репродукция). Повторность опыта трехкратная, размер одной опытной делянки 780 м<sup>2</sup>.

В опыте изучались следующие варианты основной обработки почвы:

- 1) Вспашка на глубину обработки 20-22 см.
- 2) Минимальная обработка, включающая лущение на 6-8 см и рыхление на 10-12 см.
- 3) Нулевая обработка: осенняя обработка почвы не проводилась.

Для изучения почвенной микрофлоры с опытного поля брались средние образцы почвы во всех вариантах обработки почвы в трехкратной повторности в два срока: в фазу всходов и после уборки культуры. Образцы отбирались с различной глубины: 0-5 см, 5-10 см, 10-20 см и 20-30 см, измельчались и просеивались через металлическое сито, размер отверстий составлял 2 мм.

Определение общей численности микроорганизмов в почве и соотношение основных групп проводилось методом микробиологического посева почвенной болтушки на твердые питательные среды. Среда перед посевом стерилизовали в автоклаве. Посев бактерий производился на мясопептонный агар (МПА), актиномицеты – на крахмало-аммиачный агар (КАА), микромицеты – на среде Чапека.

Активность фермента каталазы определяли титриметрическим способом Р. С. Канцельсона и В. В. Ершова. Активность фермента уреазы определяли методом И. Н. Ромейко и С. М. Малинской. Активность фермента инвертазы определяли методом А. Ш. Галстяна.

**Результаты исследований.** Для хорошего знания экологического земледелия требуется высокая биологической активности почвы. После попадания органики в почву происходит ее разложение с помощью почвенных микроорганизмов. Микробиологическая активность почвы зависима от влияния различных факторов. К этим факторам относятся содержание органических веществ, показатель кислотности, физические свойства почвы, течение вегетации культуры. В процессе проведения обработки почвы можно повлиять на многие факторы, кроме погодных условий. В связи с этим, освоение новых агротехнических приемов тесно связано с биологизацией земледелия [4, 6]. Ферментативная активность почвы является наиболее стабильным, но в то же время восприимчивым, показателем при оценке плодородия почв.

Выявлена зависимость общей биогенности почвы от гидротермического коэффициента (ГТК). Так, в 2005 г. ГТК был равен 0,55 (при среднем многолетнем значении 0,8). В 2007 г. ГТК составил 1,0, в 2008 – 0,9 (рис. 1).

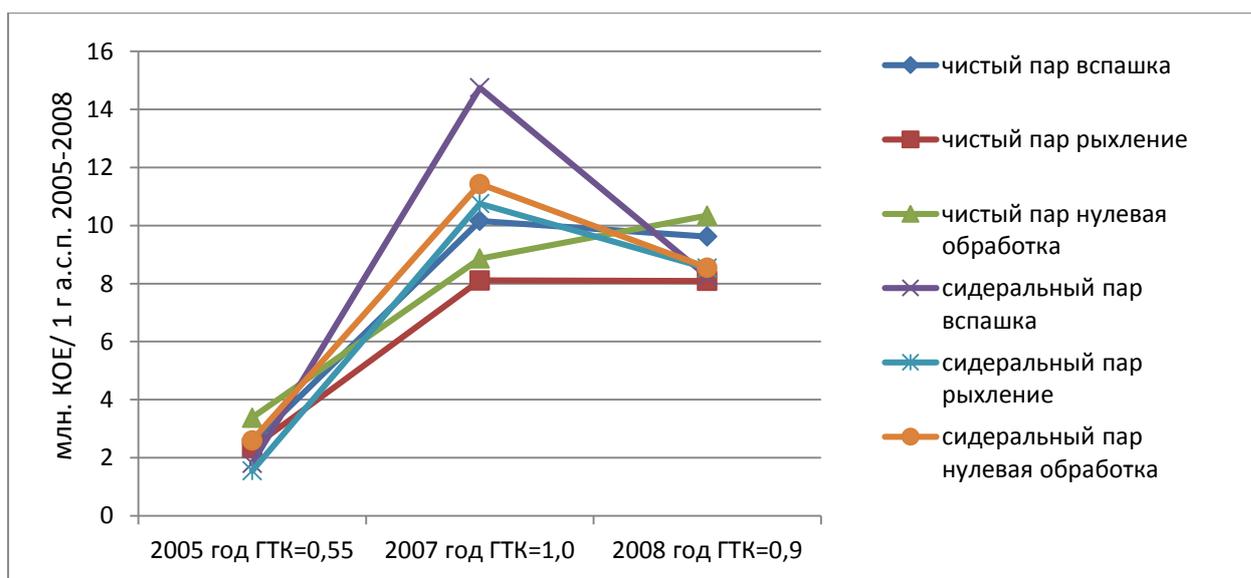


Рис. 1. Общая биогенность почвы (микромицеты, бактерии, актиномицеты) в севообороте с чистым и сидеральным паром, млн КОЕ / 1 г а.с. почвы

Установлено, что в год с низким ГТК микробиота была активней по фону чистого пара, а также в год с более высоким ГТК по фону сидерального пара. Как в севообороте с чистым, так и с сидеральным паром, наиболее благоприятные условия для микроорганизмов сложились в варианте со вспашкой и «нулевой» обработкой.

Основная численность микроорганизмов находится в верхнем слое почвы (0-20 см) за счет растительных остатков в виде появления большого количества отмерших придаточных корней, опавших листьев, служащих питанием для них.

Ферментативная активность почвы является очень важным и осязаемым биологическим показателем. С помощью ферментов происходит ускорение реакций, которые легко изменяют свою деятельность под действием внешних физических и химических процессов. На экологическое состояние почвы влияет изменение ферментативной активности. Ферменты служат индикатором. В результате их деятельности даже минимальные изменения приводят к переменам численности почвенных микроорганизмов, которые являются основными поставщиками ферментов в почву. При воздействии антропогенного влияния на почву следует учесть, что ферменты – это не стабильный показатель от естественных природных факторов. Одним из наиболее восприимчивым ферментов к изменению условий в почве является фермент каталаза, который относится к классу оксидоредуктаз.

Каталаза – фермент, который наиболее распространен. Он принадлежит, за редким исключением, всем живым организмам. У некоторых бактерий количество каталазы составляет около 1% сухого вещества клетки.

Под действием фермента каталазы происходит разложение перекиси водорода, которая является высокотоксичной для всех живых организмов. Перекись, в свою очередь, разлагается на воду и свободный кислород. Большое влияние на активность каталазы оказывают растения, которые произрастают в почве. Растения, которые имеют глубокую и мощную корневую систему, обладают высокой каталазной активностью.

Исследованиями установлено (табл. 1, 2), что активность каталазы вниз по профилю мало изменяется и находится в пределах 34,48-43,62 мкмоль H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> /мин на 1 г а.с. почвы. В севообороте с сидеральным паром максимальная активность была отмечена в варианте с «нулевой» обработкой и составила 40,37 мкмоль H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> /мин на 1 г а.с. почвы.

При сравнительном анализе двух видов пара активность каталазы была несколько выше в севообороте с сидеральным паром (на 3,3%). Существенного влияния способов основной обработки на активность этого фермента не выявлено.

Таблица 1

Активность ферментов в посевах ячменя по фону чистого пара

Обработка почвы	Глубина, см	Каталаза, мкмоль H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /мин на 1 г а.с. почвы	Уреаза, мкмоль NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /мин на 1 г а.с. почвы	Инвертаза, мкмоль глюкозы/мин на 1 г а.с. почвы
Вспашка на 20-22 см	0-5	38,74	0,154	5,11
	5-10	38,85	0,164	4,80
	10-20	39,98	0,089	4,39
	20-30	35,36	0,087	5,15
	<b>0-30</b>	<b>38,23</b>	<b>0,123</b>	<b>4,86</b>
Рыхление на 10-12 см	0-5	35,98	0,103	4,98
	5-10	36,66	0,078	4,91
	10-20	40,14	0,064	4,33
	20-30	35,15	0,072	5,26
	<b>0-30</b>	<b>36,98</b>	<b>0,079</b>	<b>4,87</b>
«Нулевая» обработка	0-5	36,90	0,144	5,20
	5-10	39,94	0,058	4,97
	10-20	37,90	0,052	4,43
	20-30	35,69	0,044	4,46
	<b>0-30</b>	<b>37,61</b>	<b>0,074</b>	<b>4,77</b>

Активность ферментов в посевах ячменя по фону сидерального пара

Обработка почвы	Глубина, см	Каталаза, мкМоль H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /мин на 1 г а.с. почвы	Уреаза, мкМоль NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /мин на 1 г а.с. почвы	Инвертаза, мкМоль глюкозы/мин на 1 г а.с. почвы
Вспашка на 20-22 см	0-5	35,93	0,145	4,77
	5-10	39,52	0,102	4,85
	10-20	37,30	0,082	4,64
	20-30	39,18	0,060	4,59
	<b>0-30</b>	<b>37,98</b>	<b>0,097</b>	<b>4,71</b>
Рыхление на 10-12 см	0-5	39,23	0,131	5,27
	5-10	40,76	0,041	4,64
	10-20	34,48	0,029	5,85
	20-30	38,58	0,098	4,47
	<b>0-30</b>	<b>38,26</b>	<b>0,074</b>	<b>5,06</b>
«Нулевая» обработка	0-5	42,49	0,211	5,60
	5-10	43,62	0,137	4,54
	10-20	39,64	0,076	5,22
	20-30	35,75	0,068	4,97
	<b>0-30</b>	<b>40,37</b>	<b>0,123</b>	<b>5,09</b>

Инвертаза — фермент, который принимает участие в расщеплении сахарозы. Полученные в результате данной реакции фруктоза и глюкоза называется инвертным сахаром [8]. Инвертаза относится к группе гидролаз.

В органическом веществе почвы достаточно большое количество углеводов – более 60% биомассы всех растительных остатков. Углеводы входят в состав микробной клетки, в состав растительных остатков. Гидролиз происходит только при наличии свободного аммиачного азота. Фермент способен к преобразованию углеводов растительных остатков, также обладает иммобилизирующей способностью микробиоценоза почвы [7]. Исследования ряда авторов указывают на то, что активность инвертазы лучше других ферментов показывает уровень почвенного плодородия и биологической активности почв.

В севообороте с чистым паром (табл. 1) отмечается несколько более высокая активность инвертазы в варианте со вспашкой и рыхлением, а в севообороте с сидеральным паром (табл. 2.) – в варианте с рыхлением и «нулевой» обработкой. При сравнительном анализе двух видов пара активность инвертазы в севообороте с сидеральным паром была незначительно выше.

Уреаза – гидролитический фермент, в присутствии которого происходит расщепление мочевины на аммиак и диоксид углерода. Уреаза относится к классу амидаз. Так как мочевина очень часто используется в агрономии в качестве удобрения, то это следует учитывать. Активность уреазы выше у наиболее плодородных почв [1].

При размещении уреазы по слоям (табл. 1, 2) отмечается, что наибольшая активность сосредоточена в верхних слоях почвы (0-10 см). Наибольшая активность в севообороте с чистым паром отмечена в варианте со вспашкой, в севообороте с сидеральным паром – в варианте с «нулевой» обработкой, составила 0,123 мкМоль NH<sub>4</sub><sup>+</sup> /мин на 1 г а.с. почвы. В севообороте с сидеральным паром сложились наиболее благоприятные условия, чем по чистому пару на 6,5 %.

**Заключение.** Экологическое наблюдение в почве ориентировано на отслеживание изменений, которые происходят в почвах под воздействием различных антропогенных нагрузок. Выявлена зависимость общей биогенности почвы от гидротермического коэффициента (ГТК). Установлено, что в год с низким ГТК микробиота была активней по фону чистого пара, в год с более высоким ГТК по фону сидерального пара. Наиболее благоприятные условия для микроорганизмов сложились в варианте со вспашкой и «нулевой» обработкой по фону чистого и сидерального паров.

Способность почвы к выполнению защитных свойств продиктована содержанием большого количества и разнообразия микроорганизмов благодаря ферментам, с помощью которых происходит биотрансформация вещества. Для характеристики общей ферментативной активности почвы изучались наиболее известные ферменты – инвертаза, каталаза, уреазы. Существенного влияния

способов основной обработки на активность ферментов каталаза и инвертаза не было выявлено, но повлияло на размещение уреазы послойно. После снижения механической нагрузки наблюдалось увеличение активности фермента в верхнем аэрированном слое почвы 0-10 см и снижение его активности в более глубоких слоях. Использование сидерального пара в севообороте способствовало увеличению численности почвенных микроорганизмов и активности почвенных ферментов.

#### Библиографический список

1. Горянин, О. И. Ферментативная активность чернозёмов при разных технологических системах обработки почвы и посева в степном Заволжье / О. И. Горянин // Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – №4. – С. 196-199.
2. Даденко, Е. В. Методические аспекты применения ферментативной активности в диагностике и мониторинге почв // Биология почв Юга России. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЦБВР, 2004. – С. 65-71.
3. Даденко, Е. В. Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв / Е. В. Даденко, Т. В. Денисова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Поволжский экологический журнал. – 2013. – №4. – С. 385-393.
4. Дуйсен, А. Д. Влияние на динамику накопления абсолютно сухой массы пшеницы в зависимости от обработок семян и фона питания / А. Д. Дуйсен, Б. К. Байжанова, Б. Ж. Сактаганов [и др.] // Молодой ученый. – 2017. – №12.1. – С. 3-5.
5. Коваленко, М. В. Влияние способов основной обработки почвы на ее ферментативную активность / М. В. Коваленко, Г. К. Марковская // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – № 1 (27). – С.108-111.
6. Наумов, В. Д. Активность микроорганизмов в зависимости от системы содержания почвы в орошаемом саду / В. Д. Наумов, Ф. Н. Рыкалин // Известия Самарской ГСХА. – 2010. – №4. – С. 72-78.
7. Селявкин, С. Н. Оценка биологического состояния почвы по микробиологической и ферментативной активности / С. Н. Селявкин, О. Б. Мараева, А. Л. Лукин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (45). – С.36-39.
8. Schiweck, Hubert «Sugar» in Ullmann's / Hubert Schiweck, Margaret Clarke, Günter Pollach // Encyclopedia of Industrial Chemistry. – Weinheim : Wiley-VCH, 2007.

#### References

1. Goryanin, O. I. (2017). Fermentativnaya aktivnost chernozyomov pri raznykh tekhnologicheskikh sistemakh obrabotki pochvy i poseva v stepnom Zavolzhie [Enzymatic activity of chernozems at the different technological systems of processing of the soil and crops in steppe Zavolzhye]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU – Izvestiya Orenburg SAU*, 4, 196-199 [in Russian].
2. Dadenko, E. V. (2004). Methodical aspects of use of enzymatic activity for diagnostics and monitoring of soils. *Biology of soils of the South of Russia*. – Rostov-na-Donu: TsVVR publishing house.
3. Dadenko, E. V., Denisova, T. V., Kazeev, K. Sh., & Kolesnikov, S. I. (2013). Ocenka primenimosti pokazatelei fermentativnoi aktivnosti v biodiagnostike i monitoringe pochv [Assessment of applicability of indicators of enzymatic activity in biodiagnosics and monitoring of soils]. *Povolzhskiy ehkologicheskii zhurnal – Povolzhskiy Journal of Ecology*, 4, 385-393 [in Russian].
4. Duysen, A. D., Bayzhanova, B. K., Saktaganov, B. Zh., Nurgaliyev, N. Sh., Nurzhan, D. Zh., & Kaymoldayeva, K. A. et al. (2017). Vliyaniye na dinamiku nakopleniya absolutno suhoi massy pshenicy v zavisimosti ot obrabotok semyan i fona pitaniya [Influence on dynamics of accumulation of absolutely dry mass of wheat depending on processings of seeds and a background of food]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 12.1, 3-5 [in Russian].
5. Kovalenko, M. V., & Markovskaya, G. K. (2013). Vliyaniye sposobov osnovnoi obrabotki pochvy na yeyo fermentativnuyu aktivnost [Influence of ways of the main processing of the soil on its enzymatic activity]. *Vestnik Kazanskogo GAU – Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 1 (27), 108-111 [in Russian].
6. Naumov, V. D., & Rykalin F. N. (2010). Aktivnost mikroorganizmov v zavisimosti ot sistemy sodержaniya pochvy v oroshaemom sadu [Activity of microorganisms depending on the system of maintenance of the soil in irrigated by garden]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 72-78 [in Russian].
7. Selyavkin, S. N., Marayeva, O. B., & Lukin, A. L. (2015). Ocenka biologicheskogo sostoyaniya pochvy po mikrobiologicheskoi i fermentativnoi aktivnosti [Assessment of a biological condition of the soil on the base of microbiological and enzymatic activity]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta – Vestnik of Voronezh state agrarian university*, 2 (45), 36-39 [in Russian].
8. Schiweck, H., Clarke, M., & Pollach, G. (2007). «Sugar» in Ullmann's. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH.

# ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

DOI 10.12737/27829/

УДК 629.032

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ТВЕРДОСТИ ПОЧВЫ ПО ГЛУБИНЕ СЛЕДА ТРАКТОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ БУКСОВАНИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

**Черников Олег Николаевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

4446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

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

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

4446442, 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.

4446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

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

**Ключевые слова:** буксование, почва, структура, твердость, горизонт, слой.

*Цель исследований – снижение влияния колесных движителей на структуру и твердость почвы в следе трактора. Приведены методика и результаты исследования воздействия ведущих колес энергетического средства машинно-тракторного агрегата (МТА) на структуру и твердость почвы по слоям горизонта. Выявлено влияние буксования на данные показатели. Исследованиям подвергался МТА в составе трактора тягового класса 0,6 кН (Т-25А) и прицепного культиватора КПС-4,0. Методика исследования подразумевала определение изменения структурного состава почвы (параметр  $\Delta C$ , %) по количеству эрозионно-опасных (размером менее 0,25 мм) частиц, а также твердости почвы (параметр  $\Delta H$ , кг/см<sup>2</sup>) по следу трактора в различных слоях горизонта (0...50 мм; 50...100 мм; 100...150 мм; 150...200 мм и 200...250 мм). Режим буксования изменялся за счет изменения количества рабочих секций культиватора. Учитывалось буксование ведущих колес, а также агрономический фон. Исследования проводились в условиях одинаковой влажности. Скорость движения МТА, его масса и давление воздуха в шинах ведущих колес поддерживались постоянными. Установлено, что наибольшему изменению структура почвы по слоям горизонта подвергается при буксовании  $\delta=20...30\%$ . Для изменения твердости данный диапазон также является наименее благоприятным. Полученные зависимости структуры и твердости почвы по слоям горизонта от буксования позволяют признать рациональными режимы работы МТА, при которых буксование движителей энергетического средства находится в диапазоне 9...12% вне зависимости*

*от агрофона. Буксование свыше 12% приводит к резкому увеличению в структуре почвы количества эрозионно-опасных частиц, а также повышению твердости почвы в следе трактора в 3,4...3,7 раза в слое глубиной 50...100 мм.*

## **SOIL STRUCTURE AND HARDNESS CHANGE RESULTING FROM THE DEPTH OF A TRACTOR TRACK UNDER DIFFERENT WHEEL DRIVE TOWING STRENGTH**

**Chernikov O. N.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Tractors and automobiles», FSBEI HE Samara SAA.

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

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

**Bychenin A. P.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Tractors and automobiles», FSBEI HE Samara SAA.

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

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

**Sazonov D. S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Technical service», FSBEI HE Samara SAA.

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

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

**Keywords:** wheel track mover, slipping, soil, properties, physical.

The purpose of the study – is the reduction of the influence of track mover on the structure and hardness of the soil by a tractor. Herein are provided the technique and results of the study of the power facility track mover impact of machine- tractor aggregates (MTA) on the hardness and structure of the soil horizon layers. Machine assembly Influence of slipping on these indicators is revealed. Researches were conducted on machine-tractor aggregates as a part of the tractor with a pulling ability class of 0.6 kN (T-25A) and a hook-on cultivator of KPS-4.0. The study method involved the determination of changes in the structural composition of the soil ( $\Delta C$  parameter, %) by the number of erosion-hazardous (less than 0.25 mm) particles, as well as soil hardness ( $\Delta H$  parameter, kg/cm<sup>2</sup>) following the tractor trace in various layers of the horizon (0...50 mm; 50...100 mm; 100...150 mm; 150...200 mm and 200...250 mm). The slipping mode was changed due to the changing the number of working sections of the cultivator. The slipping of the driving wheels and the agronomic background were taken into account. Studies were conducted within the conditions of equal humidity. Speed of the aggregate, its mass and air pressure inside the tires of the driving wheels were kept constant. It was established that the structure of the soil over the layers of the horizon is subjected to the greatest change during slipping  $\delta = 20...30\%$ . This range is the least favorable to change the hardness. The dependence obtained between the structure and the soil hardness over the layers of the horizon due to slipping allows recognizing the regime of operation of track mover of the machine-tractor aggregates as rational, in which the slipping of the power facility is in the range of 9...12%, regardless of the agricultural background. A slipping exceeding 12% leads to enormous increase of erosion-hazardous particles in the structure and the hardness of the soil in the tractor track by 3.4...3.7 times in a layer 50...100 mm in depth.

Современные технологии производства продукции растениеводства, в частности зерновых и пропашных культур, несмотря на широкое использование машинно-тракторных агрегатов, способных за один проход выполнять несколько технологических операций, по-прежнему не исключают воздействия на почву колесных движителей энергетических средств. При этом каждый такой проход воздействует на физические свойства почвы, такие, как структура, плотность и твердость, причем изменение этих параметров по слоям горизонта неодинаково. Снижение до минимальных величин степени воздействия ведущих колес МТА на почву позволит уменьшить их отрицательное влияние как на почву, что положительно скажется на сохранении ее плодородности, так и на рост и развитие растений, что позволит увеличить их урожайность. Большое значение при этом имеет режим буксования ведущих колес энергетических средств [1, 2]. На практике, как правило, значительное внимание уделяется борьбе с последствиями такого воздействия, например, использованию различных приспособлений для сельскохозяйственных машин, разуплотняющих почву по следу трактора [3]. Но, на взгляд авторов, более эффективным методом сохранения плодородия почвы является предотвращение либо минимизация уплотняющего воздействия движителей энергетических средств, в том числе и за счет обоснования рациональных режимов буксования. Данный вопрос

частично рассмотрен в работе [4], однако в ней не уделено достаточного внимания распространению вредного воздействия колесного движителя в глубь почвы. Также вопросу уплотнения почвы при работе колесного движителя посвящены исследования [5, 6, 7]. На основании этого можно утверждать, что существует не только актуальная научная проблема снижения буксования ведущих колес МТА при выполнении полевых работ, но и необходимость определения режимов буксования колесных движителей энергетических средств, при которых возможна минимизация изменения структуры и твердости почвы по слоям почвенного горизонта.

**Цель исследований** – снижение влияния колесных движителей на структуру и твердость почвы в следе трактора.

**Задачи исследований** – выявить изменение структуры почвы по слоям горизонта в зависимости от режима буксования колесного движителя; выявить изменение твердости почвы по слоям горизонта в зависимости от режима буксования колесного движителя; экспериментально определить допустимые значения буксования с учетом состояния почвы (агрофона и выполняемых операций при постоянной влажности) по слоям горизонта; дать рекомендации по практическому использованию машинно-тракторного агрегата с энергетическим средством тягового класса 0,6 кН.

**Материалы и методы исследований.** В рамках решения первой задачи было оценено изменение структуры почвы по слоям горизонта в следе трактора с учетом режима буксования ( $\delta=11-27\%$ ). В качестве объекта исследований выступал машинно-тракторный агрегат Т-25А + КПС-4,0, работавший в различных режимах загрузки, обеспечивавшихся изменением количества рабочих секций культиватора. В соответствии с нагрузочным режимом ступенчато изменялись и режимы буксования ведущих колес трактора. Согласно методике проводилась оценка изменения структуры почвы по слоям горизонта (0...50 мм; 50...100 мм; 100...150 мм; 150...200 мм и 200...250 мм) для двух агрономических фонов – поля паханного и поля, подготовленного под посев. В первом случае исследовалась структура почвы в следе трактора, работавшего с буксованием  $\delta=11,1\%$ ,  $\delta=15,5\%$  и  $\delta=25\%$ ; во втором –  $\delta=11\%$ ,  $\delta=17\%$  и  $\delta=27\%$ . Контрольное измерение осуществлялось вне следа трактора. Разница в буксовании ведущих колес обуславливалась агрофоном при одинаковом количестве рабочих секций культиватора. Изменение структуры почвы по слоям горизонта оценивалось путем определения количества фракций размером менее 0,25 мм (критерий  $\Delta C$ ) после прохода машинно-тракторного агрегата сухим просеиванием образцов, взятых по следу ведущих колес, согласно стандартной методике (ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытания).

Для решения второй задачи определялось изменение твердости почвы (критерий  $\Delta H$ , кг/см<sup>2</sup>) по слоям горизонта в следе трактора при аналогичных объекте исследования, методике изменения режима буксования, величинах буксования, слоях горизонта и агрофонах. Твердость измерялась с использованием стандартного оборудования по стандартной методике (ГОСТ 26954-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального напряжения в почве).

Исследования проводились в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на территории ФГБНУ Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова с использованием стандартизированного сертифицированного оборудования.

В ходе решения третьей задачи по полученным графическим зависимостям структуры и твердости почвы по слоям горизонта от коэффициента буксования  $\delta$  определялись допустимые значения буксования для паханого поля и поля, подготовленного под посев. Для решения четвертой задачи разработаны рекомендации по рациональным режимам буксования ведущих колес энергетического средства тягового класса 0,6 кН в составе машинно-тракторного агрегата, в пределах которых движители энергетического средства не будут оказывать значительного воздействия на структуру и твердость почвы.

**Результаты исследований.** Результаты оценки влияния режима буксования движителей энергетического средства на изменение структуры почвы по слоям горизонта представлены функциями изменения приращения количества фракций размером менее 0,25 мм (критерий  $\Delta C$ ) от глубины горизонта  $\Delta C=f(h)$  в диапазоне  $h=0...250$  мм на фиксированных значениях коэффициента буксования  $\delta$  (рис. 1).

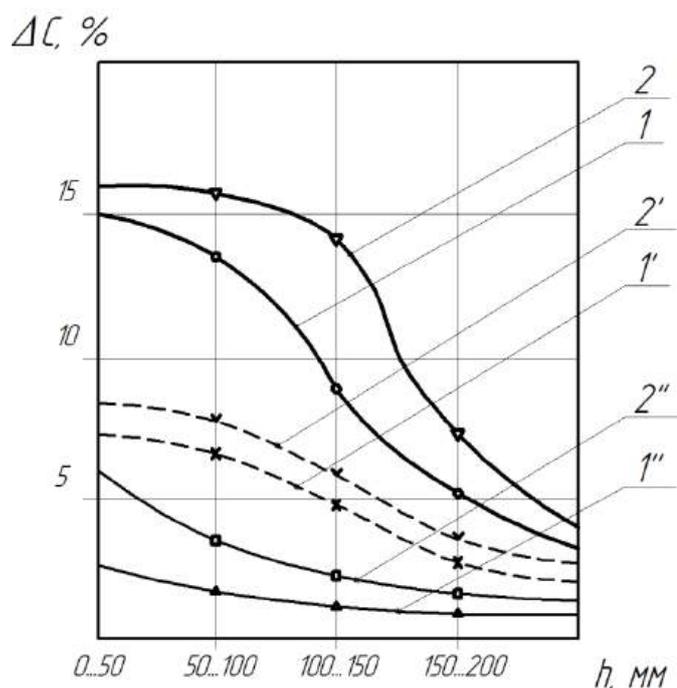


Рис. 1. Изменение структуры почвы по слоям горизонта в зависимости от режимов буксования:  
 1 – поле паханое,  $\delta=25\%$ ; 1' – поле паханое,  $\delta=15,5\%$ ; 1'' – поле паханое,  $\delta=11,1\%$ ;  
 2 – поле под посев,  $\delta=27\%$ ; 2' – поле под посев,  $\delta=17\%$ ; 2'' – поле под посев,  $\delta=11,0\%$

Воздействие буксования на почву по глубине пахотного слоя является существенным фактором при определении максимальной допустимой величины буксования ведущих колес энергетического средства. Анализ графических зависимостей, приведенных на рисунке 1, показывает, что воздействие буксования на структуру почвы распространяется на максимальную глубину 200...250 мм, которую можно назвать критической. На большей глубине слоя воздействие на структуру почвы величины буксования незначительно. При этом вне зависимости от агрофона минимальное воздействие на структуру почвы оказывает буксование в диапазоне 9...12%: для паханого поля это режим работы МТА с коэффициентом буксования  $\delta=11,1\%$ ; для поля, подготовленного под посев –  $\delta=11,0\%$ . При этих режимах глубина распространения разрушающего воздействия незначительна и составляет 50...100 мм. Значение параметра  $\Delta C$  при этом находится в пределах 3...6%.

Изменение структуры почвы от действия буксующего колеса на слое 0...50 мм наглядно представлено на рисунке 2. На рисунке хорошо видно, что почва, подвергшаяся воздействию ведущего колеса при буксовании  $\delta=10,5\%$ , более структурирована и содержит гораздо меньше пылеватых частиц (размером менее 0,25 мм), чем почва, подвергшаяся воздействию ведущего колеса при буксовании  $\delta=16\%$  и  $\delta=24\%$ .

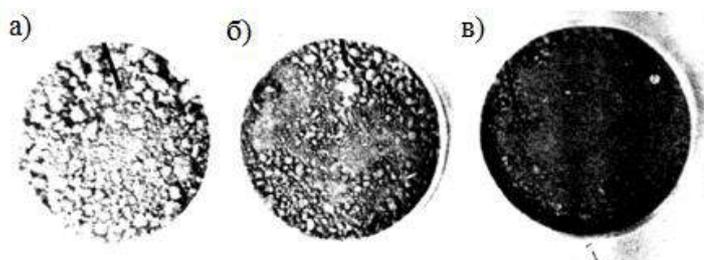


Рис. 2. Изменение структуры почвы от действия колеса:  
 а)  $\delta=10,5\%$ ; б)  $\delta=16\%$ ; в)  $\delta=24\%$

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее благоприятными режимами, минимизирующими структурные изменения почвы по слоям горизонта, являются режимы работы МТА с буксованием ведущих колес в диапазоне 9...12%.

Результаты оценки влияния режима буксования движителей энергетического средства на изменение твердости почвы по слоям горизонта представлены функциями изменения приращения твердости  $\Delta H$ , кг/см<sup>2</sup> от глубины горизонта  $\Delta H=f(h)$  в диапазоне  $h=0\dots 200$  мм на фиксированных значениях коэффициента буксования  $\delta$  (рис. 3).

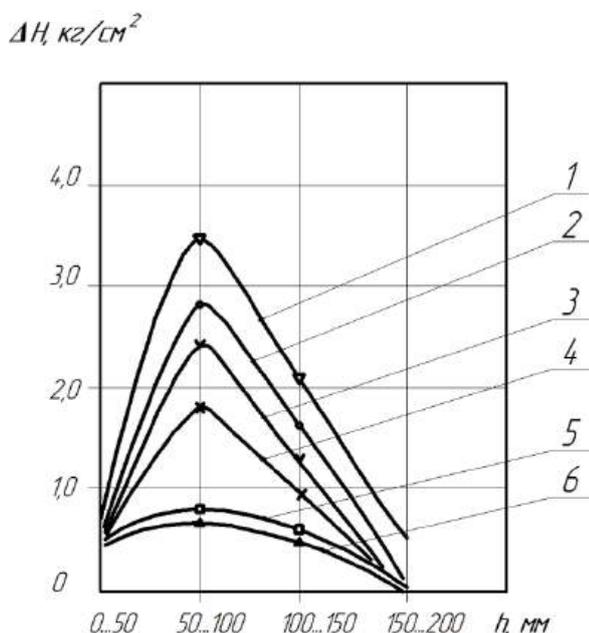


Рис. 3. Изменение твердости почвы по слоям горизонта в зависимости от режимов буксования:

1 – поле паханое,  $\delta=25\%$ ; 2 – поле под посев,  $\delta=27\%$ ; 3 – поле паханое,  $\delta=15,5\%$ ;  
4 – поле под посев,  $\delta=17\%$ ; 5 – поле паханое,  $\delta=11,1\%$ ; 6 – поле под посев,  $\delta=11,0\%$

Анализ графических зависимостей, приведенных на рисунке 3, показывает, что воздействие буксования на твердость почвы распространяется на максимальную глубину 150...200 мм, при этом максимальное значение твердости во всех опытах достигается на глубине 50...100 мм. На глубину выше 250 мм изменение твердости не распространяется. При этом вне зависимости от агрофона минимальное воздействие на твердость почвы оказывается энергетическим средством при буксовании в диапазоне 10...12%: для паханого поля это режим работы МТА с коэффициентом буксования  $\delta=11,1\%$ ; для поля, подготовленного под посев –  $\delta=11,0\%$ . Наименьшее приращение твердости почвы в слое 50...100 мм  $\Delta H=0,8\dots 0,9$  кг/см<sup>2</sup> получено при буксовании  $\delta=11\%$ .

Увеличение буксования до диапазона 15...20% (режим работы для паханого поля с коэффициентом буксования  $\delta=15,5\%$ , для поля, подготовленного под посев, –  $\delta=17\%$ ) вызывает прирост твердости  $\Delta H=1,8\dots 2,3$  кг/см<sup>2</sup>, а при работе тракторного движителя с буксованием в диапазоне 20...30% ( $\delta=25\%$  для паханого поля и  $\delta=27\%$  для поля, подготовленного под посев) приращение твердости почвы составляет  $\Delta H=2,75\dots 3,3$  кг/см<sup>2</sup>.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее благоприятными режимами, минимизирующими изменение твердости почвы по слоям горизонта, являются режимы работы МТА с буксованием ведущих колес в диапазоне 9...12%. В целом анализ графических зависимостей, представленных на рисунках 1 и 3, позволяет заключить, что рациональными с точки зрения снижения эрозионного воздействия на почву и ее уплотнения движителями энергетических средств тягового класса 0,6 кН в составе машинно-тракторного агрегата являются режимы работы с величиной буксования ведущих колес в диапазоне 9...12% вне зависимости от агрофона. Полученные результаты полностью согласуются с результатами исследований, приведенных в работе [4].

**Заключение.** Выполненные в условиях Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства лабораторно-полевые исследования подтвердили воздействие ведущих колес энергетического средства МТА на структуру и твердость почвы в следе трактора по глубине в зависимости от режима буксования движителей на исследованных агрофонах (поле паханое и поле,

подготовленное под посев). Анализ полученных зависимостей структуры и твердости почвы по слоям горизонта от буксования показал, что рациональными являются режимы работы МТА, при которых буксование движителей энергетического средства находится в диапазоне 9...12% вне зависимости от агрофона. Буксование свыше 12% приводит к резкому увеличению в структуре почвы количества эрозионно-опасных частиц размером менее 0,25 мм, а также повышению твердости почвы в следе трактора в 3,4...3,7 раза в слое глубиной 50...100 мм. Кроме того, полученные в ходе экспериментов данные позволяют сделать вывод, что рекомендуемые ГОСТ 26955-86 режимы работы со значением буксования 14...16% не являются рациональными для данного типа машинно-тракторных агрегатов, поскольку приводят в процессе выполнения технологических операций к повышенному уплотнению и истиранию почвы вне зависимости от агрофона.

#### Библиографический список

1. Надыкто, В. Т. Определение максимального буксования колесных движителей с учетом ограничения их воздействия на почву / В. Т. Надыкто // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – №8. – С.19-23.
2. Черников, О. Н. Обоснование допустимой величины буксования движителей, обеспечивающее уменьшение их вредного воздействия на почву : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Черников Олег Николаевич. – Саранск, 2001. – С. 18.
3. Савельев, Ю. А. Обоснование конструктивно-технологических параметров плоскорежущих лап / Ю. А. Савельев, Ю. М. Добрин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №3. – С. 54-57.
4. Черников, О. Н. Влияние режимов буксования колесного движителя энергетического средства МТА на физические свойства почвы / О. Н. Черников, А. П. Быченин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №4. – С. 44-49.
5. Золотаревская, Д. И. Исследование и расчет уплотнения почвы при работе и после остановки колесного трактора / Д. И. Золотаревская // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №8. – С. 33-38.
6. Золотаревская, Д. И. Изменение реологических свойств и плотности дерново-подзолистой супесчаной почвы при воздействии колесного трактора / Д. И. Золотаревская // Почвоведение. – 2013. – №7. – С. 829-839.
7. Лопарев, А. А. Исследование процесса буксования ведущих колес трактора МТЗ-100 в режиме трогания с места и разгона / А. А. Лопарев, А. М. Венглинский, А. С. Комкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №1. – С. 18-20.

#### References

1. Nadykto, V. T. (2015). Opredeleniye maksimalnogo buksovaniya kolesnykh dvizhitelei s uchetom ogranicheniya ikh vozdeistviya na pochvu [Definition of the maximum slipping of wheel propellers taking into account restriction of their impact on the soil]. *Traktory i selikhozmashiny. – Tractors and agricultural machinery*, 8, 19-23 [in Russian].
2. Chernikov, O. N. (2001). Obosnovaniye dopustimoi velichiny buksovaniya dvizhitelei, obespechivayushcheye umenisheniye ikh vrednogo vozdeistviya na pochvu [The justification of admissible size of slipping of propellers providing reduction of their harmful effects on the soil]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Saransk [in Russian].
3. Savelyev, Yu. A., & Dobrin, Yu. M. (2011). Obosnovaniye konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov ploskorezhushchih lap [Justification of constructive and technological parameters of flat blades]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 54-57 [in Russian].
4. Chernikov, O. N., & Bychenin, A. P. (2018). Vliyaniye rezhimov buksovaniya kolesnogo dvizhitelya energeticheskogo sredstva MTA na fizicheskiye svoystva pochvy [Influence of slipping modes of the wheeled running gear of MTU power means onto physical proper-ties of the soil]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 44-49 [in Russian].
5. Zolotarevskaya, D. I. (2016). Issledovaniye i raschet uplotneniya pochvy pri rabote i posle ostanovki kolesnogo traktora [Study and calculation of soil compaction during operation and after stopping of a wheel tractor]. *Traktory i selikhozmashiny – Tractors and agricultural machinery*, 8, 33-38 [in Russian].
6. Zolotarevskaya, D. I. (2013). Izmeneniye reologicheskikh svoystv i plotnosti dernovo-podzolistoi supeschanoi pochvy pri vozdeistviyi kolesnogo traktora [Change of rheological properties and density of the cespitose and podsolic sandy soil under influence of the wheel tractor]. *Pochvovedeniye – Edaphology*, 7, 829-839 [in Russian].
7. Loparev, A. A., Venhlin'skiy, A. M., & Komkin, A. S. (2014). Issledovaniye processa buksovaniya vedushchikh koles traktora MTZ-100 v rezhime troganiya s mesta i razgona [Researching of process of slipping of driving wheels of the MTZ-100 tractor in the start-off mode from the place and dispersal]. *Traktory i selikhozmashiny – Tractors and agricultural machinery*, 1, 18-20 [in Russian].

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ

**Хольшев Николай Васильевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис», ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ.

392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106.

E-mail: msh@nnn.tstu.ru

**Мухин Виктор Алексеевич**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механизация и технология животноводства», ФГБОУ ВО «Саратовский аграрный университет им. Н. И. Вавилова».

440012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

E-mail: fmshgau@mail.ru

**Петрова Светлана Станиславовна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

**Ключевые слова:** шнеколопастной, смеситель, шнек, навивка, лопасть, лопатка.

*Цель исследований – совершенствование оборудования для смешивания сухих рассыпных кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров. В результате анализа состояния вопроса и существующих конструктивных схем смесителей было установлено, что многие из машин, применяемых для приготовления комбикормов, сложны по конструкции и не надежны в работе, качество получаемой кормовой смеси не всегда соответствует зоотехническим требованиям; применяемые серийные и экспериментальные смесители комбикормов из-за несовершенства технологического процесса и рабочих органов имеют высокую удельную энергоемкость. Перспективным направлением в совершенствовании конструкций смесителей кормов является создание универсального тихоходного смесителя периодического действия с неподвижным прямоугольным корпусом и двумя горизонтально расположенными принудительно смешивающими комбинированными рабочими органами. В задачи исследования входило разработать конструктивно-технологическую схему шнеколопастного тихоходного смесителя периодического действия; определить влияние конструктивно-технологических и технологических параметров смесителя на его производительность; выявить рациональные конструктивно-режимные параметры шнеколопастного смесителя по показателю времени цикла. Методика исследований предусматривала теоретическое обоснование параметров смесителя по показателю времени цикла смешивания. Представлены выражения для определения производительности на участках: шнековом, первом и втором перемешивающе-транспортирующих лопаток, перебрасывающих лопастей. Получены выражения определения времени цикла от угла установки перемешивающе-транспортирующих лопаток и частоты вращения рабочих органов. Полученные и приведенные выражения для определения времени цикла от угла установки перемешивающе-транспортирующих лопаток и частоты вращения рабочих органов позволяют определить минимальное время цикла, то есть выбрать оптимальные угол установки лопаток и частоту вращения рабочего органа.*

## DETERMINATION OF AUGER-BLADE MIXER RATIONAL PARAMETERS

**Khol'shev N. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Operation of road transport and car service», FSBEI HE Tambov STU.

392000, Tambov, Sovetskaya street, 106.

E-mail: msh@nnn.tstu.ru

**Mukhin V. A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department «Mechanization and technology of animal husbandry», FSBEI HE «Saratov Agrarian University named N. I. Vavilov».

440012, Saratov, Theatral'naya square, 1.

E-mail: fmshgau@mail.ru

**Petrova S. S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Mechanics and engineering graphics», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

**Keywords:** auger, mixer, auger conveyor, winding, blade.

The purpose of the study is to improve the equipment for mixing dry crumbled feed with regard to the basic operation condition or parameters. As a result of the issue analysis and the existing mixers structure, it was found that many machines used for the preparation of compound feeds are complex in the structure and not reliable in operation, the feed mixture quality does not always meet the zootechnical requirements; the applied standard and experimental mixers of compound feeds because of imperfection of technological process and working parts contained, possess high specific power consumption. The construction of a universal low-speed batch mixer with a fixed rectangular case and combined two forcibly mixing working parts mounted horizontally is an advanced study direction for feed mixers improving. The study objectives incorporated the development of structural and technological specification of a low-speed auger-blade mixer of batch action; the assessment of the impact of design parameters above mentioned of the mixer on its performance; to identify the rational structural and operating specification of the auger-blade mixer taking into consideration the cycle duration time. The research methodology provided the theoretical justification of specification of the mixer taking into account the cycle duration period of the blending. Expressions to determine the performance efficiency along the following stages were provided: involving auger conveyor, the first and the second mixing transporting and throwing blades. Formulas are obtained for estimation the cycle period from the installation angle of the mixing-transporting blades and the rotation frequency of the working parts. Data obtained and given for estimation the cycle time from the installation angle of the mixing-transporting blades and the speed of the working parts allow to operate during the minimum cycle time, that is, to choose the optimal angle of installation of the blades and the speed of rotation of the working parts.

Краткий анализ состояния вопроса и актуальности проблемы приготовления сухих рассыпных кормов, конструкций существующих смесителей кормов и перспективных путей совершенствования их конструкций [1, 2,3 ,9] позволяет сделать следующие выводы:

1. В настоящее время наибольшее распространение при кормлении сельскохозяйственных животных получило кормление полнорационными кормовыми смесями, в составе которых значительную долю имеют сухие рассыпные корма.

2. Почти половина сухих рассыпных кормосмесей приготавливается непосредственно на сельскохозяйственных предприятиях при помощи малогабаритных комбикормовых агрегатов.

3. Одной из важных операций при приготовлении комбикормов является смешивание, обеспечивающее однородность смеси в соответствии с зоотехническими нормами и определяющее, в конечном итоге, продуктивность животных, качество мяса и эффективность использования кормов, и как следствие снижение себестоимости продукции.

4. В результате анализа существующих конструктивных схем смесителей было установлено, что многие из машин, применяемых для приготовления комбикормов, сложны по конструкции и не надежны в работе; качество получаемой кормовой смеси не всегда соответствует зоотехническим требованиям; применяемые серийные и экспериментальные смесители комбикормов из-за несовершенства технологического процесса и рабочих органов имеют высокую удельную энергоемкость.

5. Повышение эффективности смесителей кормов направлено на модернизацию существующих типов смесителей за счет организации максимального упорядоченного перемещения частиц путем использования дополнительных устройств и способов смешивания.

6. Перспективным направлением в совершенствовании конструкций смесителей кормов является создание универсального тихоходного смесителя периодического действия с неподвижным прямоугольным корпусом и двумя горизонтально расположенными принудительно смешивающими комбинированными рабочими органами.

**Цель исследований** – совершенствование оборудования для смешивания сухих рассыпных кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров.

**Задачи исследований** – разработать конструктивно-технологическую схему шнеколопастного тихоходного смесителя периодического действия; определить влияние конструктивно-технологических и технологических параметров смесителя на его производительность; выявить рациональные конструктивно-режимные параметры шнеколопастного смесителя по показателю времени цикла.

**Материалы и методы исследований.** Все факторы, влияющие на процесс смешивания, можно разделить на три группы [9]: 1) методы смешения (распыливание, пересыпание,

перелопачивание, нашлаивание компонентов, смешение компонентов в «кипящем» слое и т. д.); 2) конструктивные особенности смесителей и их режимы работы (степень заполнения, скорость и характер циркуляции материала внутри смесителя, конструкция размешивающего органа, скорость вращения этого органа и т. д.); 3) физико-механические характеристики смеси компонентов (соотношение компонентов, их гранулометрический состав, объемные массы, коэффициент внутреннего трения и т. д.).

Методы смешивания в большинстве случаев ограничиваются условиями приготовления смеси, ее физико-механическими свойствами, а также принятой технологией приготовления.

Во многом качество приготовления смесей зависит от конструкции смесителя и скорости вращения рабочих органов, степени наполнения смесительной камеры и угла установки лопастей. К концу процесса смешивания смесь остается без изменения, достигнув к этому моменту некоторого предела однородности  $\Theta_{np}$ , характерной для данной смеси и конструкции смесителя. В смесителе со шнековым рабочим органом  $\Theta_{np} = 93...96\%$  можно считать вполне удовлетворительной. В смесителе с лопастным рабочим органом качество смешивания выше:  $\Theta_{np} = 98\%$ . Предельная однородность смеси находится в обратно пропорциональной зависимости от степени наполнения смесительной камеры. При увеличении степени наполнения с 0,095 до 0,270 предельная однородность смеси снижается с 95,6 до 93,2%. Поэтому при использовании шнека в качестве рабочего органа смесителя непрерывного действия величину этого параметра следует принимать равной 0,10...0,15. Для порционных шнековых смесителей коэффициент наполнения при горизонтальном расположении шнека составляет 0,3...0,4, а при вертикальном – 0,7...0,8 [9]. В смесителе с лопастным рабочим органом степень наполнения мало влияет на качество смешивания и может быть увеличена до 0,3...0,5, поэтому производительность такого смесителя выше. Увеличение скорости рабочих органов смесителя влечет за собой некоторое повышение качества смешивания, причем наиболее существенное влияние на однородность смеси оказывают скорости от 0,6 до 1,5 м/с. Дальнейшее увеличение окружной скорости рабочего органа почти не сказывается на качестве смешивания, но при этом значительно возрастает производительность машины. Таким образом, с учетом фактора увеличения производительности оптимальная окружная скорость рабочих органов смесителя должна быть 1,5...2 м/с. Более высокие скорости приводят к значительному распылу смешиваемых материалов. Изменение угла установки лопастей также оказывает заметное влияние на качество работы смесителя. Так, установка лопастей под углами от 10 до 90° изменяет однородность смеси на 1,5%. Наибольшая величина предельной однородности смеси – 97...98% – соответствует углам установки лопастей 35...70°. Более высокая производительность смесителя достигается при углах установки лопастей 30...50°, что не меняет и высокие показатели однородности смеси [8].

На качество смешивания, кроме рассмотренных конструктивных и технологических факторов, оказывают влияние также физико-механические свойства компонентов. При смешивании компонентов большую роль играет соотношение их объемных масс. Чем оно ближе к единице, тем быстрее происходит процесс смешивания и достигается требуемая степень однородности. Чем меньше размер частиц компонентов и чем больше эти размеры выровнены, тем быстрее получается заданная степень однородности смеси. При уменьшении соотношения компонентов быстрее достигается заданная степень однородности. Так, увеличение отношения удельных масс компонентов с 1,09 до 2,28 вызывает снижение предельной однородности смеси соответственно с 95,1 до 92% [8]. При смешивании сухих компонентов с влажными и увеличении относительной влажности до 14,5% растет степень однородности. Для дальнейшего повышения влажности необходимо увеличение времени смешивания.

**Результаты исследований.** На основании анализа конструкций смесителей и теоретических исследований разработана конструктивно-технологическая схема шнеколопастного тихоходного смесителя периодического действия, представленная на рисунке 1. Смеситель состоит из бункера 1, пультов управления мотор-редукторами 2, двух мотор-редукторов 3, двух рабочих органов 4, цепных передач 5; каждый рабочий орган состоит из двух частей, вращающихся в противоположные стороны; на рабочих органах размещены участки шнековой навивки 6 длиной  $L_{ш}$ , перемешивающе-транспортирующих лопаток 7 и 8 длиной  $L_{шл1}$  и  $L_{шл2}$  соответственно, перебрасывающих лопастей 9 длиной  $L_{л}$ . Перемешивающе-транспортирующие лопатки имеют возможность поворота

относительно оси вала. Общая высота бункера равна  $H_{общ.}$ . Радиусы перебрасывающих лопастей  $R_n$ , шнековой навивки  $R_{ш}$  и перемешивающе-транспортирующих лопаток первой  $R_{nm1}$  и второй частей  $R_{nm2}$  рабочего органа равны между собой [5].

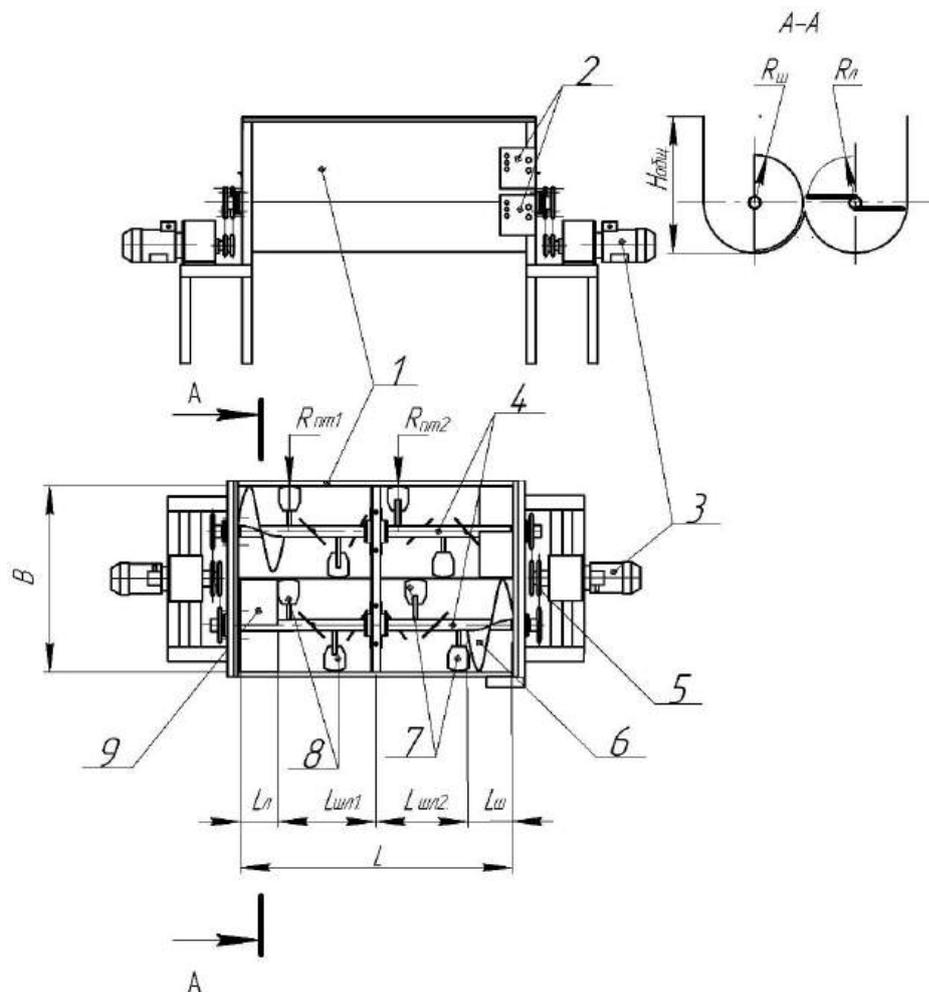


Рис. 1. Расчетная схема шнеколопастного смесителя кормов

Для возможности дальнейших теоретических исследований и изготовления экспериментального образца смесителя необходимо определить значения основных его конструктивных параметров и их взаимосвязь с учетом обеспечения эффективной работы смесителя.

Шнековая навивка должна обеспечивать интенсивное перемещение кормовой массы без ее зависания. Диаметр вала шнека принимают обычно равным 10% от диаметра  $D$  навивки, шаг навивки  $S$  принимается равным половине или  $1/4$  диаметра  $D$  навивки шнека [9].

Угол подъема винтовой линии связан с шагом шнека и диаметром выражением [6]:

$$\operatorname{tg} \alpha = S / \pi D. \quad (1)$$

При невыгоднейшем угле подъема винтовых линий обеспечиваются максимальные осевая скорость и производительность при горизонтальном расположении шнека [8]:

$$\alpha_g = 45^\circ - \frac{\varphi_0}{2}, \quad (2)$$

где  $\varphi_0$  – угол внутреннего трения смеси.

В лопастном смесителе реализация процесса смешивания происходит в основном за счет перераспределения частиц в осевом направлении под действием рабочих органов.

Число лопастей в ряду должно быть таким, чтобы в момент выхода одной лопасти из слоя сыпучего материала время до вхождения другой лопасти было минимальным. В противном случае происходит значительное периодическое изменение нагрузки на двигатель. При увеличении

коэффициента заполнения смесительной камеры от 0,3 до 0,65 время перепада нагрузки на вал также уменьшается [9].

Высоту лопатки  $H_{nm}$  определяют из соотношения [9]:

$$2b_{nm}^{\min} > H_{nm} > \frac{b_{nm}^{\min}}{2}, \quad (3)$$

где  $b_{nm}^{\min}$  – минимальная ширина лопатки из всех используемых в смесителе, м.

Высота должна быть более половины ширины лопасти из условия образования «застойной» области перед ней. В результате увеличения угла поворота лопасти наблюдается образование «застойной» области перед лопастью, необходимой для максимального перемещения частиц. Принимать значение высоты лопасти большее, чем три ширины лопасти, не целесообразно с точки зрения прочности. Дёминим О. В. экспериментально установлено, что при  $H_{nm} > 2b_{nm}$  заметного увеличения переходов частиц из зоны воздействия лопасти в соседние ряды не наблюдается [9].

Ширина лопатки может быть определена по формуле [9]:

$$a = \frac{t_{nm.}}{\cos \alpha_{nm.}}, \quad (4)$$

где  $t_{nm.}$  – шаг лопаток по длине смесителя, м;

$\alpha_{nm.}$  – угол поворота лопатки относительно оси вала, град.

Основное назначение участка перебрасывающих лопастей – перемещение кормосмеси на второй рабочий орган, в таком случае лопасти должны быть параллельны оси вала. Для повышения эффективности работы лопасти она должна быть сплошного сечения. Ширина  $B$  лопасти должна обеспечивать перебрасывание смеси, исключая ее прессование у торцевой стенки бункера, в таком случае:

$$B \geq \frac{v_o}{n_l z_l}, \quad (5)$$

где  $v_o$  – осевая скорость смеси при сходе с перемешивающе-транспортирующей лопатки, м/с;

$n_l$  – частота вращения лопастей, с<sup>-1</sup>;

$z_l$  – число перебрасывающих лопастей в поперечном сечении, шт.

Осевую скорость можно определить по выражению [1]:

$$v_o = k_g \cdot k_n \cdot \omega_{nm.2} \cdot \frac{t_{nm.2}}{2\pi} \quad (6)$$

где  $k_g$  – коэффициент возврата смеси вследствие перемешивания, равный 0,68 ... 0,75;

$k_n$  – коэффициент прерывистости винтовой поверхности;

$\omega_{nm.2}$  – угловая скорость второго участка лопаток, рад/с;

$t_{nm.2}$  – шаг перемешивающе-транспортирующих лопаток на втором участке, м.

$$k_n = \frac{b_{nm.2} \cos \alpha \cdot \cos \beta}{2\pi R_{nm.2}}. \quad (7)$$

Одними из главных характеристик смесителя являются его производительность за цикл и мощность.

Для расчета циклической производительности необходимо задаться временем смешивания  $\tau_{см}$ . Время может быть выбрано либо на основе опыта эксплуатации аналогичного аппарата, либо на основе требований, предъявляемых заказчиком, также оно может быть определено теоретически. При этом следует учитывать рекомендуемую степень заполнения смесительной камеры.

Корм под действием шнековой навивки (рис. 2) перемещается вдоль оси вала и к стенке бункера, на это уйдет время  $\tau_{II}$ , на участке II под действием перемешивающе-транспортирующих лопаток корм движется к стенке бункера и вдоль оси вала, это займет время  $\tau_{nm1}$ , на участке III корм перемещается вдоль оси вала за время  $\tau_{nm2}$  и частично перебрасывается на другой рабочий орган

(участок II) за время  $\tau_n$ , на участке IV происходит переброс корма окончательно за время  $\tau_l$ . На втором рабочем органе рабочий процесс протекает аналогично и за тоже время [6].

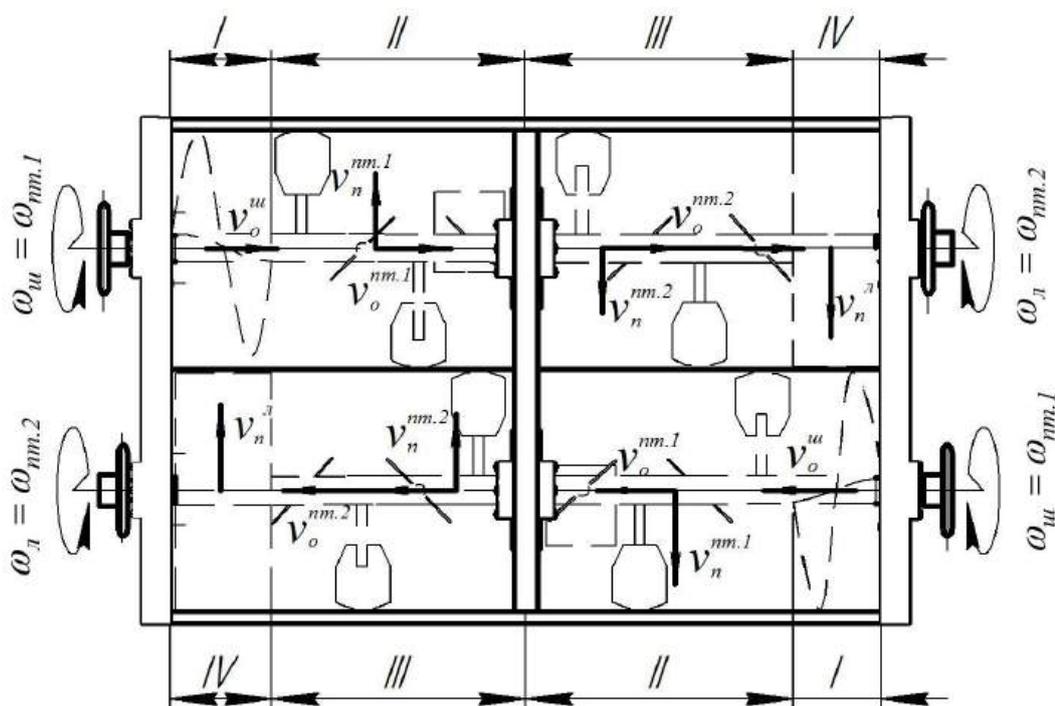


Рис. 2. Схема движения корма в смесителе:  
I – участок шнековой навивки; II, III – участки перемешивающе-транспортирующих лопаток;  
IV – участок перебрасывающих лопастей

Производительность смесителя периодического действия за цикл определяется в общем случае по формуле:

$$Q = \frac{V_{п.б.} \cdot \varphi_n \cdot \rho}{\tau_{см.} + \tau_{всп.}}, \quad (8)$$

где  $\varphi_n$  – коэффициент наполнения смесительной камеры;  
 $V_{п.б.}$  – полезный объем камеры смешивания, м<sup>3</sup>;  
 $\tau_{см.}$  – время смешивания, с;  
 $\tau_{всп.}$  – время вспомогательных операций, с.

Время вспомогательных операций определяется на основе опыта аналогичного оборудования эксплуатации. Оно состоит из времени загрузки, выгрузки, технического обслуживания и т.д. Время смешивания  $\tau_{см}$  зависит от времени цикла, которое равно времени прохождения компонентов смеси по всем участкам I-IV каждого рабочего органа (рис. 2). В таком случае можно записать:

$$\tau_{см} = n_{ц} \tau_{ц}, \quad (9)$$

где  $n_{ц}$  – количество циклов;

$\tau_{ц}$  – время цикла, с.

Теоретическое значение времени прохождения смеси по всем участкам каждого рабочего органа определится выражением:

$$\tau_{ц.} = 2(\tau_{ш} + \tau_{nm1} + \tau_n + \tau_{nm2} + \tau_l). \quad (10)$$

Для исключения застойных зон в смесителе необходимо, чтобы выполнялось условие на каждом рабочем органе [6]:

$$Q_{ш} = Q_{nm.1} + Q_n = Q_{nm.2} + Q_{nep.} = Q_l, \quad (11)$$

где  $Q_{ш}$ ,  $Q_{nm.1}$ ,  $Q_{nm.2}$  – соответственно осевая подача шнекового участка, первого и второго участков перемешивающе-транспортирующих лопаток, кг/с;

$Q_{ш}$  – величина подпора, кг/с;

$Q_l$ ,  $Q_{nep.}$  – величина поперечной подачи соответственно на участке перебрасывающих лопастей и втором участке перемешивающе-транспортирующих лопаток, кг/с.

Частицы корма участвуют в осевом и вращательном движении относительно рабочего органа. Время нахождения смеси на участках рабочих органов зависит, прежде всего, от осевой подачи.

С учетом схемы движения корма, а также выражений (10) и (11) можно написать:

$$\tau_{ш.} = 2 \left( \frac{Q_{nm.2}}{Q_{nm.2} + Q_{nep.}} \left( \frac{m}{Q_{ш}} + \frac{m}{Q_l} \right) + \frac{m}{Q_{nm.1}} + \tau_n + \frac{m}{Q_{nm.2} + Q_{nep.}} \right), \quad (12)$$

где  $m$  – масса загруженного корма, кг.

Осевую подачу шнека рекомендуется определять по формуле [6, 9]:

$$Q_{ш.} = 0,25 \cdot \pi \cdot (D_{ш}^2 - d_{ш}^2) \cdot \omega_{ш} \cdot r_c \cdot \sin \alpha_c (\cos \alpha_c - f \sin \alpha_c) \cdot \rho \cdot \varphi_n^{ш}, \quad (13)$$

где  $D_{ш}$  и  $d_{ш}$  – диаметры соответственно шнека и его вала, м;

$\omega_{ш}$  – угловая скорость шнековой навивки, с<sup>-1</sup>;

$r_c$  – средний радиус шнековой навивки, м;

$\alpha_c$  – средний угол развертки шнековой навивки, град.;

$f$  – коэффициент внешнего трения;

$\rho$  – объемная масса корма, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi_n^{ш}$  – коэффициент заполнения сечения шнека.

Осевая подача участка перемешивающе-транспортирующих лопаток соответственно на первом и втором участках определится выражениями [6]:

$$Q_{nm.1} = \pi (R_{nm.1}^2 - r_{nm.1}^2) \varphi_n^{nm.1} \cdot b_{nm.1} \cdot (\cos \alpha_{nm.1}) \cdot n_{nm.1} \cdot \rho \cdot k_l^{nm.1}, \quad (14)$$

$$Q_{nm.2} = \pi (R_{nm.2}^2 - r_{nm.2}^2) \varphi_n^{nm.2} \cdot b_{nm.2} \cdot (\cos \alpha_{nm.2}) \cdot n_{nm.2} \cdot \rho \cdot k_l^{nm.2}, \quad (15)$$

где  $R_{nm.1}$ ,  $R_{nm.2}$ ,  $r_{nm.1}$ ,  $r_{nm.2}$  – максимальный и минимальный радиус перемешивающе-транспортирующей лопатки соответственно на первом и втором участках, м;

$\varphi_n^{nm.1}$ ,  $\varphi_n^{nm.2}$  – коэффициент наполнения смесителя соответственно на первом и втором участках перемешивающе-транспортирующих лопаток;

$\alpha_{nm.1}$ ,  $\alpha_{nm.2}$  – угол установки перемешивающе-транспортирующих лопаток к продольной оси смесителя соответственно на первом и втором участках, град.;

$b_{nm.1}$ ,  $b_{nm.2}$  – ширина перемешивающе-транспортирующих лопаток соответственно на первом и втором участках, м;

$n_{nm.1}$ ,  $n_{nm.2}$  – частота вращения вала смесителя соответственно на первом и втором участках, с<sup>-1</sup>;

$k_l^{nm.1}$ ,  $k_l^{nm.2}$  – коэффициент, учитывающий обтекание лопатки смешиваемой массой в осевом направлении, соответственно на первом и втором участках перемешивающе-транспортирующих лопаток.

Поперечная подача на втором участке перемешивающе-транспортирующих определится выражением:

$$Q_{nep.} = \pi (R_{nm.2}^2 - r_{nm.2}^2) \varphi_n^{nm.2} \cdot b_{nm.2} \cdot (\sin \alpha_{nm.2}) \cdot n_{nm.2} \cdot \rho \cdot k_{л.р.}^{nm.2}, \quad (16)$$

где  $k_{л.р.}^{nm.2}$  – коэффициент, учитывающий обтекание лопатки смешиваемой массой на втором участке в радиальном направлении.

Поперечная подача перебрасывающих лопастей:

$$Q_n = \pi 0,25 \cdot b_n \cdot \varphi_n^n \cdot n_n \cdot z_n (D_n^2 - d_n^2) \cdot \rho \cdot k_n^n, \quad (17)$$

где  $b_n$  – ширина лопасти, м;

$\varphi_n^n$  – коэффициент наполнения на участке перебрасывающих лопастей;

$n_n$  – частота вращения вала смесителя на лопастном участке, с<sup>-1</sup>;

$z_n$  – число перебрасывающих лопастей в поперечном сечении, шт.

$D_n, d_n$  – максимальный и минимальный диаметр лопастей соответственно, м;

$k_n^n$  – коэффициент, учитывающий обтекание лопасти смешиваемой массой.

Подставив в (8) выражения (12-17) можно получить выражение для определения теоретической производительности шнеколопастного смесителя.

Для упрощения расчета теоретических показателей работы шнеколопастного смесителя в соответствии с предложенной методикой расчета была составлена программа на языке программирования «Delphi 7.0». Внешний вид рабочего окна программы представлен на рисунке 3.

ВНЕДИТЕ:

Плотность, кг/м

Масса корма, кг

Частота вращения:

- первой части рабочего органа, 1/мин

- второй части рабочего органа, 1/мин

Угол установки перемешивающе-транспортирующих лопаток:

- на первом участке, град.

- на втором участке, град.

Коэффициент внешнего трения

Коэффициент внутреннего трения

Число перемешивающе-транспортирующих лопаток:

- на первом участке, шт.

- на втором участке, шт.

Число перебрасывающих лопастей, шт.

Количество циклов, шт.

Коэффициент наполнения на участке:

- шнековом:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток первом:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток втором:

- перебрасывающих лопастей:

Подача на участке:

- шнековом осевая, кг/с:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток первом, осевая, кг/с:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток втором, осевая, кг/с:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток втором, поперечная, кг/с:

- перебрасывающих лопастей, кг/с:

Время нахождения смеси за цикл на участке:

- шнековом, с:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток первом, с:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток втором, с:

- перебрасывающих лопастей, с:

Время цикла, с:

Время смешивания, с:

Мощность, расходуемая на участке:

- шнековом, Вт:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток, Вт:

- перемешивающе-транспортирующих лопаток втором, Вт:

- перебрасывающих лопастей, Вт:

Мощность на привод одного рабочего органа, Вт:

Рис. 3. Внешний вид рабочего окна программы для расчета теоретических значений показателей работы шнеколопастного смесителя

При помощи разработанной программы был произведен поиск оптимального соотношения частоты вращения разных частей рабочих органов, а также оптимального соотношения углов установки перемешивающе-транспортирующих лопаток на первом и втором участках. Оптимизация проводилась с точки зрения минимального времени цикла. По полученным данным были построены поверхности отклика. При определении оптимального соотношения частот вращения частей рабочих органов при угле установки лопаток 30° поверхность имела вид, представленный на рисунке 4, а поверхность оптимизации соотношения угла установки лопаток при частоте вращения 20 мин<sup>-1</sup> представлена на рисунке 5. Из рисунка 4 видно, что в независимости от соотношения частоты вращения на первой и второй частях рабочего органа происходит снижение времени цикла, меняется только интенсивность его уменьшения. Общая закономерность снижения времени цикла за счет изменения частоты вращения частей рабочих органов состоит в назначении максимально допустимой частоты вращения рабочих органов. Выявить точное соотношение по данным графика невозможно, следует ввести дополнительное условие, как, например, мощность на привод.

Анализ рисунка 5 показывает, что достигнув некоторого минимума при определенном соотношении углов установки перемешивающе-транспортирующих лопаток, время цикла снова начинает

расти. Лучшим значением для угла на первом участке перемешивающе-транспортирующих лопаток является  $\alpha_{пт.1}=30^\circ$ . В первом приближении можно сделать вывод, что следует устанавливать значение угла перемешивающе-транспортирующих лопаток на первом участке меньше, чем на втором.

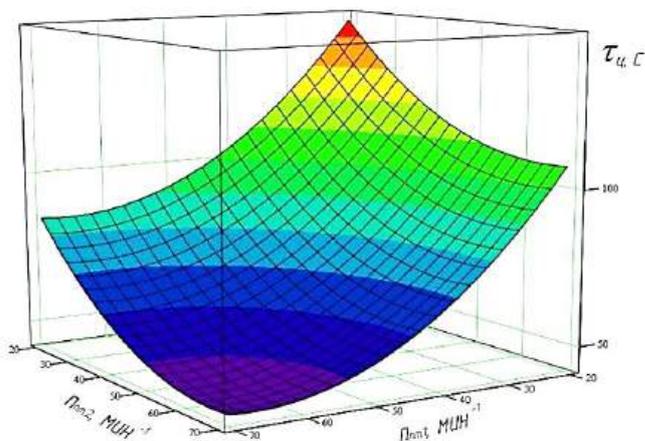


Рис. 4. Поверхность при определении оптимального соотношения частот вращения частей рабочих органов при угле установки лопаток  $30^\circ$

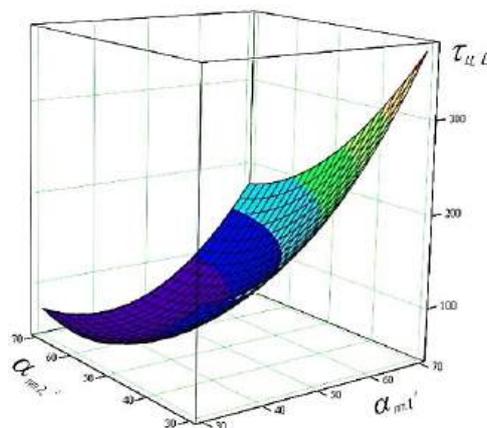


Рис. 5. Поверхность при определении оптимального соотношения углов установки лопаток на разных участках при частоте вращения рабочих органов  $20 \text{ мин}^{-1}$

Значения оптимального соотношения углов установки и соотношения скоростей можно найти по уравнению поверхности, определив точку экстремума, так, например, при частоте  $20 \text{ мин}^{-1}$  оптимальные углы составят  $\alpha_{пт.1}=39,62^\circ$ ,  $\alpha_{пт.2}=63,92^\circ$ , время цикла 51 секунда, а при постоянном угле установки перемешивающе-транспортирующих лопаток, равном  $60^\circ$ , теоретические значения частот составят –  $n_{пт.1}=63,69 \text{ мин}^{-1}$  и  $n_{пт.2}=60,21 \text{ мин}^{-1}$ , время цикла 34 с. Расчет при других углах установки перемешивающе-транспортирующих лопаток показывает, что оптимально отношение  $(n_{пт.1}/n_{пт.2}) \approx 1,05$ . Определение оптимального соотношения углов перемешивающе-транспортирующих лопаток при других значениях частоты вращения рабочих органов показывает, что отношение  $(\alpha_{пт.1}/\alpha_{пт.2}) \approx 0,62$  и не зависит от угловой скорости лопаток.

Полученные соотношения оптимальны в плане минимального времени цикла, но в плане быстрого достижения высокой однородности смеси могут быть и не оптимальны. Верность сделанных расчетов следует проверить экспериментально.

**Заключение.** В результате проведения теоретических исследований были получены следующие результаты: разработана конструктивно-технологическая схема шнеколопастного смесителя для приготовления сухих рассыпных кормосмесей и обоснованы основные конструктивные параметры его рабочих органов; получены эмпирические выражения, позволяющие определить производительность смесителя и время цикла в зависимости от физико-механических свойств кормов и конструктивно-режимных и технологических параметров; определены теоретические оптимальные соотношения углов установки лопаток на разных участках рабочих органов и их частот вращения с точки зрения минимального времени цикла. Полученные соотношения требуют экспериментальной проверки и уточнения в плане обеспечения требуемого качества смеси.

#### Библиографический список

1. Астапов, С. Ю. Повышение эффективности смешивания в мобильном раздатчике-смесителе за счет совершенствования шнекового аппарата : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Астапов Сергей Юрьевич. – Мичуринск, 2007. – 179 с.
2. Ведищев, С. М. Исследование влияния конструктивно-режимных параметров шнеколопастного смесителя на его качественные показатели / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев // Вопросы современной науки и практики. – 2011. – №3 (34). – С. 32-34.

3. Ведищев, С. М. Обоснование конструкции смесителя кормов / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, М. М. Свиридов, Н. В. Хольшев // Наука на рубеже тысячелетий : сборник материалов 5 Международной научно-практической конференции 26-27 октября 2008 г. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2008. – С.181-183.
4. Ведищев, С. М. Теоретическое исследование влияния конструктивно-режимных параметров шнекопастного смесителя на его производительность / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2011. – Ч. 2, №2. – С. 23-26.
5. Ведищев, С. М. Управление подачей дозатора с изменяющимся шагом шнека / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-27 : сб. трудов XXVII Международной науч. конф. – Тамбов : Тамбовский ГТУ, 2014. – Т. 6. – С. 25-28.
6. Гатаулин, А. М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин. – М. : Издательство МСХА, 1992. – Ч. 1. – 192 с.
7. Дёмин, О. В. Оперативное управление процессом смешения / О. В. Дёмин, Д. О. Смосин, В. Ф. Першин // Вопросы современной науки и практики. – 2012. – № 4 (42). – С. 356-366.
8. Иванова, А. П. Интенсификация и оптимизация процесса смешения компонентов при приготовлении сыпучих кормов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05. 20. 01 / Иванова Анастасия Петровна. – Оренбург, 2000. – 20 с.
9. Киямов, И. М. Разработка и обоснование параметров пространственного планетарного смесителя кормовых компонентов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05. 02. 18 / Киямов Ильдус Минахметович. – Казань, 1998. – 24 с.

#### References

1. Astapov, S. Yu. (2007). Povysheniye effektivnosti smeshivaniya v mobilnom razdatchike-smeshivatela za schet sovershenstvovaniya shnekovogo apparata [Improving the efficiency of mixing in the mobile distributor-mixer using improved auger apparatus]. *Candidate's thesis*. Michurinsk [in Russian].
2. Vedishchev, S. M., & Khol'shev, N. V. (2011). Issledovaniye vliyaniya konstruktivno-rezhimnykh parametrov shnekolopastnogo smesitelya na ego kachestvennye pokazateli [Investigation of the influence of design-mode parameters of the screw-bladed mixer on its quality indicators]. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo – Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 3 (34), 32-34 [in Russian].
3. Vedishchev, S. M., Prokhorov, A. V., Sviridov, M. M., & Khol'shev, N. V. (2008). Obosnovaniye konstrukcii smesitelya kormov [Grounding for the design of the mixer feeds]. Science at the turn of the Millennium '08: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (26-27 oktyabrya 2008 goda) – International scientific and practical conference. (pp. 181-183). Tambov: Publishing Pershina R. V. [in Russian].
4. Vedishchev, S. M., & Khol'shev, N. V. (2011). Teoreticheskoye issledovaniye vliyaniya konstruktivno-rezhimnykh parametrov shnekolopastnogo smesitelya na ego proizvoditelnost [Theoretical study of the influence of design-mode parameters of the screw-bladed mixer on its performance]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, p. 2, 2, 23-26. [in Russian].
5. Vedishchev, S. M., & Khol'shev, N. V. (2014). Upravlenie podachei dozatora s izmenyayushchimsya shagom shneka [Control of supply of the dispenser with the changing step auger]. *Mathematical methods in technics and technologies – ММТТ-27 '14: – XXVII International scientific conference*. (pp. 25-28). Tambov: Tambovskiy GTU [in Russian].
6. Gataulin, A. M. (1992). *Sistema prikladnykh statistiko-matematicheskikh metodov obrabotki eksperimentalnykh dannykh v sel'skom hozyaystve [Applied statistics and mathematical methods of processing of experimental data in agriculture]*. M. : Publishing house of MAA [in Russian].
7. Demin, O. V., Smosin, D. O., & Pershin, V. F. (2012). Operativnoye upravleniye processom smesheniya [Operational management of the process of mixing]. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo – Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 4 (42), 356-366 [in Russian].
8. Ivanova, A. P. (2000). Intensifikatsiya i optimizatsiya processa smesheniya komponentov pri prigotovlenii sypuchih kormov [Intensification and optimization of the process of mixing of components in the preparation of bulk feed]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Orenburg [in Russian].
9. Kiyamov, I. M. (1998). Razrabotka i obosnovaniye parametrov prostranstvennogo planetarnogo smesitelya kormovykh komponentov [Development and justification of parameters of the spatial planetary mixer of feed components]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kazan [in Russian].

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ НА ПОТРЕБЛЯЕМУЮ ИМ МОЩНОСТЬ

**Хольшев Николай Васильевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис», ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ.

392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106.

E-mail: msh@nnn.tstu.ru

**Мухин Виктор Алексеевич**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механизация и технология животноводства», ФГБОУ ВО «Саратовский аграрный университет им. Н. И. Вавилова».

440012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

E-mail: fmshsgau@mail.ru

**Петрова Светлана Станиславовна**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

**Ключевые слова:** смеситель, лопасть, лопатка, скорость, мощность, смешивание, шнеколопастной.

*Цель исследования – совершенствование оборудования для смешивания сухих рассыпных кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров. Применение полнорационных кормовых смесей возможно только с использованием специального технологического оборудования – смесителей кормов, обеспечивающих заданную зоотехническими требованиями однородность смеси. Затраты на приобретение, эксплуатацию и обслуживание смесителей влияют на себестоимость животноводческой продукции. Соответственно нужно стремиться к снижению этих затрат. Этого можно достичь снижением удельных затрат энергии на процесс смешивания, которые во многом зависят от конструкции смесителя, устройства его рабочих органов, эффективности процесса смешивания, и потребляемой на процесс смешивания мощности. Анализ теоретических исследований показал, что в настоящее время не существует методики расчета потребляемой мощности смесителями с комбинированными рабочими органами, имеющими чередующиеся по исполнению и назначению участки. Расходуемая мощность на процесс смешивания является одной из главных составляющих эксплуатационных затрат для смесительного оборудования, определяющая удельные затраты энергии на процесс смешивания – одну из важных характеристик любого смесителя. Методика исследований предусматривала теоретическое обоснование влияния взаимосвязи параметров смесителя по потребляемой мощности на процесс смешивания. Представлены выражения для определения потребления мощности на участках: шнековом, первом и втором перемешивающе-транспортирующих лопаток, перебрасывающих лопастей. Получены выражения для определения потребляемой мощности на процесс смешивания от угла установки перемешивающе-транспортирующих лопаток, коэффициента наполнения смесителя и частоты вращения рабочих органов. Полученные выражения позволяют определить значения мощности на процесс смешивания с погрешностью не более 5% при значениях исследуемых параметров смесителя в границах эксперимента.*

## INFLUENCE OF DESIGN OPERATING AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF AUGER-BLADE MIXER ON POWER CONSUMED BY IT

**Khol'shev N. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Operation of road transport and car service», FSBEI HE Tambov STU.

392000, Tambov, Sovetskaya street, 106.

E-mail: msh@nnn.tstu.ru

**Mukhin V. A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department «Mechanization and technology of animal husbandry», FSBEI HE «Saratov agrarian university named N. I. Vavilov».

440012, Saratov, Theatral'naya square, 1.

E-mail: fmshsgau@mail.ru

**Petrova S. S.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Mechanics and engineering graphics», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

**Keywords:** mixer, blade, speed, power, mixing, auger.

The purpose of the study – is the equipment improvement for dry mixing of crumbled feed with substantiation of design and operating parameters. The use of complete feed mixtures is possible only with the use of special technological equipment – feed mixers, producing mixture homogeneity meeting livestock requirements. The costs of purchasing, operating and maintaining mixers ultimately affect the cost of livestock production. Accordingly, it is necessary to aim efforts at the reduction of these costs. This can be achieved by reducing the specific energy costs for the mixing process, which largely depend on the mixer design, its working parts operation and the efficiency of the mixing process and power consumption needed for mixing process. No method of power consumption estimation of mixers with combined working parts according to theoretical studies obtained, having alternating in regard to execution and purpose areas. Power consumption needed for the mixing process is one of the main components of the operating costs for the mixing equipment, ultimately determining the specific energy costs for the mixing process – is one of the important specification of any mixer. The research methodology provided a theoretical basis for the relationship of the mixer parameters on the power consumption during mixing process. Equations for determining the power consumption for the parts were submitted in regard to auger conveyor, the first and the second transporting and throwing blades. The expression for determination of power consumption for mixing process from the angle of installation mixing and transporting blades, the filling ratio of the mixer and the frequency of rotation of the working parts have been received. The obtained and given expressions allow to determine the power values for the mixing process with an error of no more than 5%, with the values of the studied parameters of the mixer within the boundaries of the experiment.

Применение полнорационных кормовых смесей возможно только с использованием специального технологического оборудования – смесителей кормов, обеспечивающих заданную зоотехническими требованиями однородность смеси. Затраты на приобретение, эксплуатацию и обслуживание смесителей, в конечном счете, влияют на себестоимость животноводческой продукции. Соответственно нужно стремиться к снижению этих затрат, а этого можно достичь снижением удельных затрат энергии на процесс смешивания, которые во многом зависят от конструкции смесителя, устройства его рабочих органов, эффективности процесса смешивания и потребляемой на процесс смешивания мощности. Анализ теоретических исследований и существующих конструкций смесителей кормов [2, 4, 5, 9] показал, что перспективным направлением совершенствования рабочих органов смесителей кормов, с целью организации максимального упорядоченного перемещения компонентов корма, является применение комбинированных рабочих органов с чередующимися по конструктивному исполнению и функциональному назначению участками, но в настоящее время не существует выражений для расчета достоверных теоретических значений потребляемой такими смесителями мощности на процесс смешивания. Расходуемая мощность на процесс смешивания является одной из главных составляющих эксплуатационных затрат для смесительного оборудования, в конечном счете, определяющая удельные затраты энергии на процесс смешивания – одну из важных характеристик любого смесителя.

**Цель исследования** – совершенствование оборудования для смешивания сухих рассыпных кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров.

**Задачи исследования** – определить выражения для расчета теоретических значений мощности, расходуемой на процесс смешивания в смесителе с комбинированными рабочими органами, имеющими чередующиеся по конструктивному исполнению и функциональному назначению рабочими органами; определить влияние конструктивно-технологических и технологических параметров смесителя на мощность, потребляемую им на процесс смешивания; провести экспериментальные исследования для определения фактических значений потребляемой мощности на процесс смешивания в смесителе с комбинированными рабочими органами, имеющими чередующиеся по конструктивному исполнению и функциональному назначению рабочими органами, сопоставить их с теоретическими значениями.

**Материалы и методы исследований.** В настоящее время существует большое разнообразие смесителей кормов (шнековые, лопастные, барабанные, гравитационные, вибрационные, планетарные, ленточные, комбинированные и другие), каждый из которых имеет конструктивные, режимные и технологические отличия. Для расчета значений потребляемой мощности на процесс смешивания предложен ряд зависимостей, которые позволяют определять их с большей или

меньшей точностью. Это относится к смесителям с хорошо изученными и не комбинированными рабочими органами – шнековым, лопастным, барабанными, теоретические вопросы работы которых хорошо изучены и экспериментально проверены многими исследователями. Применение таких выражений при расчете смесителей с комбинированными рабочими органами затруднено и дает большие погрешности, вызванные спецификой протекающих в них процессов, обусловленных конструкцией рабочих органов. Зависимости, полученные теоретическим путем и описывающие влияние режимно-конструктивных и технологических параметров смесителя, требуют экспериментального подтверждения и, при необходимости, корректировки поправочными коэффициентами.

**Результаты исследований.** Одной из важных характеристик любого смесителя является потребляемая им на процесс смешивания мощность. Для определения теоретических значений мощности, потребляемой шнеколопастным смесителем, и выявления влияния на нее конструктивно-режимных и технологических параметров смесителя, были произведены теоретические исследования. С учетом конструктивных особенностей смесителя [3], схемы перемещения компонентов корма в смесителе [5] и того, что на каждом рабочем органе смесителя имеются участки шнековой навивки, перемешивающе-транспортирующих лопаток и лопастей, суммарная мощность на привод смесителя будет определяться по формуле:

$$N_{общ} = 2 \cdot (N_{ш.} + N_{nm.1} + N_{nm.2} + N_{л.}), \text{ Вт}, \quad (1)$$

где 2 – количество рабочих органов, шт.;

$N_{ш.}$  – мощность, расходуемая на шнековом участке, Вт;

$N_{nm.1}$  – мощность, расходуемая на первом участке перемешивающе-транспортирующих лопатей, Вт;

$N_{nm.2}$  – мощность, расходуемая на втором участке перемешивающе-транспортирующих лопатей, Вт;

$N_{л.}$  – мощность, расходуемая на участке перебрасывающих лопаток, Вт.

Мощность, расходуемую на шнековом участке, определим с учетом конструктивных параметров смесителя по известной методике [6]:

$$N_{ш.} = k_0 (N_1^{ш.} + N_2^{ш.}), \quad (2)$$

где  $N_1^{ш.}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление силы трения смеси о виток шнека, Вт;

$N_2^{ш.}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление силы трения смеси о кожуш шнека, Вт;

$k_0$  – коэффициент, учитывающий перемешивание и дробление смешиваемых компонентов.

$$N_1^{ш.} = P_0 v_{en}, \text{ Вт}, \quad (3)$$

где  $P_0$  – окружная сила, действующая со стороны винтовой поверхности, Н;

$v_{en}$  – средняя окружная скорость винтовой поверхности, м/с.

$$v_{en} = \frac{\pi n}{60} D_{ш}, \text{ м/с}, \quad (4)$$

$$P_0 = 9,81 M_{ш} \operatorname{tg}(\alpha_{ш} + \varphi), \quad (5)$$

где  $M_{ш}$  – масса корма, находящегося на шнековом участке, кг;

$\alpha_{ш}$  – угол подъема винтовой линии, проходящей через центр тяжести продукта, град;

$\varphi$  – угол трения корма о винтовую поверхность, град;

$$M_{ш} = \frac{\varphi_{ш}^{ш.} \cdot \rho \cdot L_{ш} \cdot S_{см}^n}{2}, \quad (6)$$

где  $L_{ш}$  – длина шнекового участка, м;

$S_{см}^n$  – площадь поперечного сечения смесителя при коэффициенте заполнения, равном единице, м<sup>2</sup>.

$$\alpha_{ш} = \operatorname{arctg} \frac{t}{2\pi R_{ш}}, \text{ град}, \quad (7)$$

где  $R_u = (0,7 \dots 0,8) R_w$ ;

$t$  – шаг винтовой поверхности, м;

$R_w$  – радиус наружной кромки винтовой поверхности, м;

$r_w$  – радиус вала винта, м;

$$N_2^{uu} = P_c v_{c.cp}, \text{ Вт}, \quad (8)$$

где  $v_{c.cp}$  – средняя окружная скорость продукта, м/с;

$P_c$  – реакция кожных шнека, Н [6]:

$$P_c = gM_u \left(1 + \frac{v_{c.cp.}}{0,75gR_u}\right), \quad (9)$$

где  $v_{c.cp}$  – средняя окружная скорость продукта, м/с [6]:

$$v_{c.cp} = S \cdot n_u \left[ m' - \frac{2c^2 f}{R_u^2 - r_u^2} + \frac{2cR_u r_u}{(R_u + r_u)(c^2 + R_u r_u)} \right], \quad (10)$$

где  $f$  – коэффициент трения корма о материал винта;

$n_u$  – частота вращения винта, с<sup>-1</sup>;

$c = \frac{S}{2\pi}$  – часть шага винтовой поверхности шнека, приходящаяся на один радиан поворота об-

разующей, м;

$m' = \operatorname{tg} \varphi'$  – коэффициент;

$\varphi'$  – угол отклонения вектора абсолютной скорости от нормали к винтовой поверхности (для горизонтальных шнеков угол  $\varphi'$  принимается равным углу трения корма о винтовую поверхность  $\varphi$ ).

Мощность, потребляемую на  $i$ -ом участке перемешивающе-транспортирующих лопаток, определим как сумму мощностей:

$$N_{nm.i} = k_0 (N_1^{nm.i} + N_2^{nm.i} + N_3^{nm.i}), \text{ Вт}, \quad (11)$$

где  $N_1^{nm.i}$  – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления среды движущейся лопатки на  $i$ -ом участке, Вт;

$N_2^{nm.i}$  – мощность, расходуемая на преодоление динамического напора смеси на  $i$ -ом участке, Вт;

$N_3^{nm.i}$  – мощность, затрачиваемая на транспортирование смеси на  $i$ -ом участке, Вт.

Мощность, расходуемую на преодоление сопротивления среды движущейся лопатки на  $i$ -ом участке, найдем по выражению:

$$N_i^{nm.i} = z_{nm.i}^o k_y^{nm.i} \cdot S_{nm.i} \cdot \cos \alpha_{nm.i} \cdot v_{nm.i}, \text{ Вт}, \quad (12)$$

где  $z_{nm.i}^o$  – число одновременно погруженных лопаток на  $i$ -ом участке, шт.;

$k_y^{nm.i}$  – удельное сопротивление перемещению лопатки на  $i$ -ом участке, Па;

$S_{nm.i}$  – площадь перемешивающе-транспортирующей лопатки на  $i$ -ом участке, м<sup>2</sup>;

$\alpha_{nm.i}$  – угол установки лопатки на  $i$ -ом участке;

$v_{nm.i}$  – скорость движения перемешивающе-транспортирующей лопатки на  $i$ -ом участке, м/с.

Скорость движения перемешивающе-транспортирующей лопатки на  $i$ -ом участке определим по выражению:

$$v_{nm.i} = 2\pi R_{nm.i}^c n_{nm.i}, \text{ м/с} \quad (13)$$

где  $R_{nm.i}^c$  – радиус приложения силы сопротивления на  $i$ -ом участке, м.

При движении погруженной в материал лопасти сопротивления вдоль нее распределяются по закону треугольника и точка приложения равнодействующей силы находится в центре тяжести этого треугольника, то есть на расстоянии двух третей длины лопасти, погруженной в корм. При не

полностью заполненной емкости и при вращении лопасти глубина ее погружения является величиной переменной [8]. С учетом этого радиус приложения силы сопротивления определится для  $i$ -го участка по формулам:

- при  $h_{nm.i}^{cm} \leq (R_{nm.i} - r_{nm.i})$

$$R_{nm.i}^c = R_{nm.i} - \frac{h_{nm.i}^{cm}}{3}, \quad (14)$$

- при  $h_{nm.i}^{cm} > (R_{nm.i} - r_{nm.i})$

$$R_{nm.i}^c = R_{nm.i} - \frac{(R_{nm.i} - r_{nm.i})}{3}, \quad (15)$$

где  $h_{nm.i}^{cm}$  – высота смеси на  $i$ -ом участке, м;

$R_{nm.i}$ ,  $r_{nm.i}$  – соответственно наружный и внутренний радиусы лопатки на  $i$ -ом участке, м.

Удельное сопротивление перемещению можно определить по выражению:

$$k_y^{nm.i} = g \cdot \rho \cdot (h_{nm.i}^{cm})^{\varepsilon_{nm.i}} \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\varphi_0}{2} \right), \text{ Па}, \quad (16)$$

где  $\rho$  – насыпная плотность корма, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi_0$  – угол внутреннего трения корма, град;

$\varepsilon_{nm.i}$  – показатель степени для лопатки на  $i$ -ом участке.

Мощность, расходуемую на преодоление динамического напора смеси на  $i$ -ом участке, рассчитываем по формуле:

$$N_2^{nm.i} = c_{nm.i} \frac{\rho}{4} \omega_{nm.i}^3 b_{nm.i} (R_{nm.i}^4 - r_{nm.i}^4), \quad (17)$$

где  $c_{nm.i}$  – коэффициент обтекаемости лопатки на  $i$ -ом участке;

$\omega_{nm.i}$  – угловая скорость лопатки, с<sup>-1</sup>.

Коэффициент обтекаемости лопатки на  $i$ -ом участке определяем по выражению [7]:

$$c_{nm.i} = \frac{2\tau}{\rho v_{nm.i}^2 \cos \alpha_{nm.i}}, \quad (18)$$

где  $\tau$  – касательные напряжения среза смешиваемого материала, Па.

Мощность, затрачиваемую на транспортирование смеси на  $i$ -ом участке, определим по методике расчета винтовых конвейеров [1, 7]:

$$N_3^{nm.i} = g \cdot Q_{nm.i} \cdot L_{nm.i} \cdot w, \quad (19)$$

где  $Q_{nm.i}$  – осевая подача лопаток на  $i$ -ом участке, кг/с;

$w$  – коэффициент сопротивления движению.

Величина показателя степени  $\varepsilon_{nm.i}$  может быть найдена по экспериментальным данным из выражения [2]:

$$\varepsilon_{nm.i} = \log_{A_i} (h_{nm.i}^{cm}), \quad (20)$$

где  $i$  – номер участка перемешивающе-транспортирующих лопаток;

$A_i$  – основание логарифма для  $i$ -го участка;

$k_y^{nm.i\vartheta}$  – экспериментальные значения удельного сопротивления перемещению лопаток на  $i$ -ом участке;

$$A_i = \frac{k_y^{nm.i\vartheta}}{g \cdot \rho \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{\varphi_0}{2} \right)}. \quad (21)$$

Число одновременно погруженных лопаток на  $i$ -ом участке определяли по выражению:

$$z_{nm,i}^o = \frac{z_{nm,i} \arccos\left(\frac{R_{nm,i} - h_{nm,i}^{cm}}{R_{nm,i}}\right)}{180}, \quad (22)$$

где  $z_{nm,i}$  – количество лопаток на  $i$ -ом участке, шт.;

$R_{nm,i}$  – наружный радиус лопатки на  $i$ -ом участке, м;

$h_{nm,i}^{cm}$  – высота смеси на  $i$ -ом участке, м.

Высоту смеси в зависимости от коэффициента наполнения на участках перемешивающе-транспортирующих лопаток определяли по выражениям:

- при  $\varphi_n^{nm,i} \leq 0,45$

$$h_{nm,i}^{cm} = -6,664(\varphi_n^{nm,i})^4 + 7,649(\varphi_n^{nm,i})^3 - 3,192(\varphi_n^{nm,i})^2 + 1,045(\varphi_n^{nm,i}) + 0,007, \quad (23)$$

- при  $\varphi_n^{nm,i} > 0,45$

$$h_{nm,i}^{cm} = 0,45\varphi_n^{nm,i} + 0,0528, \quad (24)$$

где  $\varphi_n^{nm,i}$  – значение коэффициента наполнения на  $i$ -ом участке перемешивающе-транспортирующих лопаток.

Мощность, расходуемая на участке перебрасывающих лопастей:

$$N_l = k_0(N_1^l + N_2^l + N_3^l), \text{ Вт}, \quad (25)$$

где  $N_1^l$  – мощность, расходуемая на преодоление сопротивления среды движущейся лопасти, Вт;

$N_2^l$  – мощность, расходуемая на преодоление динамического напора смеси, Вт;

$N_3^l$  – мощность, затрачиваемая на транспортирование смеси на лопастном участке, Вт.

Мощность, расходуемую на преодоление сопротивления среды движущейся лопасти, найдем по выражению:

$$N_1^l = z_l^o k_y^l \cdot S_l \cdot v_l, \text{ Вт}, \quad (26)$$

где  $z_l^o$  – число одновременно погруженных лопастей, шт.;

$k_y^l$  – удельное сопротивление перемещению лопасти, Па;

$S_l$  – площадь лопасти, м<sup>2</sup>;

$v_l$  – скорость движения лопасти, м/с.

Скорость движения лопасти определим по выражению:

$$v_l = 2\pi R_l^c n_{nm,2}, \quad (27)$$

где  $R_{nm,2}^c$  – радиус приложения силы сопротивления, м:

- при  $h_l^{cm} \leq 0,5 \cdot D_l$

$$R_l^c = 0,5 \cdot D_l - \frac{h_l^{cm}}{3}, \text{ м}, \quad (28)$$

- при  $h_l^{cm} > 0,5 \cdot D_l$

$$R_l^c = \frac{D_l}{3}, \text{ м}, \quad (29)$$

где  $h_l^{cm}$  – высота смеси на лопастном участке, м;

$D_l$  – наружный радиус лопасти, м.

Удельное сопротивление перемещению лопасти:

$$k_y^n = g \cdot \rho \cdot (h_n^{cm})^{\varepsilon_n} \operatorname{tg}^2(45 + \frac{\varphi_0}{2}), \quad (30)$$

где  $\varepsilon_n$  – показатель степени для лопасти.

Величина показателя степени  $\varepsilon_n$  может быть найдена по экспериментальным данным из выражения [2]:

$$\varepsilon_n = \log_{A_n}(h_n^{cm}), \quad (31)$$

где  $A_n = \frac{k_y^{n\vartheta}}{g \cdot \rho \cdot (h_n^{cm})^{\varepsilon_n} \operatorname{tg}^2(45 + \frac{\varphi_0}{2})}$  – для лопастного участка,

где  $k_y^{n\vartheta}$  – экспериментальное значение удельного сопротивления перемещению лопасти.

Высоту смеси в зависимости от коэффициента наполнения на лопаственном участке определяли по выражениям (23) и (24), которые с учетом обозначений приняли вид:

- при  $\varphi_n^n \leq 0,45$

$$h_n^{cm} = -6,664(\varphi_n^n)^4 + 7,649(\varphi_n^n)^3 - 3,192(\varphi_n^n)^2 + 1,045(\varphi_n^n) + 0,007, \quad (32)$$

- при  $\varphi_n^n > 0,45$

$$h_n^{cm} = 0,45\varphi_n^n + 0,0528. \quad (33)$$

Число одновременно погруженных лопастей определяли по выражению:

$$z_n^o = \frac{z_n \arccos(\frac{0,5D_n - h_n}{D_n})}{180}, \quad (34)$$

где  $z_n$  – количество лопастей, шт.

Мощность, расходуемую на преодоление динамического напора смеси на лопаственном участке, рассчитывали по формуле:

$$N_2^n = c_n \frac{\rho}{4} \omega_n^3 b_n^3 ((0,5D_n)^4 - (0,5d_n)^4), \quad (35)$$

где  $c_n$  – коэффициент обтекаемости лопасти;

$\omega_n$  – угловая скорость лопасти.

Коэффициент обтекаемости лопасти:

$$c_n = \frac{2\tau}{\rho v_n^2}. \quad (36)$$

Мощность на транспортирование смеси на участке лопастей:

$$N_3^n = g \cdot Q_n \cdot L_n \cdot w, \quad (37)$$

где  $Q_n$  – величина поперечной подачи лопастей, кг/с;

$L_n$  – длина лопастного участка, м.

С учетом (2), (3), (11), (12), (17), (19), (25), (26), (35), (37) выражение (1) для расчета общей расходуемой мощности на процесс смешивания в шнеколопаственном смесителе примет вид:

$$\begin{aligned} N_{общ} = & 2k_0(P_o v_{en} + P_c v_{c.sp} + z_{nm,1}^o k_y^{nm,1} \cdot S_{nm,1} \cdot \cos \alpha_{nm,1} \cdot v_{nm,1} + c_{nm,1} \frac{\rho}{4} \omega_{nm,1}^3 b_{nm,1} (R_{nm,1}^4 - r_{nm,1}^4) + \\ & + g \cdot Q_{nm,2} \cdot L_{nm,2} \cdot w + z_{nm,2}^o k_y^{nm,2} \cdot S_{nm,2} \cdot \cos \alpha_{nm,2} \cdot v_{nm,2} + c_{nm,2} \frac{\rho}{4} \omega_{nm,2}^3 b_{nm,2} (R_{nm,2}^4 - r_{nm,2}^4) + \\ & + g \cdot (Q_{nm,3} + Q_{nep}) \cdot L_{nm,3} \cdot w + z_n^o k_y^n \cdot S_n \cdot v_n + c_n \frac{\rho}{4} \omega_n^3 b_n^3 ((0,5D_n)^4 - (0,5d_n)^4) + g \cdot Q_n \cdot L_n \cdot w). \end{aligned} \quad (38)$$

Для определения теоретических значений показателей работы шнеколопастного смесителя в соответствии с предложенной методикой была составлена программа в среде программирования «Delphi 7.0». Данная программа позволяет производить расчеты и оперативно определять теоретические значения при различных значениях режимных и конструктивных параметров.

Для проверки адекватности предложенных выражений сопоставили полученные теоретические значения с экспериментальными (рис. 1). Графики были построены при углах установки перемишавающе-транспортирующих лопаток  $70^\circ$  (рис. 1, а),  $65^\circ$  (рис. 1, б) и  $60^\circ$  (рис. 1, в).

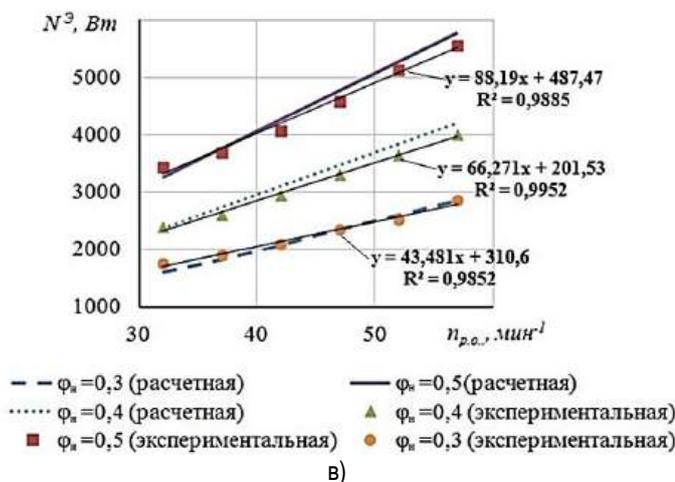
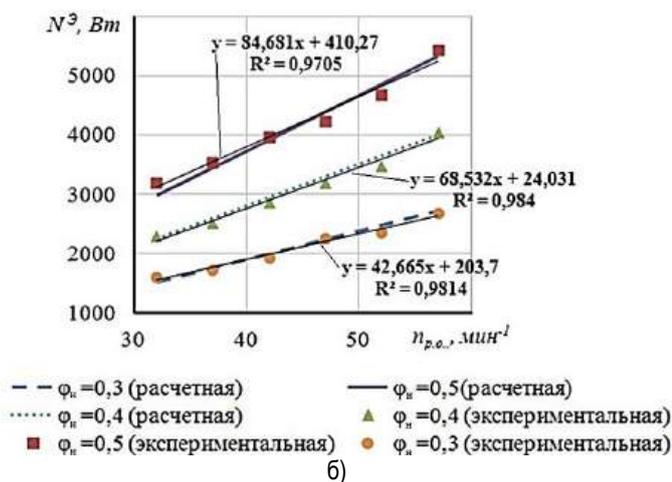
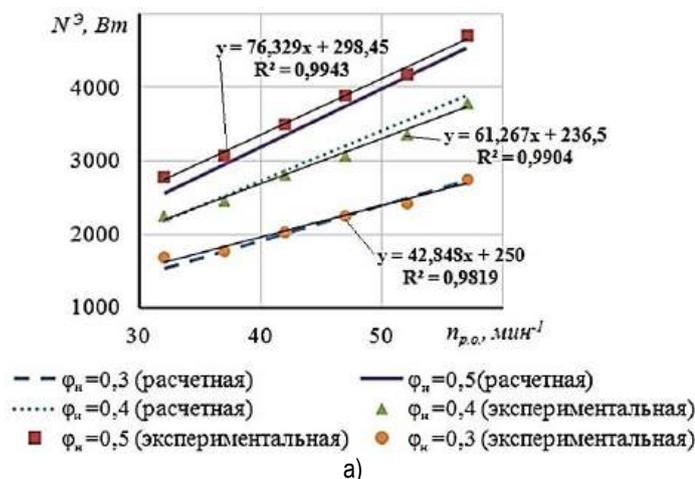


Рис. 1. Экспериментальные и теоретические зависимости потребляемой мощности на процесс смешивания от частоты вращения при разных коэффициентах наполнения бункера и углах установки лопаток: а)  $\alpha_{nm,i} = 70^\circ$ ; б)  $\alpha_{nm,i} = 65^\circ$ ; в) лопаток  $\alpha_{nm,i} = 60^\circ$

По графикам видно, что достигнута хорошая сходимость теоретических и экспериментальных значений. При изменении частоты вращения от 37 мин<sup>-1</sup> до 57 мин<sup>-1</sup> ошибка не превышает 5%. Экспериментальные данные аппроксимируются линейными зависимостями с высокой точностью. Можно сделать вывод, что предложенная методика по расчету мощности, потребляемой шнеколопастным смесителем, применима в исследуемых пределах: частота вращения от 32 до 57 мин<sup>-1</sup>, коэффициент наполнения от 0,3 до 0,5, угол установки перемешивающе-транспортирующих лопаток от 60° до 70°.

**Заключение.** В результате проведения исследований были получены следующие результаты: получены эмпирические выражения, позволяющие определить мощность на процесс смешивания в шнеколопастном смесителе с рабочими органами, имеющими чередующиеся по конструктивному исполнению и функциональному участку, в зависимости от физико-механических свойств кормов, конструктивно-режимных и технологических параметров; сопоставление расчетных значений мощности с экспериментальными показало сходимость. Предложенная методика по расчету мощности, потребляемой шнеколопастным смесителем, применима в исследуемых пределах: частота вращения от 32 до 57 мин<sup>-1</sup>, коэффициент наполнения от 0,3 до 0,5, угол установки лопаток от 60° до 70° и может быть в дальнейшем использована для определения теоретических значений удельных затрат энергии на процесс смешивания.

#### Библиографический список

1. Ведищев, С. М. Методика и результаты определения удельного сопротивления перемещению лопатки и лопасти шнеколопастного смесителя / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров / Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : сб. науч. тр. – Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2017. – С. 174-179.
2. Ведищев, С. М. Обоснование конструкции смесителя кормов / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, М. М. Свиридов, Н. В. Хольшев // Наука на рубеже тысячелетий : сборник материалов 5-й международной научно-практической конференции (26-27 октября 2008 г.). – Тамбов : Издательство Першина Р.В., 2008. – С.181-183.
3. Ведищев, С. М. Смеситель сухих рассыпных кормосмесей / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – № 4(42). – С. 326-328.
4. Ведищев, С. М. Теоретическое исследование влияния конструктивно-режимных параметров шнеколопастного смесителя на его производительность / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев // Вестник мичуринского аграрного университета. – Мичуринск : Изд-во Мичуринского ГАУ. – 2011. – Ч. 2, №2. – С. 23-26.
5. Коба, В. Г. Машины для раздачи кормов. Теория и расчет / В. Г. Коба. – Саратов : Издательство Саратовского СХИ, 1974. – 140 с.
6. Кулаковский, И. В. Машины и оборудование для приготовления кормов : справочник / И. В. Кулаковский. – М. : Россельхозиздат, 1987. – Ч. 1. – 285 с.
7. Скотников, Д. А. Совершенствование технологии и оптимизация субстрата при производстве биогаза : дис. ... канд. техн. наук : 05. 20. 01 ; 05. 20. 03 / Скотников Дмитрий Анатольевич. – Саратов, 2003. – 173 с.
8. Хольшев, Н. В. Компьютерная программа для расчета теоретических значений показателей работы шнеколопастного смесителя кормов / Н. В. Хольшев, С. М. Ведищев // Цифровизация агропромышленного комплекса : материалы I Международной научно-практической конференции (10-12 октября 2018 г.). – Тамбов : Издательский центр Тамбовского ГТУ. – Т. 2. – С. 69-71.
9. Коновалов, В. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров смесителя сухих кормов с плоскими лопастями / В. В. Коновалов, В. Ф. Дмитриев, М.В. Коновалова // Научное обозрение. – 2011. – №1. – С. 24-28.

#### References

1. Vedishchev, S.M., Khol'shev, N.V. & Prokhorov, A.V. (2017). Metodika i rezultaty opredeleniya udelinogo soprotivleniya peremeshcheniyu lopatki i lopasti shnekolopastnogo smesitelya [Technique and results of determination of specific resistance to movement of the blades and vanes necroposting mixer]. Energy-saving technologies and systems '17: sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings. (pp. 174-179). Saransk: publishing house of Mordovia university [in Russian].
2. Vedishchev, S. M., Prokhorov, A. V., Sviridov, M. M., & Khol'shev, N. V. (2008). Obosnovanie konstrukcii smesitelia kormov [Grounding for the design of the mixer feeds]. Science at the turn of the Millennium '08: 5 Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaja konferenciia (26-27 oktiabria 2008 goda) – International scientific and practical conference. (pp. 181-183). Tambov: Publishing Pershina R. V. [in Russian].

3. Vedishchev, S. M., Prokhorov, & Khol'shev, N. V. (2012). Smesitel sukhikh rassypnykh kormosmesi [Mixer for dry loose mixtures]. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo – Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 4 (42), 326-328 [in Russian].

4. Vedishchev, S. M., & Khol'shev, N. V. (2011). Teoreticheskoe issledovanie vlianiia konstruktivno-rezhimnykh parametrov shnekolopastnogo smesitelia na ego proizvoditel'nost' [Theoretical study of the influence of design-mode parameters of the screw-bladed mixer on its performance]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, p. 2, 2, 23-26 [in Russian].

5. Koba, V. G. (1974). *Mashiny dlia razdachi kormov. Teoriia i raschet [Machines for feed distribution. Theory and calculation]*. Saratov: publishing house Saratov agricultural Institute [in Russian].

6. Kulakovskiy, I. V. (1987). *Mashiny i oborudovaniye dlia prigotovleniya kormov [Machines and equipment for preparation of feed]*. M.: Rosselkhozizdat [in Russian].

7. Skotnikov D. A. (2003). Sovershenstvovanie tekhnologii i optimizatsiya substrata pri proizvodstve biogumusa [Improvement of technology and optimization of substrate in the production of biohumus] *Candidate's thesis*. Saratov [in Russian].

8. Khol'shev, N. V. & Vedishchev, S. M. (2018). Kompiuternaia programma dlia rascheta teoreticheskikh znachenii pokazatelei raboty shnekolopastnogo smesitelia kormov [Computer program for calculating the theoretical values of the performance necroposting mixer feed]. Digitization of agro-industrial complex '18: *I Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (10-12 oktyabrya 2018 goda) – I International scientific-practical conference*. (pp. 69-71). Tambov: publishing center of Tambov STU [in Russian].

9. Konovalov, V. V. (2011). Obosnovaniye konstruktivno-rezhimnykh parametrov smesitelia sukhikh kormov s ploskimi lopastyami [Substantiation of constructive-regime parameters of the mixer of dry fodder with flat blades]. *Nauchnoe obozrenie – Scientific Review*, 1, 24-28 [in Russian].

DOI 10.12737/27832/

УДК 631.42.05; 631.171

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ КАРТИРОВАНИЯ ПОЛЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБА ОТБОРА ПРОБ ПОЧВЫ

**Васильев Сергей Иванович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: [vasilev\\_si@ssaa.ru](mailto:vasilev_si@ssaa.ru)

**Машков Сергей Владимирович**, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: [Mashkov\\_SV@ssaa.ru](mailto:Mashkov_SV@ssaa.ru)

**Крючин Павел Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: [Kruychin\\_PV@ssaa.ru](mailto:Kruychin_PV@ssaa.ru)

**Ключевые слова:** робот-пробоотборник, проба, почва, автоматизация, картирование.

*Цель исследования – совершенствование способа отбора проб почвы путем автоматизации картирования поля. Недостатками существующих способов отбора проб почвы являются высокие затраты труда и времени на всех этапах выполнения исследований. Картирование поля осуществляется либо геодезическими методами и приборами, либо методами спутниковой картографии, однако во всех случаях анализ данных и работы по разметке участков на поле проводятся вручную. Недостатком является субъективность корректировки результатов картирования поля, также выполняемой вручную. Предлагаемый способ отбора проб почвы позволяет автоматизировать процесс картирования поля, т.е. расчета координат элементарных участков поля и координат точек входа роботизированных пробоотборников на данные участки, координат точек отбора проб на данных участках с учетом формы контура поля, параметров и ориентации координатной сетки, концентрации точек отбора проб, маршрута движения роботизированных пробоотборников между данными точками. По предлагаемому способу площадь поля делится на элементарные участки правильной (квадратной либо прямоугольной) или неправильной (с криволинейными границами) форм. Данные элементарные участки являются при этом ячейками*

координатной сетки, накладываемой на карту поля. Ее параметры (шаг и азимут) задаются в начале картирования. Координаты точек отбора проб почвы на каждом элементарном участке и траектория их расположения определяются, исходя из формы конкретного участка по разработанным зависимостям. Предложенный способ отбора проб почвы подразумевает применение специального устройства для его осуществления – роботизированного пробоотборника, позволяющего производить отбор проб в автоматизированном режиме по заранее рассчитанным (в процессе картирования) координатам. Картирование поля и расчет координат всех характерных точек предлагается проводить на основе разработанных математических зависимостей и технологических схем автоматически, с применением систем навигации стандартов ГЛОНАСС или GPS.

## THEORETICAL UNDERPINNING OF FIELDS MAPPING AUTOMATION FOR IMPROVEMENT OF THE WAY OF SOIL SAMPLING

**Vasilyev S. I.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Electrification and automation of agriculture», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: vasilyev\_si@ssaa.ru

**Mashkov S. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the department «Electrification and automation of agriculture», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Mashkov\_SV@ssaa.ru

**Kruchin P. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Electrification and automation of agriculture», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Kruchin\_PV@ssaa.ru

**Keywords:** robot sampler, test, soil, automation, mapping.

The study objective – is the improvement of sampling of the soil by automation of field mapping. High labour and time requirements at all stages of performance study is the shortcoming of existing ways of soil sampling. In particular, field mapping is carried out by both ways either geodetic methods and equipment, or Aerial Survey Cartography, however in all cases the analysis of data and work allotted to make quads in the field is carried out manually. Manual subjective correction of field mapping results is a disadvantage. The soil sampling way offered allows automating this process, i.e. calculation of coordinates of quads, its entry and sampling points for robotics taking into account a field contour form parameters and a coordinate grid positioning, concentration of sampling points, a traffic route of robotic samplers between these points. The area of the field is divided into quads of correct (square or rectangular) or wrong (with the bent borders) forms in regard to this method. These quads are at the same time, cells of the coordinate grid put on the map of the field. Its parameters (a step and an azimuth) are set at the beginning of mapping. Coordinates of sampling points of the soil, on each quad, and a trajectory of their location, are determined taking into account a form of the concrete quad by the offered dependences. The offered way of sampling of the soil envisages the use of a special device for its implementation – the robotic sampler taking into account (in the course of mapping) coordinates estimated prior to the work start and its performance automatically. Field mapping and coordinates calculation of all critical points is to be carried out on the basis of the developed mathematical dependences and technological schemes automatically, using navigation systems of GLONASS or GPS standards.

Исследования физико-механического состояния почвы и содержания некоторых химических элементов важны на всех этапах возделывания сельскохозяйственных культур. Например, обеспечивая нужный уровень влажности почвы в течении всего вегетационного периода, возможно существенно повысить урожайность. Однако, измерения влажности почвы весьма затруднительны на больших площадях.

Одними из наиболее трудоемких и затратных по времени, в процессе проведения исследований, являются операции картирования поля и отбора проб почвы.

Упомянутые операции проводятся преимущественно устаревшими методами с использованием ручного труда, это существенно повышает затраты времени и делает невозможным отбор

множества проб (массовости). Таким образом, объективность и информативность исследования состояния почвы существенно снижается.

Известно множество способов картирования поля и определения координат точек отбора проб. Однако все они предполагают использование ручного труда как в процессе картирования, так и отбора проб.

Например, известен способ отбора проб для анализа почвы [1]. Данный способ отбора проб включает определение места, частоты, длительности отбора проб почвы на площадках по координатной сетке, с указанием их номера и координаты, при этом, в каждом узле координатной сетки или ее части закладывают площадку отбора проб почвы симметричной формы с симметрично расположенными относительно ее границ рядами точек взятия проб. К тому же площадку отбора проб почвы закладывают размерами 2×2 м, а минимальное количество проб почвы равно девяти на одной площадке.

Данный способ довольно прост в применении, однако его недостатком является невозможность автоматизации процесса отбора проб или применения автоматизированных (роботизированных) устройств, так как потребуются высокие затраты труда и времени на осуществление разметки площадок на местности, их координирования и непосредственного отбора проб почвы ручными пробоотборниками. Эти же причины определяют невозможность осуществления массовости (множественности) отбора проб, что также является недостатком данного способа.

Для автоматизации процесса отбора проб почвы в Самарской ГСХА было разработано устройство «Автоматизированный почвенный пробоотборник с дистанционным управлением» [2].

Полезная модель относится к устройствам, предназначенным для точного и быстрого отбора проб почвы, и может быть использована для контроля ее состояния. Устройство позволяет повысить эффективность процесса отбора проб, снизить затраты труда и времени на отбор проб за счет частичной автоматизации процесса работы или дистанционного управления данным устройством. Данный пробоотборник содержит самоходное шасси с приводным устройством, блок управления и контроля, пробоотборник для взятия проб почвы, конвейер для транспортирования проб почвы, систему связи и навигации, систему удаленного управления, а также совокупность датчиков, обеспечивающих соблюдение траектории движения пробоотборника и систему глобального позиционирования [2].

Описанный пробоотборник, благодаря предложенной совокупности механизмов, устройств и датчиков, позволяет сократить время отбора проб, снизить трудоемкость и частично автоматизировать процесс отбора проб почвы.

Недостатком данного устройства является невозможность полной автоматизации процесса отбора проб, так как оно не содержит программируемого устройства с анализатором сигналов всех датчиков, неспособно автоматизированно выполнять картирование поля, поэтому является дистанционно управляемым. Для управления им необходим оператор.

Наиболее совершенным, из известных, является усовершенствованный способ агрохимического обследования почв [3].

Суть способа состоит в том, что он включает выделение контуров по результатам дистанционного зондирования полей с открытой (вспаханной) почвой на обработанных радиолокационных аэрокосмических снимках и перенесение контуров на карты землепользования. С помощью контуров выделяют элементарные участки для отбора почвенных образцов на бумажные носители и в натуре.

Контуров выделяют с помощью отраженных сигналов радиолокатора бокового обзора дециметрового диапазона длин волн и на основании коэффициента криволинейной корреляции, который определяют соотношением величины отраженного сигнала радиолокатора к агрохимическим показателям, судят о почвенном плодородии.

Данный способ даёт возможность корректировки точек отбора проб на основании данных радиолокации, что позволяет повысить адаптивность способа к различным условиям, однако он обладает и недостатками.

Недостатком известного способа является сложность подготовительных работ по картированию поля (радиолокационные измерения, обработка данных, выделение контуров плодородия и

их определение на бумажном носителе и в натуре), это требует участия высококвалифицированных специалистов, больших затрат времени и труда, что приводит к невозможности проведения массового (множественного) отбора проб и составления карт плодородия почв [4].

Также недостатком данного способа является невозможность автоматизации картирования поля и процесса отбора проб почвы, т.к. определение координат точек отбора и их корректировка проводятся только вручную, на основе анализа данных радиолокации. Это существенно увеличивает время проведения картирования, отбора проб и трудоемкость данных операций.

В связи с этим возникает необходимость комплексного решения проблемы исследования физико-механического и химического состояния почвы путем обеспечения массовости отбора проб. Достичь этого возможно путем автоматизации операций картирования и непосредственного отбора проб почвы.

**Цель исследований** – совершенствование способа отбора проб почвы путем автоматизации картирования поля.

**Задачи исследований** – теоретически обосновать зависимости для расчета координат точек отбора проб на каждом из элементарных участков поля, с учетом формы его контура и концентрации точек отбора проб; раскрыть экономический эффект от автоматизации картирования поля по показателям затрат времени и труда на выполнение картирования.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводятся одновременно теоретическим и экспериментальным путем. На теоретическом этапе исследований разрабатываются математические зависимости, на основании которых возможно автоматизировать операции по картированию исследуемого поля. Первоначально производится определение параметров координатной сетки: шаг и угол наклона (азимут), исходя из конфигурации поля и требований массовости отбора проб. На этом же этапе рассчитываются координаты элементарных участков поля (ячеек координатной сетки) методом комплексных чисел.

Далее на теоретическом этапе исследований рассчитываются координаты точек отбора проб. Для этого составляются расчетные схемы расположения точек отбора проб. Параметры расчетных схем зависят от конфигурации поля и составляются для квадратных (прямоугольных) участков, сходящихся (расходящихся) участков и других участков с криволинейными границами. При этом на криволинейных и сходящихся участках абсциссы точек отбора проб рассчитываются по методу срединных интервалов, а ординаты – по методу средних линий.

Экспериментальный этап исследований проводился на территории сельскохозяйственного предприятия «Орловка-Агро» Похвистневского района Самарской области, на небольшом участке поля площадью 6 га. Приблизительные (вследствие не прямолинейности границ) размеры участка поля 200х250 м, а периметр – 1121 м.

Исследование начинается с картирования поля. Для этого оператор объезжает поле с работающей мобильной навигационной системой, состоящей из высокоточного навигационного приемника «EZ-Guide-250», работающего по стандарту GPS/ГЛОНАСС и специальной программы «SMS Mobile», автоматически определяя и фиксируя координаты маршрута движения, а при возвращении в исходную точку (рис. 1, точка 1) создается контур поля, который сохраняется в памяти компьютера. Далее данные из навигационной системы передаются в ГИС-систему «SMS Advanced» и обрабатываются на персональном компьютере [8].

На этом этапе задаются параметры координатной сетки и проводится ее накладывание на полученный контур поля. Таким образом площадь поля делится на отдельные элементарные участки с координатами  $X_0$  и  $Y_0$ , на данных участках определяются координаты точек отбора проб на основании математических зависимостей, разработанных на теоретическом этапе исследований.

Как правило (по умолчанию) на каждом элементарном участке отбирается по 9 проб в 9-ти точках соответственно [5].

Таким образом, общая методика исследований подразумевает интеграцию теоретических исследований в экспериментальные.

**Результаты исследований.** В результате теоретических исследований получены математические зависимости для осуществления автоматизированного картирования поля и разработки электронного технического задания для пробоотборников. Зависимости позволяют рассчитать

координаты элементарных участков поля, координаты точек входа пробоотборников на данные участки и координаты точек отбора проб на каждом из участков. Также для применения роботизированных устройств для отбора проб почвы позволяют рассчитать траектории движения пробоотборников между точками отбора проб.

Для примера рассмотрим расчет координат на элементарных участках А и В. Параметры координатной сетки следующие – 50х50 м. Таким образом координаты участка А составят  $X_0 = 100$  м,  $Y_0 = 150$  м. Координаты участка В, соответственно  $X_0 = 100$  м,  $Y_0 = 200$  м (рис. 1). Координаты участков определены относительно базовой точки поля  $X_{п}, Y_{п}$ , координаты которой определяются навигационной системой.

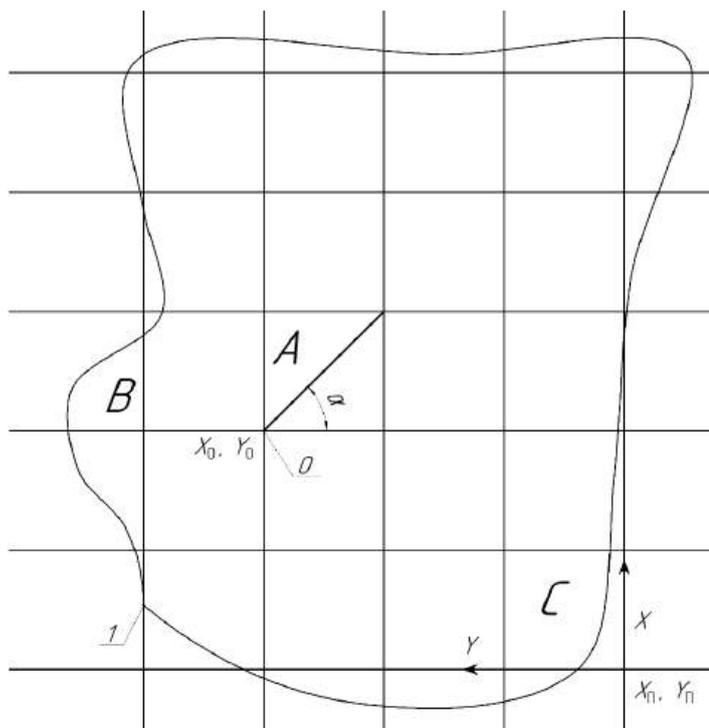


Рис. 1. Схема контура поля для определения координат элементарных участков

Элементарные участки координатной сетки могут иметь различную форму. Внутренние участки (участки координатной сетки, располагающиеся внутри поля и не прилегающие к его контуру) могут иметь квадратную либо прямоугольную форму (рис. 1, участок А). Участки, прилегающие к контуру поля, имеют одной из своих сторон криволинейную границу, т.е. имеют неправильную форму (рис. 1, участки В и С). Координаты расположения точек отбора проб и, соответственно, траектория движения пробоотборника к этим точкам и между точками определяются в этих случаях следующим образом.

Если элементарный участок имеет прямоугольную либо квадратную форму, то точки отбора проб располагаются по его диагонали (рис. 2).

Диагональ проводится из базовой точки данного участка (рис. 1, 2, точка «0»), она образует угол  $\alpha$  с осью абсцисс. Далее в программе «SMS Advanced» проводится измерение длины этой диагонали и её разделение на  $k$ -е количество ( $k$  как правило равно 9-ти) одинаковых элементарных отрезков  $\Delta l$ . Точки отбора проб почвы располагаются строго по центрам полученных отрезков  $\Delta l$ .

Координаты точек отбора проб (точки 1; 2; 3 и т.д., рис. 1) рассчитываются относительно ранее определенных координат точки «0» – базовой точки или точки входа на элементарный участок [6].

Для прямоугольного (квадратного) участка расчет координат, проводится по следующим зависимостям (рис. 2):

$$X_n = X_0 + \Delta l \left[ \frac{1}{2} + (n - 1) \right] \cos \alpha, \text{ м}, \quad (1)$$

$$Y_n = Y_0 + \Delta l \left[ \frac{1}{2} + (n - 1) \right] \sin \alpha, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $n$  – номер соответствующей точки отбора пробы (от 1 до  $k$ );

$X_0, Y_0$  – координаты базовой точки элементарного участка поля, м;

$\Delta l$  – длина элементарного отрезка диагонали элементарного участка поля, м.

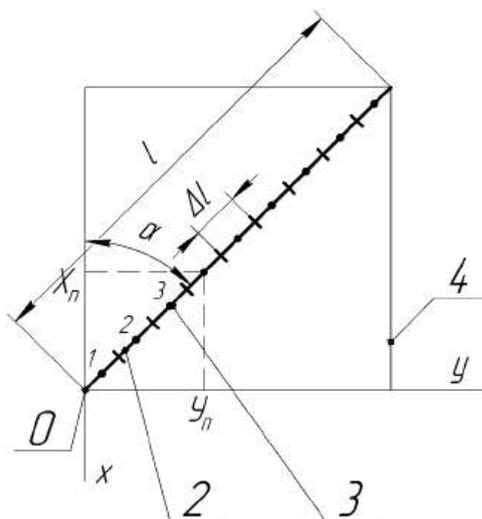


Рис. 2. Расчетная схема квадратного (прямоугольного) участка А

Тригонометрические функции также можно заменить соответствующими отношениями катетов (размеров координатной сетки)

$$X_n = X_0 + \left[ \frac{1}{2} + (n - 1) \right] \frac{X}{k}, \text{ м}, \quad (3)$$

$$Y_n = Y_0 + \left[ \frac{1}{2} + (n - 1) \right] \frac{Y}{k}, \text{ м}, \quad (4)$$

где  $X_0, Y_0$  – координаты базовой точки «0» элементарного участка, м;

$n$  – номер соответствующей точки отбора пробы (от 1 до  $k$ );

$k$  – количество точек отбора проб на элементарном участке поля, шт.;

$X, Y$  – размеры элементарного участка поля по осям абсцисс и ординат соответственно, м.

В данном случае (участок А) диагональ участка составит 70,71 м, а длина элементарного отрезка  $\Delta l = 7,86$  м,  $X = Y = 50$  м. Таким образом, координаты любой точки отбора проб на данном участке можно вычислить. Например, координаты точки 4 составят  $X_4 = 119,45$  м,  $Y_4 = 169,45$  м.

Если элементарный участок имеет криволинейную границу (сходящийся (рис. 3) или открытый (рис. 4), соответственно участки В и С (рис. 1)), то точки отбора проб располагаются на средней линии по ординатам криволинейного края.

Для определения их координат удобнее ось абсцисс совместить с наибольшей (или единственной) линией координатной сетки, к которой прилегает данный участок (рис. 3, 4). Таким образом достигается наибольшая эффективность исследования параметров почвы на участках неправильной формы.

Далее определяются координаты точек отбора проб, расположенных на средней линии участка, при этом координаты по осям абсцисс и ординат рассчитываются следующим образом.

Координаты по оси абсцисс рассчитываются последовательно от точки «0» входа на элементарный участок как средние точки каждого  $k$ -го элементарного отрезка  $\Delta l$ , равномерно распределенного по этой оси (рис. 4).

Например, координата конца первого элементарного отрезка  $\Delta X$ , а его центра (первой точки отбора проб), соответственно  $X_1$ . Тогда  $X_n$  – координата любой точки отбора проб на данном участке по оси абсцисс:

$$X_n = X_0 + \left[ \frac{\Delta X}{2} + \Delta X(n-1) \right], \text{ м,} \quad (5)$$

где  $\Delta X$  – длина элементарного отрезка по оси абсцисс, м.

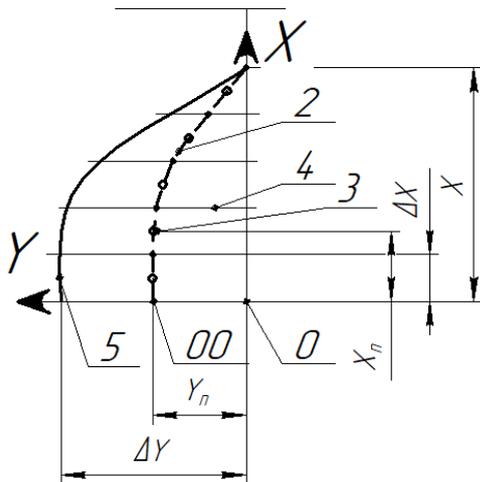


Рис. 3. Расчетная схема сходящегося (расходящегося) участка В

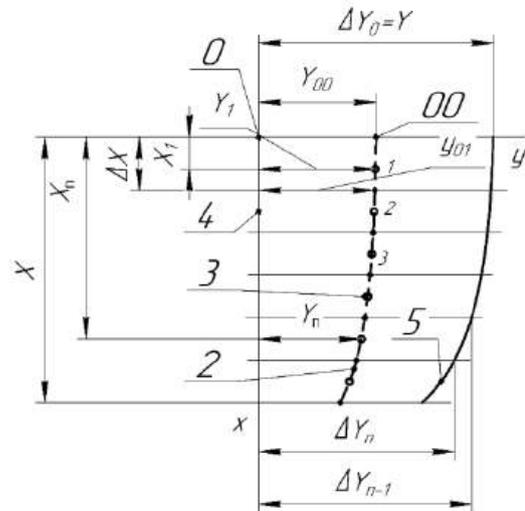


Рис. 4. Расчетная схема участка с криволинейной границей

С учетом того, что элементарный отрезок  $\Delta X = X/n$ , получим

$$X_n = X_0 + \frac{X(2n-1)}{2k}, \text{ м,} \quad (6)$$

где  $X$  – размер элементарного участка поля по оси абсцисс, м.

Ординаты соответствующих  $n$ -х точек отбора проб  $Y_n$  из их количества  $k$  определяются по средней линии участка, то есть как среднее значение ординаты криволинейной границы, при соответствующем значении координаты по оси абсцисс  $X_n$  точки  $n$ :

$$Y_n = Y_0 + \frac{1}{2} [\Delta y_{(n-1)} + \Delta y_n], \text{ м,} \quad (7)$$

где  $\Delta y_{(n-1)}$  – ордината криволинейной границы в начале элементарного  $n$ -го участка, м;

$\Delta y_n$  – ордината криволинейной границы в конце того же элементарного  $n$ -го участка, м.

Например, для участка В, координата 5-й точки отбора проб составят (ординаты  $\Delta y_{(n-1)} = 14$  м,  $\Delta y_n = 1$  м)  $X_5 = 136$  м,  $Y_5 = 207,5$  м.

Таким образом рассчитываются координаты всех точек отбора проб на элементарном участке. Объединяя полученные точки, можно получить линию оптимальной траектории движения пробоотборника. В процессе отбора проб почвы необходимо двигаться по полученной средней линии криволинейного участка. Координаты точки входа на данные участки могут не совпадать с координатами самого элементарного участка (рис. 1, точка «0»), определяемыми в начале (при наложении координатной сетки). То есть, например, для участка С (рис. 4) координаты составят:

$$\begin{aligned} X_{00} &= X_0, \text{ м,} \\ Y_{00} &= Y_0 + \frac{\Delta Y_0}{2}, \text{ м,} \end{aligned} \quad (8)$$

где  $\Delta Y_0 = Y$  – ордината нелинейного края в начале элементарного участка, м.

Таким образом, координаты точки входа на элементарный участок рассчитываются для каждого участка отдельно, но по одинаковому, выше представленному, алгоритму автоматизировано (по программе).

В результате такого картирования и координирования получается электронная карта поля с определенными координатами точек отбора проб.

Преимуществом данного способа является то, что корректировка координат точек отбора

проб оператором, исходя из субъективных данных, не проводится, что повышает объективность проводимых исследований в целом.

Для оценки экономической эффективности автоматизации картирования по предлагаемому способу, необходимо определить экономию затрат времени и труда на выполнение картирования, в сравнении с традиционным методом.

Время выполнения картирования также существенно сокращается по сравнению с известными способами. Основные затраты времени по предлагаемому способу приходятся на объезд поля по контуру. В данном примере при движении оператора с наименьшей скоростью 10 км/ч (2,8 м/с) и длине контура 1121 м время объезда составит 6,67 минуты, дальнейший расчет координат осуществляется компьютером. В результате, общее время картирования, с учетом подготовительных работ оператора, составит не более 10 мин. В тоже время картирование по стандартной методике составит не менее 5 часов (300 мин) [9; 10]. Экономия времени не менее 97%.

Отбор проб возможно производить как вручную, так и с применением технических средств. Предложенный способ осуществляется с помощью специального устройства – автоматизированного робота-пробоотборника. Таким образом, автоматизация процесса картирования поля позволяет существенно усовершенствовать способ отбора проб почвы без ручной корректировки координат оператором, повышая, тем самым, объективность исследований.

**Заключение.** В результате исследований теоретически обоснованы зависимости, используемые для автоматизации картирования поля, т.е. расчета координат точек отбора проб на каждом из элементарных участков с учетом формы контура участка (поля) и концентрации точек отбора проб. С экономической точки зрения автоматизация картирования позволяет существенно сократить время его выполнения (на 97%) по сравнению с известными (традиционными) методами. В результате картирования создается электронная карта поля, содержащая координаты точек отбора проб, элементарных участков и точек входа на них. Наличие такой карты позволяет осуществить отбор проб с помощью роботизированных технических средств, снизив, тем самым, трудоемкость работ на 70%, по сравнению с методами ручного отбора.

#### Библиографический список

1. Пат. 2485499 РФ, G01N33/24. Способ отбора проб для анализа почвы / Мазуркин П. М., Михайлова С. И., Тойшева Н. П. – № 2010132816/15 ; заявл. 04.08.10 ; опубл. 20.06.13, Бюл. №17.
2. Пат. 186042 U1 РФ, G01N 1/02. Автоматизированный почвенный пробоотборник с дистанционным управлением / Машков С. В., Котов Д. Н., Бекетов Я. М., Котрухова М. С. – № 2016117060 ; заявл. 28.04.16 ; опубл. 17.01.17, Бюл. №2.
3. Пат. 2102748 РФ, G01N33/24, G01S13/89. Усовершенствованный способ агрохимического обследования почв / Афанасьев Р. А., Благов А. В., Мейер О. Н. – №94004566/13 ; заявл. 08.02.94 ; опубл. 20.01.98, Бюл. №12.
4. Нугманов, С. С. ТЗ: оснаждающиеся перспективы / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, М. В. Сазонов // Сельский механизатор. – 2007. – №3. – С. 22.
5. Нугманов, С. С. Новые устройства для агрооценки почвы / С. С. Нугманов, Т. С. Гриднева, С. И. Васильев, А. В. Иваськевич // Сельский механизатор. – 2011. – №11. – С. 10-11.
6. Нугманов, С.С. Совершенствование конструкции почвенного пробоотборника / С. С. Нугманов, Т. С. Гриднева, С. И. Васильев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №3. – С. 55-60.
7. Васильев, С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области : сб. науч. тр. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96-99.
8. Картирование полей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://egps.ru/news/kartirovanie-polei/>.
9. Методика разработки схемы землеустройства района. Подготовительные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kadastrua.ru/zemleustroitelnoe-proektirovanie/771-metodika-razrabotki-skhemy-zemleustrojstva-rajona-podgotovitelnye-raboty.html>.
10. АгроГИС – инновационный инструмент для принятия бизнес-решений в растениеводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrobusiness.livejournal.com/tag/gps>.

## References

1. Mazurkin, P. M., Mikhaylova, S. I., & Toysheva, N. P. (2013). Sposob otbora prob dlya analiza pochvy [A way of sampling for the analysis of the soil] *Patent 2485499 Russian Federation, G01N33/24, № 2010132816/15* [in Russian].
2. Mashkov, S. V., Kotov, D. N., Beketov, Ya. M., & Kotrukhova, M. S. (2017). Avtomatizirovanniy pochvennyy probootornik s distancionnym upravleniem [The automated soil sampler with remote control] *Patent 186042U1 Russian Federation, G01N1/02, № 2016117060* [in Russian].
3. Afanasyev, R. A., Blagov, A. V., & Meyer, O. N. (1998). Uovershenstvovanniy sposob agrokhimicheskogo obsledovaniya pochv [Advanced way of agrochemical inspection of soils] *Patent 2102748 Russian Federation, G01N33/24, G01S13/89, № 94004566/13* [in Russian].
4. Nugmanov, S. S., Vasilyev, S. I., & Sazonov, M. V. (2007). TZ: obnadezhivayushchie perspektivy [TZ: the encouraging prospects]. *Sel'skiy mekhanizator – Selskiy Mechanizator*, 3, 22 [in Russian].
5. Nugmanov, S. S., Gridneva, T. S., Vasilyev, S. I., & Ivaskevich, A. V. (2011). Novye ustroystva dlya agrootsenki pochvy [New devices for soil agroassessment]. *Sel'skiy mekhanizator – Selskiy Mechanizator*, 11, 10-11 [in Russian].
6. Nugmanov, S. S., Gridneva, T. S., & Vasilyev, S. I. (2015). Sovershenstvovanie konstruksii pochvennogo probootornika [Improvement of a design of the soil sampler]. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskohozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 55-60 [in Russian].
7. Vasilyev, S. I. (2011). Kombinirovannoe ustroystvo dlia kompleksnogo izmereniia tverdosti i vlazhnosti pochvy [The combined device for complex measurement of hardness and humidity of the soil]. The contribution of young scientists to agrarian science of the Samara region '11: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 96-99). Kinel: RITS Samarskoi GSKHA [in Russian].
8. Kartirovanie polei [Mapping of fields]. *egps.ru/news*. Retrieved from <http://egps.ru/news/kartirovanie-polei/>.
9. Metodika razrabotki skhemy zemleustrojstva raiona. Podgotovitelnye raboty [Technique of development of the scheme of land management of the area. Preparatory work]. *kadastrua.ru*. Retrieved from <http://kadastrua.ru/zemleustroitelnoe-proektirovanie/771-metodika-razrabotki-skhemy-zemleustrojstva-raiona-podgotovitelnye-raboty.html>.
10. AgroGIS – innovatsionnyi instrument dlya priniatiya biznes-resheniy v rastenievodstve [AgroGIS – the innovative tool for adoption of business solutions in crop production]. *Agrobusiness.livejournal.com/tag/gps*. Retrieved from <https://agrobusiness.livejournal.com/tag/gps>.

DOI 10.12737/27833/

УДК 62-111.1

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ НАМОТКИ МАТЕРИАЛА В РУЛОН

**Симанин Николай Алексеевич**, канд. техн. наук, проф. кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

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

E-mail: [konovalov-penza@rambler.ru](mailto:konovalov-penza@rambler.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](mailto:konovalov-penza@rambler.ru)

**Лянденбургский Владимир Владимирович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства».

440028, Пенза, ул. Германа Титова, 28.

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

**Ключевые слова:** автоматизация, управление, оборудование, намотка, рулон, разгрузка.

*Цель исследований – теоретическое обоснование основных параметров оборудования для намотки материалов в рулон с автоматическим управлением. В качестве мягкого укрывного материала применяют различные синтетические пленки. Для удобства транспортировки и хранения длинномерные материалы наматывают в рулон. Это потребует применения соответствующего оборудования. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при намотке материала в рулон. Первая проблема связана*

с увеличением веса рулона при изменении его диаметра в процессе намотки. Это приводит к росту нагрузки на горизонтальные ролики и их опоры. Вторая проблема следует из первой: изменение параметров рулона приводит к изменению сил трения между наматываемым материалом и роликами, что, в свою очередь, снижает качество намотки рулона и нарушает его геометрию и плотность. Одним из подобных недостатков является наличие перекоса материала при намотке рулона, приводящего к увеличению длины рулона и его рыхлости. Это существенно усложняет как намотку материала в рулон, транспортировку рулона, так и разматывание полотна пленки. Для устранения указанных недостатков предлагается оборудование для намотки пленки (материала) снабдить автоматическими устройствами для компенсации веса рулона. Описаны конструкции оборудования для намотки рулонов. Для повышения качества намотки разработаны оригинальные конструкции оборудования с автоматическим управлением приводами. На основании силового анализа определены скорости вращения роликов с учетом толщины пленки. Результаты теоретических изысканий позволяют установить основные параметры гидросистемы осуществляемого контроля рабочего процесса.

## AUTOMATION CONTROL EQUIPMENT FOR MATERIAL WINDING INTO A ROLL

**Simanin N. A.**, Candidate of Technical Sciences, Professor of the department «Engineering technology», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, Baydukova travel/Gagarina street, 1A /11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Konovalov V. V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the department «Engineering technology», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, Baydukova travel/Gagarina street, 1A /11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Lyandenburskiy V. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Operation of road transport», FSBEI HE «Penza state university of architecture and construction».

440028, Penza, Germana Titova street, 28.

E-mail: avto@pguas.ru

**Keywords:** automation, control, equipment, winding, roll, unloading.

The purpose of the study is the theoretical justification of the equipment main parameters for winding materials into a roll with automatic control. Various synthetic films are used to provide soft covering. Long materials are wound into a roll for convenience of transportation and storage. Appropriate equipment is needed for the operation to be performed. Main problems arising during material winding into a roll have been considered. The first problem is related to the weight increase of the roll due to its diameter change during the winding process. This augments the load on the horizontal rollers and their supports. The second challenge follows the first one: roll parameters change leads to a change of friction forces between the material wound and rollers, which in turn reduces the quality of the roll winding and affects its geometry and density. The presence of skew material during the roll winding leading to an increase in the length of the roll and its looseness is one of mentioned above disadvantage. This significantly complicates both the winding of the material into the roll, its transportation and film unwinding. The equipment for the winding of the film (material) offered is to be provided with automatic devices to compensate the roll weight able to eliminate this disadvantage. The design description for winding roll equipment is supplied. The original designs for equipment with automatically operated drives have been developed to improve the quality of winding. The rollers rotation speed was estimated according to the film thickness on the basis of the power analysis performed. The results of studies allow establishing the critical parameters of the hydraulic system for proving control over the working process.

Продукцией легкой и химической промышленности зачастую являются длинномерные материалы. К ним относят тканые и нетканые материалы, пленки, покрытия, утеплители и многие другие изделия. Все они отличаются геометрическими параметрами (длиной, шириной, толщиной) и физико-механическими свойствами (плотностью, сжимаемостью, гигроскопичностью, коэффициентом трения и т.д.). Указанные материалы широко применяют в пищевой и химической промышленности, транспорте, строительстве, машиностроении, в том числе, и в сельском хозяйстве.

Расширение тепличного хозяйства предусматривает строительство помещений закрытого грунта. При производстве теплиц используется как твердая, так и мягкая кровля. В качестве мягкого

укрывного материала применяют различные синтетические пленки. Как правило, они выпускаются в виде трубчатого рукава большой длины, намотанного в рулон. Для использования указанных пленок в качестве укрывного материала требуется осуществить разрез бокового шва намотанного трубчатого рукава. С учетом большой длины рукава в рулоне и больших площадей покрытия теплиц длина разрезаемого рукава будет значительной. Учитывая двукратное увеличение ширины рукава (как правило, 1,5 м), ширина полотна достигнет 3 м. Для удобства транспортировки и хранения длинномерные материалы наматывают в рулон. Это потребует применения соответствующего оборудования.

Для намотки материала в рулон обычно используют оборудование, в котором скалка для намотки материала укладывается на два параллельных горизонтальных ролика, один из которых является ведущим, а второй ведомым. Вращение скалки, а затем и рулона, осуществляется за счет сил трения, возникающих между наматываемым материалом и поверхностями роликов. При увеличении диаметра рулона скалка поднимается в вертикальных направляющих [1, 2, 3]. Установки, выполненные по указанной схеме, позволяют получать рулоны материала правильной формы, диаметр которых достигает 2000 мм.

При намотке материала в рулон на таком оборудовании возникают две проблемы, снижающие качество намотки.

Первая проблема связана с увеличением веса рулона при изменении его диаметра в процессе намотки. Это приводит к росту нагрузки на горизонтальные ролики и их опоры.

Вторая проблема следует из первой: изменение параметров рулона приводит к изменению сил трения между наматываемым материалом и роликами, что, в свою очередь, снижает качество намотки рулона и нарушает его геометрию и плотность.

Одним из подобных недостатков является наличие перекоса материала при намотке рулона, приводящего к увеличению длины рулона и его рыхлости. Это существенно усложняет как намотку материала в рулон, транспортировку рулона, так и разматывание полотна пленки.

Для устранения указанных недостатков предлагается оборудование для намотки пленки (материала) снабдить автоматическими устройствами для компенсации веса рулона.

**Цель исследований** – теоретическое обоснование основных параметров оборудования для намотки материалов в рулон с автоматическим управлением.

**Задачи исследований** – разработать конструктивно-технологическую схему оборудования для намотки материалов в рулон и схему управления положением осей скалки; определить основные параметры контроля рабочего процесса.

**Материалы и методы исследований.** Оборудование для намотки материала М в рулон (рис. 1) содержит два параллельных горизонтальных ролика для привода рулона R [2]. Ролик 1 является ведущим, а ролик 2 – ведомым. Вращение ведущему ролику передается от двигателя 3 цепной передачей 4. Ведомый ролик получает вращение от звездочки 5 ведущего ролика посредством цепной передачи 6 на звездочку 7. Оба ролика вращаются в одном направлении.

Между роликами размещена скалка 8 рулона, которая приводится во вращение за счет сил трения на контактирующих поверхностях. Наматываемый материал охватывает натяжные ролики 9 и 10, прижимается роликом 11 к периферии ведущего ролика и заправляется на скалку, вокруг которой впоследствии формируется рулон.

Цапфы скалки 12 и 13 размещены в подшипниковых опорах 14 и 15, закрепленных на штоках вертикально установленных гидравлических цилиндров 16 и 17. В вертикальных стенках 18 и 19 корпуса устройства расположены опоры роликов и вала 25 механической связи штоков цилиндров.

Динамометрический датчик 20 установлен на вертикальной стенке корпуса устройства и контактирует с цапфой ведущего ролика. Сигнал от датчика через электрическую систему 21 управления давлением поступает к пропорциональному клапану 22, который регулирует давление жидкости в бесштоковых (нижних) полостях цилиндров.

Питание гидроцилиндров осуществляется от насоса 23 через реверсивный распределитель 24. Механическая связь, соединяющая штоки цилиндров, содержит вал с зубчатыми колесами 26 и 27, находящимися в зацеплении с зубчатыми рейками 28 и 29, выполненными на штоках.

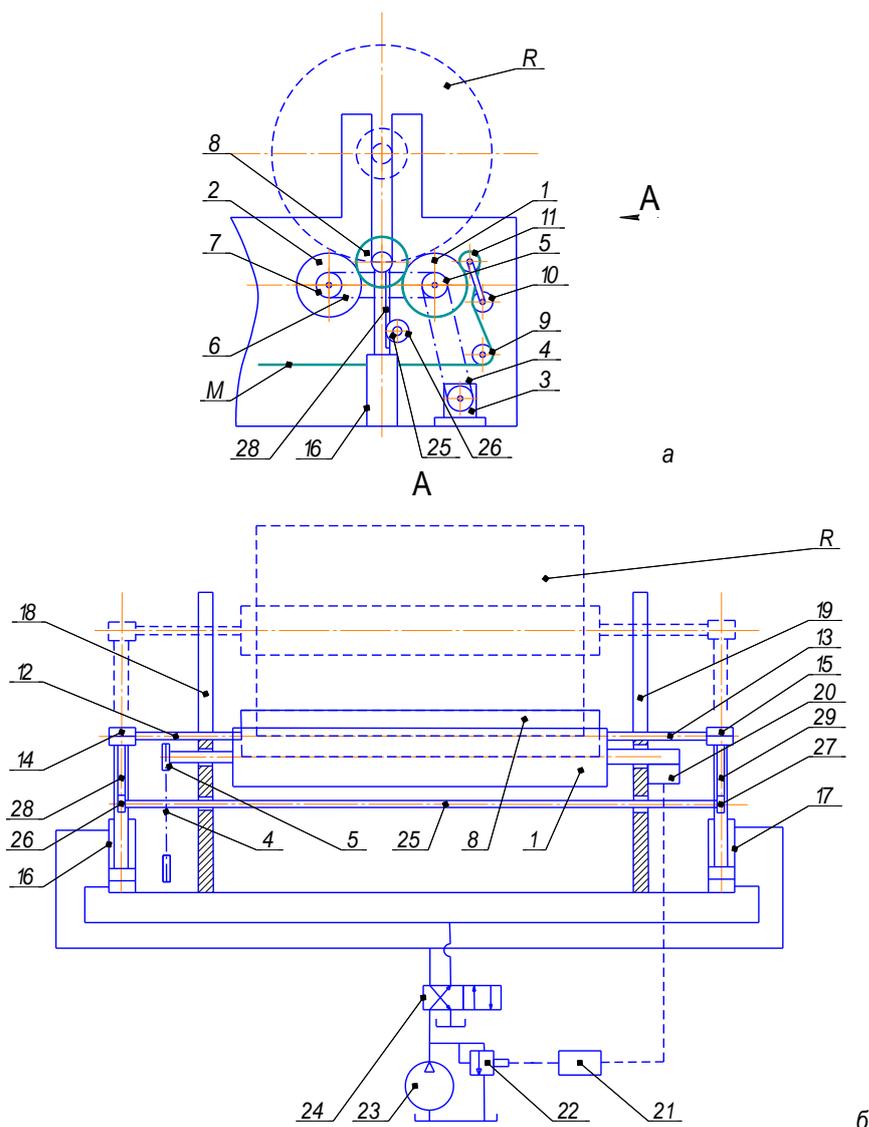


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема управления приводом скалки рулона:

- а – вид спереди; б – вид справа; 1 – ролик ведущий; 2 – ролик ведомый; 3 – двигатель; 4 – цепная передача; 5, 6, 7 – звездочка цепной передачи; 8 – скалка рулона; 9, 10, 11 – ролик; 12, 13 – ось ведомого ролика; 14, 15 – подшипниковая опора; 16, 17 – корпус гидроцилиндра; 18, 19 – вертикальные стенки корпуса опоры; 20 – динамометрический датчик; 21 – электрическая система обратной связи; 22 – пропорциональный клапан; 23 – насос; 24 – реверсивный распределитель; 25 – вал зубчатого колеса; 26, 27 – зубчатые колеса; 28, 29 – зубчатая рейка

В процессе намотки материала диаметр рулона увеличивается, возрастает его вес и нагрузка на опоры роликов. Деформационный датчик реагирует на изменение положения цапфы ведущего ролика в опоре и передает соответствующий сигнал через электрическую систему управления на систему управления положением пропорционального клапана. Настройка клапана изменяется в сторону увеличения давления рабочей жидкости в бесштоковых полостях гидроцилиндров. Силы на штоках цилиндров возрастают и компенсируют действие веса рулона на ролики.

При работе гидроцилиндров механическая связь синхронизирует движения штоков за счет зубчато-реечных передач, соединенных валом, поэтому ось стержня остается параллельной осям роликов.

Методика исследований предусматривала теоретическое обоснование показателей работы гидросистемы для обеспечения равномерной нагрузки на опоры роликов.

**Результаты исследований.** Предлагается усовершенствовать систему управления синхронизацией работы вертикальных штоков гидроцилиндров.

Оборудование, приведенное на рисунке 2, отличается от ранее рассмотренного тем, что система синхронизации движения вертикальных штоков гидроцилиндров выполнена гидравлической и имеет автоматический делитель расхода жидкости, содержащий два постоянных дросселя 25 и 26, а также двухщелевой золотниковый дросселирующий распределитель с корпусом 27 и золотником 28 [3]. Две кольцевые расточки в корпусе частично перекрыты торцами золотника и образуют дросселирующие щели на пути жидкости к бесштоковым полостям гидроцилиндров.

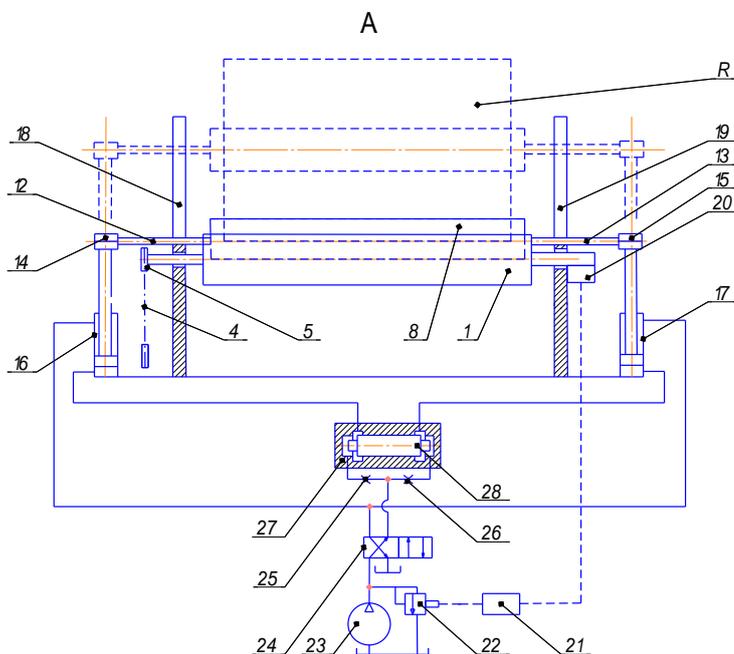


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема управления приводом скалки рулона:  
 1 – ролик ведущий; 2 – ролик ведомый; 3 – двигатель; 4 – цепная передача; 5, 6, 7 – звездочка цепной передачи;  
 8 – скалка рулона; 9, 10, 11 – ролик; 12, 13 – ось ведомого ролика; 14, 15 – подшипниковая опора;  
 16, 17 – корпус гидроцилиндра; 18, 19 – вертикальные стенки корпуса опоры; 20 – динамометрический датчик;  
 21 – электрическая система обратной связи; 22 – пропорциональный клапан; 23 – насос;  
 24 – реверсивный распределитель; 25, 26 – дроссель; 27 – корпус распределителя; 28 – золотник

Система синхронизации движения вертикальных штоков гидроцилиндров предварительно настраивается путем регулировки проходных сечений дросселей 25 и 26 таким образом, чтобы золотник в корпусе дросселирующего распределителя занимал среднее положение и расходы жидкости, поступающие через дросселирующие щели распределителя в бесштоковые полости гидроцилиндров, были одинаковыми. Предварительно настроенные проходные сечения дросселей 25 и 26 в процессе работы устройства остаются постоянными.

Если при работе устройства вертикальный шток, например гидроцилиндра 16, под действием увеличившейся нагрузки начнет двигаться медленнее штока гидроцилиндра 17, то давление жидкости под левым торцом золотника возрастет. Золотник сместится вправо до нового положения равновесия, которое наступит при выравнивании давлений под торцами золотника. Расход жидкости в гидроцилиндр 16 увеличится, а в гидроцилиндр 17 уменьшится. Отставание штока гидроцилиндра 16 будет устранено и ось стержня останется параллельной осям роликов.

Равновесие сил на скалке рулона поддерживается при соблюдении равенства

$$G_1 + G_2 + G_3 + F_1 = F_2, \quad (1)$$

где  $G_1$  – текущий вес рулона, Н,  $G_1 = f(D)$ ;  $D$  – текущий диаметр рулона, м;  $G_2$  – вес скалки, Н,  $G_2 = const$ ;  $G_3$  – вес других подвижных частей,  $G_3 = const$ ;  $F_1$  – сила противодействия в штоковых полостях цилиндров, Н,  $F_1 = 2p_1S_1 \approx const$ ;  $p_1$  – давление жидкости в штоковых полостях

цилиндров, Па,  $p_1 \approx const$ ;  $S_1$  – площадь поршня в штоковой полости цилиндра, м<sup>2</sup>,  $S_1 = const$ ;  $F_2$  – подъемная (уравновешивающая) сила цилиндров, Н;  $F_2 = 2p_2S_2$ ;  $p_2$  – текущее давление жидкости в бесштоковых полостях цилиндров, Па,  $p_2 = f(G_1)$ ;  $S_2$  – площадь поршня в бесштоковой полости цилиндра, м<sup>2</sup>,  $S_2 = const$ .

Равенство расходов жидкости на выходе автоматического делителя определяется равенством перепадов давлений на постоянных дросселях.

В процессе намотки материала диаметр рулона увеличивается, возрастает его вес и нагрузка на опоры роликов. Деформационный датчик реагирует на изменение положения цапфы ведущего ролика в опоре и передает соответствующий сигнал электрической системе управления, которая управляет пропорциональным клапаном. Настройка клапана изменяется в сторону увеличения давления рабочей жидкости в бесштоковых полостях гидроцилиндров. Силы на штоках цилиндров возрастают и компенсируют действие веса рулона на ролики.

Вторая проблема возникает при вращении роликов с одинаковыми угловыми скоростями.

Если ведущий и ведомый ролики (рис. 3) вращаются с одинаковыми угловыми скоростями ( $\omega_1 = \omega_2$ ), то и окружные скорости на рабочих поверхностях роликов будут одинаковы ( $V_A^{\vec{\sigma}} = V_B^{\vec{\sigma}}$ ). Однако количество слоев материала в рулоне, контактирующем с каждым из роликов, неодинаково. На ведущем ролике в точке А на один слой больше. В результате ось рулона смещена к оси ведомого ролика, а радиусы рулона в точках А и В контакта его с роликами будут отличаться на толщину материала:

$$\begin{aligned} OA &= r_{СК} + Sn, \\ OB &= r_{СК} + S(n-1), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $r_{СК}$  – радиус скалки;  $S$  – толщина наматываемого материала;  $n$  – количество слоев материала на ведущем ролике.

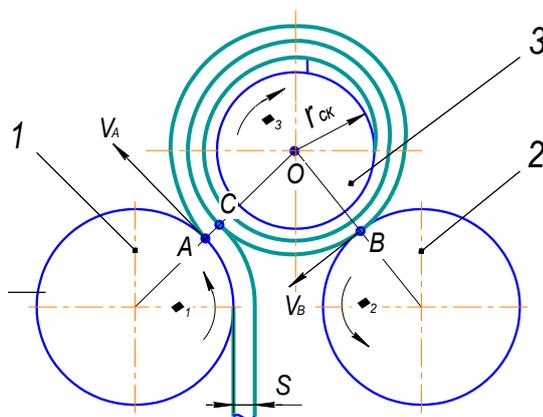


Рис. 3. Конструктивная схема намотки материала:  
1, 2 – опорные ролики; 3 – скалка

Если угловые скорости роликов равны ( $\omega_1 = \omega_2$ ), то окружные скорости наматываемого материала в точках контакта рулона с роликами при одной и той же скорости вращения рулона  $\omega_3$  будут разными, а именно окружная скорость рулона в точке А будет больше, чем в точке В ( $V_A^P > V_B^P$ ).

Зависимость между этими скоростями определяется следующим образом

$$\begin{aligned}\omega_3 &= \frac{V_A^P}{r_p}, \\ V_A^P &= \omega_3 r_p = \omega_3 (r_{CK} + Sn), \\ V_B^P &= \omega_3 [r_{CK} + S(n-1)] = \omega_3 (r_{CK} + Sn - S) = \\ &= \omega_3 (r_{CK} + Sn) - \omega_3 S = V_A^P - \omega_3 S = \\ &= V_A^P - \frac{V_A^P}{r_p} S = V_A^P \left( 1 - \frac{S}{r_p} \right),\end{aligned}\quad (3)$$

где  $r_p$  – текущий радиус рулона на ведущем ролике.

С увеличением радиуса рулона скорость  $V_B^P$  приближается к скорости  $V_A^P$  с различной интенсивностью при разной толщине материала.

Однако при отсутствии проскальзывания рулона относительно роликов и при равенстве их угловых скоростей ( $\omega_1 = \omega_2$ ) скорость  $V_B^P$  будет больше требуемой расчетной, именно

$$V_B^P > V_B^{\bar{}} = \omega_2 r_2 = const, \quad (4)$$

где  $V_C^{\bar{}}$  – окружная скорость ведомого ролика;  $r_2$  – радиус ведомого ролика.

Поэтому на участке ВС будет создаваться избыток материала и рулон будет «рыхлым».

Для устранения этого недостатка необходимо в процессе намотки рулона автоматически изменять соотношение между угловыми скоростями роликов в зависимости от увеличивающегося радиуса  $r_p$  рулона в точке  $A$  и толщины  $S$  материала [4]:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1 - \frac{S}{r_p}. \quad (5)$$

Этот закон управления может быть реализован с помощью электромеханической или гидравлической системы управления приводами вращения роликов [4, 5, 6].

На рисунке 4 показано устройство, которое содержит два параллельных горизонтальных ролика 1 и 2 для привода рулона  $R$ , скалку 3 для рулона, укладываемую на ролики параллельно им с возможностью подъема при увеличении диаметра рулона [5].

Гидравлический привод вращения ведущего ролика 1 включает в себя гидравлический мотор 4, насос 5 и регулятор расхода с предохранительным клапаном 6, установленный в линии питания мотора рабочей жидкостью.

Гидравлический привод вращения ведомого ролика 2 содержит гидравлический мотор 7, насос 8, предохранительный клапан 9 и однощелевой дросселирующий распределитель 10 с подпружиненным запорно-регулирующим элементом 11, установленный в сливной линии мотора.

Измеритель-преобразователь текущего радиуса рулона в перемещение запорно-регулирующего элемента 11, являющегося выходным звеном, выполнен в виде шарнирно-рычажного механизма, проектируемого по требуемому закону перемещения выходного звена, соответствующему необходимой частоте вращения ведомого ролика 2. Коромысло 12 выполнено в виде двуплечего рычага на опоре 13 с регулированием длины меньшего плеча. Большее плечо коромысла опирается на скалку 3, создавая кинематическую связь между ней и измерителем-преобразователем, а меньшее плечо имеет шкалу-указатель толщины наматываемого материала и шарнир 14, закрепленный на меньшем плече коромысла винтом 15 и соединенный с шатуном 16, передающим движение запорно-регулирующему элементу 11.

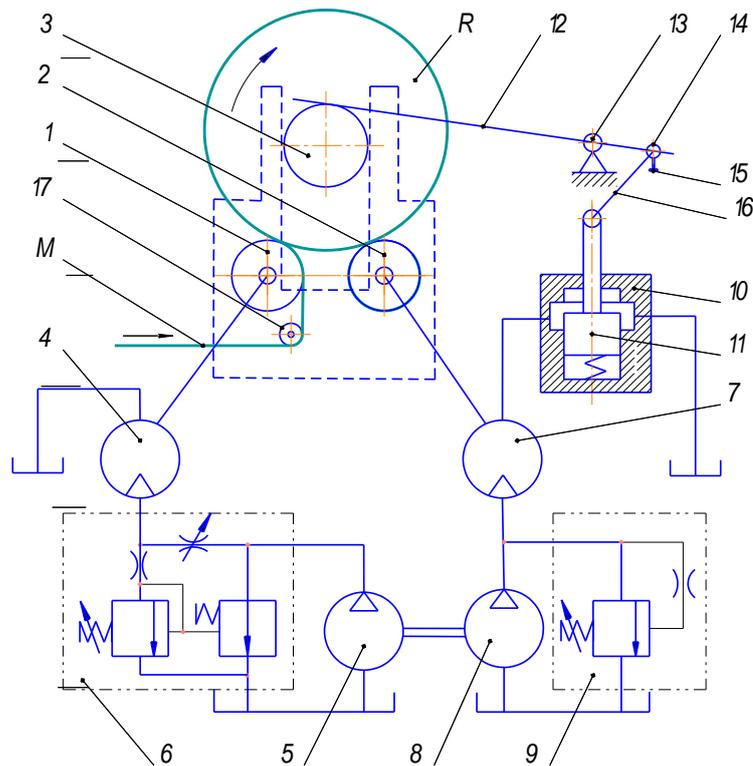


Рис. 4. Конструктивно-технологическая схема управления положением осей скалки:

- 1 – ведущий ролик; 2 – ведомый ролик; 3 – скалка; 4 – гидравлический мотор; 5 – насос; 6 – регулятор расхода с предохранительным клапаном; 7 – гидравлический мотор; 8 – насос; 9 – предохранительный клапан; 10 – одноцелевой дросселирующий распределитель; 11 – запорно-регулирующим элементом; 12 – коромысло; 13 – опора; 14 – шарнир; 15 – винт; 16 – шатун; 17 – направляющий валик

Максимальные длины плеч коромысла и длина шатуна конструктивно выбираются из условия обеспечения максимального хода запорно-регулирующего элемента при максимальной толщине наматываемого материала. На входе устройства имеется направляющий валик 17, обеспечивающий постоянное направление материала  $M$  в процессе намотки. Требуемый закон управления реализуется с помощью измерителя-преобразователя, который одновременно измеряет текущий радиус рулона и преобразует его в перемещение запорно-регулирующего элемента одноцелевого дросселирующего распределителя. Материал, поступающий из промерочно-браковочной машины (на рисунке 5 не показан), огибает направляющий валик 17 и заправляется на скалку 3. При вращении роликов 1 и 2 скалка 3 с материалом начинает вращаться за счет действия сил трения между поверхностями роликов и наматываемым материалом, и осуществляется намотка материала в рулон.

Вращательное движение ведущий ролик 1 получает от гидравлического мотора 4. Питание мотора рабочей жидкостью производится от насоса 5. Настройку вращающего момента и угловой скорости ведущего ролика, для работы устройства при намотке материалов разной плотности и толщины, обеспечивает регулятор расхода с предохранительным клапаном 6. В процессе намотки рулона эта настройка остается постоянной.

Ведомый ролик 2 вращается гидравлическим мотором 7, который питается рабочей жидкостью от насоса 8. Настройка вращающего момента и угловой скорости ведомого ролика производится предохранительным клапаном 9 и одноцелевым дросселирующим распределителем 10.

При увеличении радиуса рулона скалка 3 перемещается вверх и поворачивает опирающееся на нее большее плечо коромысла 12. Одновременно с большим плечом вокруг опоры 13 поворачивается и меньшее плечо коромысла, которое через шарниры и шатун 16 перемещает запорно-регулирующий элемент по необходимому закону.

Перемещение запорно-регулирующего элемента дросселирующего распределителя приводит к изменению расхода рабочей жидкости через гидравлический мотор ведомого ролика, а, следовательно, и к изменению угловой скорости  $\omega_2$ .

В зависимости от толщины наматываемого материала закон изменения дросселирующей щели распределителя 10 устанавливают, изменяя длину меньшего плеча коромысла 12 перемещением подвижного шарнира 14 с дальнейшей его фиксацией стопорным винтом 15 в заданном положении на шкале-указателе.

Автоматическое регулирование соотношения между скоростями ведомого и ведущего роликов позволяет получить плотный рулон и отсутствие перекоса материала при ее намотке.

**Заключение.** Разработанная конструктивно-технологическая схема оборудования для намотки материалов в рулон с предложенной системой управления положением скалки позволяет осуществлять качественную намотку материала в рулон. Наличие системы управления положением скалки и контроля за натяжением пленки по краям материала позволяет осуществлять равномерное натяжение полотна материала (пленки). Результаты теоретических изысканий позволяют установить основные параметры гидросистемы осуществляемого контроля рабочего процесса.

#### Библиографический список

1. Пат. 1727528 СССР, МПК В65Н 18/20. Устройство для тангенциальной намотки материала в рулон / Нуова Ф., Готти М. – заявл. 26.02.88 ; опубл. 15.04.92, Бюл. № 14.
2. Пат. 172033 РФ, МПК В65Н 18/20 (2006.01). Устройство для намотки материала в рулон / Симанин Н. А., Суханов Д. К. – заявл. 31.05.16 ; опубл. 26.06.17, Бюл. № 18.
3. Пат. 179213 РФ, МПК В65Н 18/20 (2006.01). Устройство для намотки материала в рулон / Голубовский В. В., Симанин Н. А. – заявл. 20.11.17 ; опубл. 04.05.18, Бюл. № 13.
4. Пат. 2099271 РФ, МПК В65Н 18/20 (1995.01). Устройство для намотки материала в рулон / Александров В. А., Железняков А. С. – заявл. 05.09.96 ; опубл. 20.12.97, Бюл. № 35.
5. Пат. 182180 РФ, МПК В65Н 18/20 (2006.01). Устройство для намотки материала в рулон / Голубовский В. В., Симанин Н. А., Нелюдов А. Д., Агафонова Ю. В. – заявл. 20.12.17 ; опубл. 06.08.18, Бюл. № 22.
6. Симанин, Н. А. Проектирование элементов и систем автоматического регулирования гидравлических приводов технологического оборудования / Н. А. Симанин, В. В. Голубовский. – Пенза : Издательство Пензенского ГТУ, 2015. – 205 с.

#### References

1. Nuova, F., & Gotti, M. (1992). *Ustroistvo dlya tangencialnoi namotki materiala v rulon* [Device for tangential winding material in roll]. *Patent 1727528USSR, IPC B65H 18/20* [in Russian].
2. Simanin, N. A. & Sukhanov, D. K. (2017). *Ustroistvo dlya namotki materiala v rulon* [Device for winding material into roll]. *Patent 172033 RF, IPC B65H 18/20 (2006.01)* [in Russian].
3. Golubovskiy, V. V., & Simanin, N. A. (2018). *Ustroistvo dlya namotki materiala v rulon* [Device for winding material into roll]. *Patent 179213 RF, IPC B65H 18/20 (2006.01)* [in Russian].
4. Aleksandrov, V. A., & Zheleznyakov, A. S. (1997). *Ustroistvo dlya namotki materiala v rulon* [Device for winding material into roll]. *Patent 2099271 RF, IPC B65H 18/20 (1995.01)* [in Russian].
5. Golubovsky, V. V., Simanin, N. A., Nelyudov, A. D., & Agafonova, Yu. V. (2018). *Ustroistvo dlia namotki materiala v rulon* [Device for winding material into roll]. *Patent 182180 RF, IPC B65H 18/20 (2006.01)* [in Russian].
6. Simanin, N. A., & Golubovskiy, V. V. (2015). *Proektirovanie ehlementov i sistem avtomaticheskogo regulirovaniia gidravlicheskih privodov tekhnologicheskogo oborudovaniia* [Design of elements and systems of automatic control of hydraulic drives of technological equipment]. Penza: publishing house Penza STU [in Russian].

DOI 10.12737/27834/

УДК 62-111.1

## ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ МЕШАЛКИ И ДЛИНЫ ЕЕ ЛОПАТОК НА КАЧЕСТВО СМЕСИ

**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:** смесь, частота, вращение, мешалка, лопасти, смеситель, качество.

*Цель исследований – повышение качества приготовляемой смеси и обоснование конструктивно-технологических параметров лопастного смесителя периодического действия. Задачами является установление функциональных зависимостей показателей качества приготовляемой смеси и эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего длину лопаток, от числовых значений частоты вращения мешалки и длины лопаток порционного смесителя, а также определение рациональной длины лопаток мешалки. Повышение качества смеси требует как внесения в объем приготовляемой порции смеси всех потребных питательных элементов и кормовых компонентов, заложенных рецептом приготовляемой смеси, так и равномерного распределения компонентов по всему объему приготовляемого корма. Равномерность распределения частиц компонентов смеси определяется конструкцией и работой смесителей. Одним из эффективных типов существующих смесителей, качественно перемешивающих ингредиенты смесей, являются лопастные смесители периодического действия. В статье представлена конструктивная схема лопастного смесителя. Определены показательные функции качества смеси и входящий в их состав эмпирический коэффициент интенсивности смешивания, учитывающий длину лопаток в зависимости от частоты вращения мешалки. Даны графические результаты экспериментальных исследований по влиянию длины лопаток и частоты вращения мешалки на качество приготовляемой смеси. Увеличение длины лопаток и частоты вращения повышает качество смеси. Рекомендуемая длина лопаток составляет 75...80 мм. С ростом частоты вращения и длины лопаток абсолютная величина эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего влияние длины лопаток, снижается, постепенно замедляясь. Это характерно для полученной гиперболической зависимости.*

## THE INFLUENCE OF MIXER ROTATION FREQUENCY AND ITS BLADES LENGTH ON THE QUALITY OF THE MIXTURE

**Fomina M. V.**, Postgraduate Student of the department «Technical service of machines», FSBEI HE Penza SAU. 440014, Penza, Botanicheskaya street, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Chupshev A. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Technical service of machines», FSBEI HE Penza SAU.

440014, Penza, Botanicheskaya street, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Teryushkov V. P.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Technical service of machines», FSBEI HE Penza SAU.

440014, Penza, Botanicheskaya street, 30.

E-mail: sha\_penza@mail.ru

**Konovalev V. V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the department «Technology of mechanical engineering», FSBEI HE Penza STU.

440039, Penza, Baydukova travel/Gagarina street, 1a /11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Keywords:** mixture, frequency, rotation, agitator, blades, mixer, quality.

The aim of the study is the quality improvement of the feed mixture prepared and substantiation of the design and technological parameters of blade mixer batch- operated. The task is to set the functional dependence between the prepared mixtures quality and the empirical ratio of the intensity of mixing, taking into account the blades length in regard to values of the rotation frequency and the length of the blade of the batch-operated mixer, as well as the

definition of rational length of the mixer blades. Improving the quality of mixture requires both the adding of all necessary nutrients and feed components into the volume of prepared portion of the mixture as stipulated by the recipe for mixture, and smooth distribution of components throughout the volume of ready feed. Smooth distribution of the mixture components is related to the design and operation of the mixer. Blade mixer batch-operated is one of the effective types of existing mixers, mixing the ingredients of feed with good quality. The article presents the result oriented design scheme of the blade mixer. Positive functions of the mixture quality and the empirical coefficient of mixing intensity included in their composition are assessed taking into account the length of the blades, depending on the rotation speed and frequency of the mixer. The graphic results of experimental studies taking into account the influence of the blade length and the speed of the mixer on the quality of the prepared mixture are given. The increase of blade length and rotation speed improves the quality of the mixture. Recommended blade length is 75...80 mm. With frequency of rotation increase and the length of the blades the total value of the empirical coefficient of the intensity of mixing, depending on the effect of the length of the blades decreases at a slower pace. This is typical of the obtained hyperbolic dependence.

Развитие животноводства требует улучшения кормовой базы, в том числе используя качество приготавливаемой смеси [1, 9]. Повышение качества смеси требует как внесения в объем приготавливаемой порции смеси всех потребных питательных элементов и кормовых компонентов, заложенных рецептом приготавливаемой смеси, так и равномерного распределения компонентов по всему объему приготавливаемого корма. Равномерность распределения частиц компонентов смеси определяется конструкцией и работой смесителей [2, 3]. Согласно зоотехническим требованиям, для сухих смесей равномерность (однородность) распределения компонентов должна быть не менее 90 % (НТП АПК 1.10.16.001-02 Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов).

**Цель исследований** – повышение качества приготавливаемой смеси и обоснование конструктивно-технологических параметров лопастного смесителя периодического действия.

**Задачи исследований** – установление функциональных зависимостей качества приготавливаемой смеси и эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего длину лопаток, от числовых значений частоты вращения мешалки и длины лопаток порционного смесителя, а также обоснование рациональной длины лопаток мешалки.

**Материалы и методы исследований.** Одним из эффективных типов существующих смесителей, качественно перемешивающих ингредиенты смесей, являются лопастные смесители периодического действия [2, 3, 4]. Разработанный лопастной смеситель изображен на рисунке 1 [5]. Он выполнен в виде вертикальной емкости 2 диаметром  $D$ , внутри которой на днище и в крышке, в установленных подшипниковых опорах 6 (на рисунке 1 показана одна опора), установлен вращающийся вертикальный вал 1. Внутри емкости у нижней опоры 6 на валу 1 крепится лопастная мешалка 5. Ее лопасти 4 расположены радиально и повернуты под углом  $\alpha$  относительно горизонтальной плоскости. На концах лопастей 5 установлены накладки – лопатки 3. При вращении мешалки 5 компоненты смеси вовлекаются как во вращательное движение в горизонтальной плоскости, так и циркулируют в вертикально-радиальной плоскости: лопастями 4 мешалки частицы смеси откидываются от вала к стенкам емкости 2, далее лопатками 3 частицы поднимаются вверх и скатываются вниз по образуемой воронке материала к нижней части вращающегося вала 1. По завершении такта смешивания в результате циркуляции частиц материала, загруженного в емкость 2, образуется смесь.

Методика исследований соответствовала СТО АИСТ 19.2-2008 (СТО АИСТ 19.2-2008 Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для приготовления кормов. Порядок определения функциональных показателей). При определении качества смеси контрольным компонентом были зерна ячменя с долей 1 % от массы смеси. Количество взятых проб – 20 шт., с массой пробы 100 г. Длительность смешивания компонентов смеси 120 с. В качестве критерия качества приготовленной смеси использовался показатель – неравномерность смеси  $v$ , как коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах [7]. Обработка данных результатов исследований осуществлялась компьютерной программой Statistica.

**Результаты исследований.** В работе [5] опубликованы результаты проведенных исследований, описанные полиномиальной функцией второго порядка. При этом изменение частоты вращения мешалки соответствовало интервалу  $n=500...1000$  мин<sup>-1</sup>, а длина лопаток, крепящихся на

лопасти, соответствовала размеру  $L=0...75$  мм ( $0...0,075$  м). Часть длины лопаток накладывается на лопасть шириной  $l_s=D/60=15$  мм. Поэтому увеличение площади контакта лопатно-лопаткового рабочего органа мешалки с материалом было пропорционально не полной длине  $L$ , а только дополнительной длине лопатки ( $L'=L-l_s$ , мм).

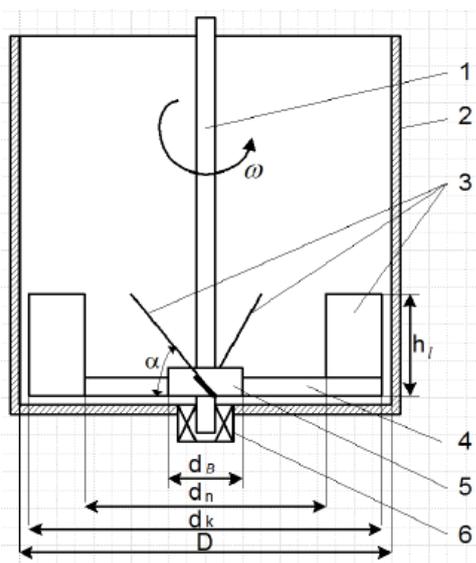


Рис. 1. Принципиальная схема смесителя:

1 – вал; 2 – емкость; 3 – лопатки; 4 — лопасть; 5 – мешалка; 6 – подшипниковая опора

Полиномиальное уравнение регрессии неравномерности смеси  $\nu$ , %, (рис. 2) описывалось выражением [5]:

$$\nu = 153,9891 - 1,8906 L' - 0,18455 n + 0,003108 (L')^2 + 5,34 E^{-05} n^2 + 0,001933 L' \cdot n. \quad (1)$$

Коэффициент корреляции расчетных и опытных значений соответствует  $R=0,9203119$ .

Повышение частоты вращения мешалки и увеличение длины лопаток улучшает качество смеси. На рассматриваемом интервале значений факторов (частота вращения от 300 до 1000 мин<sup>-1</sup>, длина лопаток, накладываемых на лопасти, от 0 до 80 мм) лучшее качество смеси наблюдается при частоте вращения около 400 мин<sup>-1</sup> и наибольшей исследованной длине лопаток  $L'$  (т. е. 75...80 мм). Согласно графику функции полиномиальной модели второго порядка (1) (рис. 2) при частоте вращения 1000 мин<sup>-1</sup> и длине лопаток 70...80 мм незначительно (в пределах погрешности) снижается качество смеси.

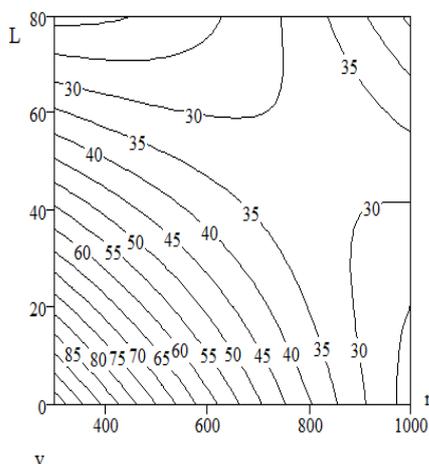


Рис. 2. Двухмерное сечение поверхности отклика неравномерности смеси  $\nu$  (%) в зависимости от частоты вращения  $n$  (мин<sup>-1</sup>) и длины лопаток  $L'$  (мм)

Ряд авторов рекомендует использовать для описания качества смеси не полиномиальную, а показательную функцию [6]. Тогда равномерность смеси  $V_p$  (0,01%) запишется:

$$V_p = 1 - e^{-k \cdot T}, \quad (2)$$

где  $k$  – эмпирический коэффициент интенсивности смешивания (рис. 3);  $T$  – длительность смешивания компонентов смеси, с [7].

При этом показатель равномерности смеси (как «относительная равномерность» [7], 0,01%) можно записать через коэффициент вариации  $v$  (0,01%) содержания контрольного компонента в пробах:

$$V_p = 1 - v. \quad (3)$$

Коэффициент вариации контрольного компонента в смеси (неравномерность смешивания)  $v_{nL}$  (рис. 4, а), 0,01%:

$$v_{nL} = 0,01 \cdot e^{\left[ 11,5618 \cdot \left( \frac{8,0373}{n} \right)^{0,261775} \cdot (0,815978L')^{28,13775} \right]}, \quad (4)$$

где  $L'$  – длина лопаток вне лопастей, м;  $n$  – частота вращения мешалки, мин<sup>-1</sup>.

Коэффициент корреляции расчетных и опытных значений неравномерности смешивания составил  $R=0,96709$ .

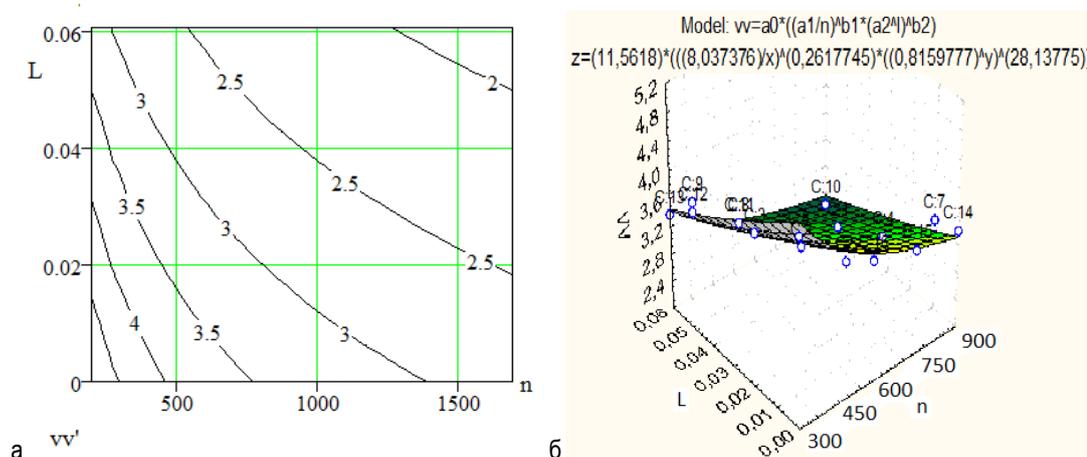


Рис. 3. Влияние частоты вращения мешалки  $n$  (мин<sup>-1</sup>) и длины лопаток  $L'$  (м) на функцию показателя степени показательной функции качества смеси: а – двумерное сечение поверхности отклика; б – пространственное изображение поверхности отклика

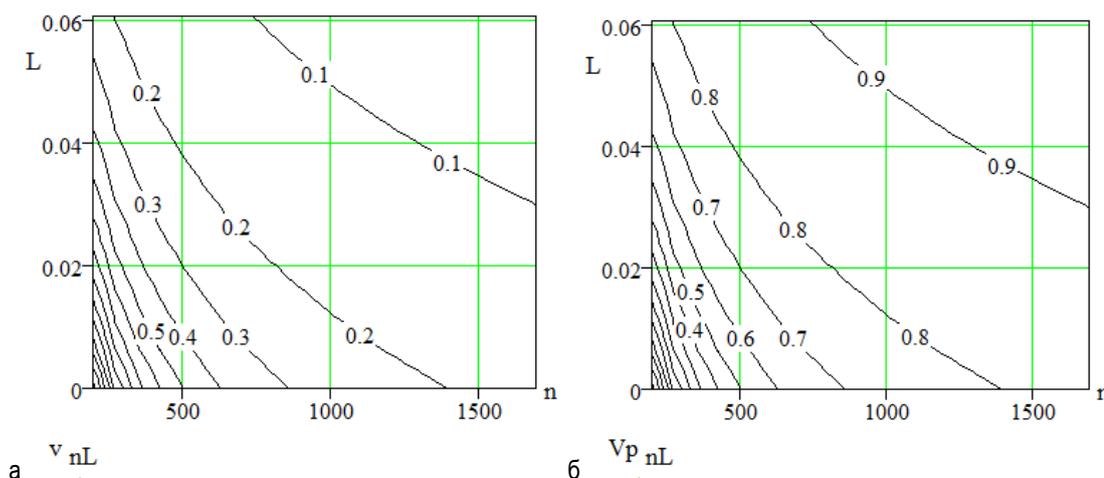


Рис. 4. Влияние частоты вращения мешалки  $n$  (мин<sup>-1</sup>) и длины лопаток  $L'$  (м) вне лопастей: а – на неравномерность смеси  $v_{nL}$ , 0,01%; б – на равномерность смеси  $V_{p,nL}$ , 0,01%

Равномерность смеси  $V_{p,nL}$  (0,01%) описывается выражением (рис. 4, б):

$$V_{PnL} = 1 - 0,01 \cdot e^{\left[ 11,5618 \cdot \left( \frac{8,0373}{n} \right)^{0,261775} \cdot (0,815978L)^{28,13775} \right]} \quad (5)$$

Увеличение частоты вращения наиболее интенсивно влияет на качество смеси. При частоте вращения менее 500 мин<sup>-1</sup> качество смеси резко ухудшается. Наилучшее качество смеси (соответствует технологическим требованиям) при частоте вращения мешалки более 800 мин<sup>-1</sup> и длине лопаток лопастей не менее 0,035 м. На исследуемом участке наилучшее качество при длине лопаток вне лопастей 0,06 м и частоте мешалки около 1500 мин<sup>-1</sup>. В работах [5, 8] были обоснованы параметры мешалки смесителя: n=340 мин<sup>-1</sup> и L`=0,06 м. На основании соотношения функции степени для переменных частоты вращения и угла установки лопастей с обоснованными параметрами в функции степени показательной функции рассчитано выражение эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего влияние длины лопаток и частоты вращения (рис. 5):

$$k = K_{nL} = \frac{0,1542453}{\left( \frac{1}{n} \right)^{0,261775} \cdot (0,815978L)^{28,13775}} \quad (6)$$

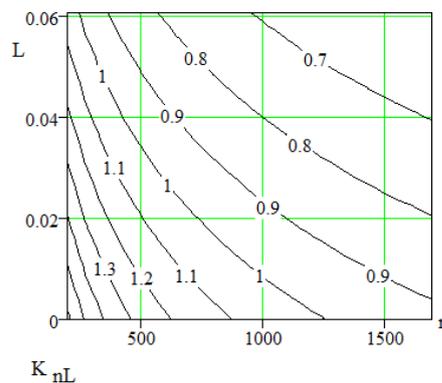


Рис. 5. Влияние частоты вращения мешалки  $n$  (мин<sup>-1</sup>) и длины лопаток  $L$  (м) вне лопастей на эмпирический коэффициент, учитывающий длину лопаток  $K_{nL}$

Характер изменения значений эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего влияние длины лопаток и частоты вращения, соответствует вышеуказанным тенденциям изменения качества смеси. С улучшением качества смеси числовые значения коэффициента снижаются.

**Заклучение.** Качество приготавливаемой смеси описывается показательной функцией в зависимости от частоты вращения мешалки и длины лопаток порционного смесителя. Увеличение длины лопаток и частоты вращения мешалки повышает качество смеси. С ростом длины лопатки уменьшается улучшение качества смеси. Рекомендуемая длина лопаток вне лопастей составляет 60 мм (75...80 мм с учетом ширины лопастей). Функциональная зависимость эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего длину лопаток, для показательной функции качества смеси имеет вид гиперболы от числовых значений частоты вращения мешалки и длины лопаток порционного смесителя. С ростом частоты вращения и длины лопаток абсолютные величины эмпирического коэффициента интенсивности смешивания, учитывающего влияние длины лопаток, снижаются, постепенно замедляясь.

#### Библиографический список

1. Коба, В. Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В. Г. Коба, Н. В. Брагинец, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 2000. – 526 с.
2. Сыроватка, В. И. Ресурсосбережение при производстве комбикормов в хозяйствах // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 6. – С. 22-25.
3. Завражнов, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражнов, Д. И. Николаев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 336 с.
4. Коновалов, В. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров смесителя сухих кормов с плоскими лопастями / В. В. Коновалов, В. Ф. Дмитриев, М. В. Коновалова // Научное обозрение, 2011. – №1. – С. 24-28.

5. Фомина, М. В. Обоснование длины лопаток лопастного смесителя / М. В. Фомина, В. В. Коновалов, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2016. – №5 (33). – С. 47-52.

6. Стукалкин, Ф. Г. Исследование кормосмесителей непрерывного действия и методика их расчета : автореферат дис. ... канд. техн. наук / Стукалкин Ф. Г. – Л., 1965. – 21 с.

7. Прогрессивные технологии моделирования, оптимизации и интеллектуальной автоматизации этапов жизненного цикла авиационных двигателей : монография / А. Г. Богуслаев, Ал. А. Олейник, Ан. А. Олейник [и др.]. – Запорожье : ОАО «Мотор-Сич», 2009. – 468 с.

8. 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.

9. Петрова, С. С. К вопросу определения качества смеси у барабанного смесителя / С. С. Петрова, С. А. Кшикаткин, Н. В. Дмитриев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 67-72.

#### Referencis

1. Koba, V. G., Braginets, N. V., Murusidze, D. N., & Nekrashevich, V. F. (2000). *Mekhanizaciya i tekhnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva [Mechanization and technology of production of livestock products]*. Moscow: Kolos [in Russian].

2. Syrovatka, V. I. (2011). Resursoberezeniye pri proizvodstve kombikormov v hozyajstvakh [Resource saving in the production of animal feed in farms]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela – Machinery and equipment for the village*, 6, 22-25 [in Russian].

3. Zavrzhnov, A. I., & Nikolayev D. I. (1990). *Mekhanizaciia prigotovleniia i khraneniia kormov [Mechanization of preparation and storage of feed]*. M.: Agropromizdat [in Russian].

4. Konovalov, V. V., Dmitriev, V. F., & Konovalova, M. V. (2011). Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov smesitelia sukhikh kormov s ploskimi lopastiami [Substantiation of constructive regime parameters of the mixer of dry feed with flat blades]. *Nauchnoe obozrenie – Scientific Review*, 1, 24-28 [in Russian].

5. Fomina M. V., Konovalov V. V., Teryushkov V. P., & Chupshew A. V. (2016). Obosnovanie dliny lopatok lopastnogo smesitelia [Justification of the length of the blades for blade mixer]. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoiashchego plyus – XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*, 5 (33), 47-52 [in Russian].

6. Stukalkin, F. G. (1965). Issledovaniye kormosmesitelei nepreryvnogo dejstviia i metodika ikh rascheta [Study of feed mixers continuous action, and the method of their calculation]. *Candidate's thesis*. Leningrad [in Russian].

7. Boguslaev, A. G., Oleynik, Al. A., Oleynik, An. A., Pavlenko, V. D., & Subbotin, S. A. (2009). *Progressivnye tekhnologii modelirovaniia, optimizacii i intellektualnoi avtomatizacii etapov zhiznennogo cikla aviacionnykh dvigatelei [Advanced technologies of modeling, optimization and intelligent automation of the life cycle of aircraft engines]*. D. V. Pavlenko, S. A. Subbotin (Ed.). Zaporozhye: public corporation «Motor Sich» [in Russian].

8. Konovalov, V. V., Chupshew, A. V., & Fomina, M. V. (2016). Modelirovanie izmeneniia kachestva smesi lopastnogo smesitelia na osnove tekhnologicheskikh parametrov [Modeling of changes in the quality of the mixture, paddle mixer, based on the processing parameters]. *Innovacionnaia tekhnika i tekhnologiya – Innovative machinery and technology*, 3 (08), 56-66 [in Russian].

9. Petrova, S. S., Kshnikatkin, S. A., & Dmitriev, N. V. (2012). K voprosu opredeleniia kachestva smesi u barabannogo smesitelia [To the question of determining the quality of a mixture of a drum mixer]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 67-72 [in Russian].

DOI 10.12737/27835/

УДК 631.363

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ С ВИНТОВЫМИ ЛОПАСТЯМИ

**Борисова Марина Викторовна**, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: morskay6363@mail.ru

**Новиков Владимир Васильевич**, канд. техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: morskay6363@mail.ru

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

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

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Ключевые слова:** смеситель, смешивание, лопасть, частота, лопастной, винтообразная.

*Цель исследования – снижение энергозатрат лопастного смесителя для сыпучих материалов с обоснованием его конструктивных параметров. Приготовление кормовых смесей осуществляется в основном смесителями разнообразной конструкции, а так же экструдерами и иными шнековыми устройствами. Широкое распространение получили горизонтальные смесители с рабочим органом в виде лопастей, установленных на вращающемся валу. Их отличает способность за достаточно короткое время работы достигать необходимую равномерность смеси. Основным назначением предлагаемого смесителя является приготовление сухих смесей из сыпучих кормовых компонентов. В сельскохозяйственном производстве предполагаемым местом использования смесителя является приготовление смесей концентрированных кормов для животных. На основании обзора литературы и анализа технологического процесса смесителей в Самарской ГСХА разработана конструкция лопастного смесителя с винтовыми лопастями. Смеситель состоит из корпуса, в котором расположен горизонтальный вал мешалки смесителя с рабочими органами, выполненными в виде радиальных трапецевидных лопастей винтообразной формы. Предложенная форма лопасти позволяет получить ориентацию сил в заданном направлении таким образом, что суммарная (результатирующая) проекция силы сопротивления материала вдоль вала будет стремиться к нулю за счет изменяющегося угла профиля лопастей и изменяемой ширины лопасти. В тоже время на краю лопасти при определенном радиусе лопасти будет создаваться осевое усилие, способствующее выгрузке материала из смесителя через выгрузное отверстие. Приведены выражения удельных энергозатрат на смесеобразование, а так же длительность цикла работы смесителя. Получено выражение, позволяющее оценить среднюю скорость истечения сыпучего материала из выгрузного отверстия смесителя. Установлено, что положением шибера, регулирующего площадь выгрузного отверстия, можно влиять на объем порции, одновременно обрабатываемой мешалкой смесителя, что повлияет на степень заполнения смесителя и качество смеси.*

## **ANALYTICAL DESCRIPTION OF THE MIXER PERFORMANCE FOR BULK MATERIALS WITH SCREW BLADES**

**Borisova M. V.**, Post-graduate Student of the department «Agricultural machines and mechanization of livestock breeding», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: morskay6363@mail.ru

**Novikov V. V.**, Candidate of Technical Sciences, Professor of the department «Agricultural machines and mechanization of livestock breeding», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: morskay6363@mail.ru

**Konovalov V. V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the department «Engineering technology», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, Baydukova travel/Gagarina street, 1A /11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

**Key words:** mixer, mixing, blade, frequency, crew.

The aim of the study is to reduce the energy consumption of the blade mixer for bulk materials in regard to its design parameters. Preparation of feed mixtures is carried out mainly by mixers of various designs, as well as extruders and other auger equipment. Widespread horizontal mixers with blades mounted on a rotating shaft are widespread and used. They are distinguished by the ability to achieve the necessary smooth mixture within short operating time. The main purpose of the proposed mixer is the preparation of dry mixtures of bulk feed components. The intended use of the mixer is the preparation of concentrated animal feed in agricultural production. In Samara SAA, the design of the blade mixer with screw blades was developed based on the literature review and analysis of the technological process of mixers. The mixer consists of a body with a horizontal shaft with radial trapezoidal screw blades. The proposed blades allow to direct forces in such a way that the total (resulting) projection of the resistant force of the material along the shaft will tend to zero due to the changing angle of the profile and width of the blades. At the same

time, an axial force will be created at the edge of the blade at a certain radius, which facilitates to unload mixer through the discharge opening. The expressions of specific energy consumption for mixing, as well as the work duration of the mixer cycle are given. An expression allowing estimation of an average flow rate of bulk material from the discharge opening of the mixer is obtained. It is established that the position of the gate regulating the area of the discharge opening can affect the volume of the portion simultaneously processed by the mixer, filling volume of mixer and the quality of the mixture.

Одной из основных задач при повышении продуктивности животных является производство высококачественных кормов. Из-за низкого качества корма и недостаточного количества питательных веществ, а так же при отсутствии его необходимого набора, заложенный природой потенциал животных реализуется лишь частично. Поскольку ни в одном виде корма нет полного набора всех потребных питательных веществ, кормовые смеси приготавливают из нескольких составляющих. В перспективе около 54% производимого в стране фуражного зерна будет перерабатываться комбикормовой промышленностью, а оставшиеся часть – использоваться для производства кормовых смесей непосредственно в хозяйствах [1, 2]. Приготовление кормовых смесей осуществляется в основном смесителями разнообразной конструкции, а так же экструдерами и иными шнековыми устройствами [6, 7]. Широкое распространение получили горизонтальные смесители с рабочим органом в виде лопастей, установленных на вращающемся валу. Их отличает способность за достаточно короткое время работы достигать необходимую равномерность смеси [3, 9]. Поэтому совершенствование конструкции лопастного смесителя является актуальной задачей. Основным назначением предлагаемого смесителя является приготовление сухих смесей из сыпучих кормовых компонентов. В сельскохозяйственном производстве предполагаемым местом использования смесителя является приготовление смесей концентрированных кормов для животных.

**Цель исследований** – снижение энергозатрат лопастного смесителя для сыпучих материалов с обоснованием его конструктивных параметров.

**Задачи исследований** – определить аналитические выражения, описывающие энергозатраты смешения, мощность на привод смесителя, его производительность; определить влияние конструктивных параметров смесителя на показатели его рабочего процесса.

**Материалы и методы исследований.** На основании обзора литературы и анализа технологического процесса смешивания зерновой смеси в Самарской ГСХА разработана конструкция лопастного смесителя сыпучих материалов (рис. 1) [3, 9].

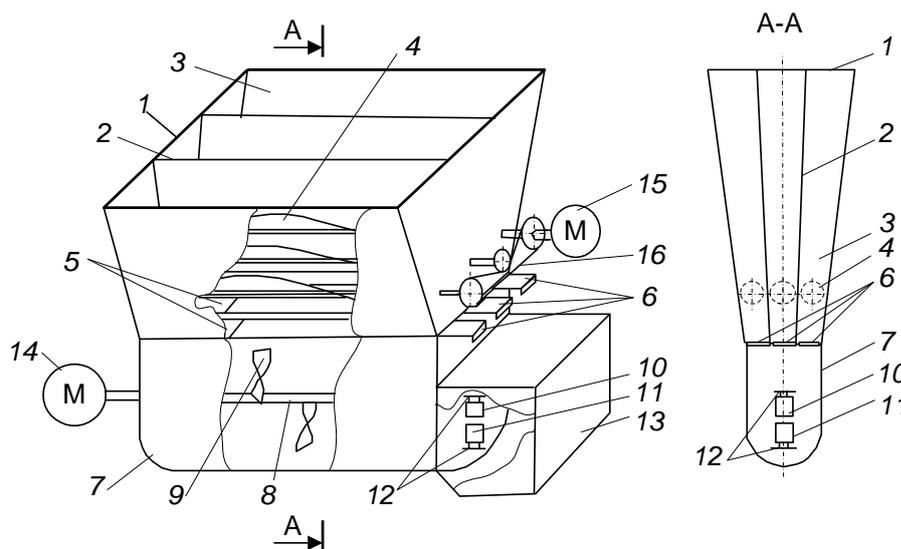


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема смесителя зерновой смеси:

- 1 – бункер; 2 – перегородка; 3 – секции бункера; 4 – спиральный шнек; 5 – выгрузное окно; 6 – регулировочная заслонка;
- 7 – корпус смесителя; 8 – приводной вал мешалки; 9 – винтообразная трапециевидная лопасть;
- 10, 11 – выгрузное отверстие; 12 – шибберная задвижка; 13 – выгрузная горловина; 14 – электродвигатель привода смесителя; 15 – электродвигатель привода дозаторов; 16 – цепной привод дозирующих шнеков

Смеситель состоит из бункера 1, разделенного перегородками 2 на секции 3 для различных компонентов. С целью исключения сводообразования компонентов смеси в каждой секции 3 бункера установлены ворошители – спиральные шнеки 4. Они служат одновременно как для подачи компонентов к выгрузным окнам 5, так и для разрушения сводов во внутреннем пространстве отсеков. Снизу каждой секции 3 бункера, перекрывая выгрузное окно 5, установлен гравитационный дозатор, выполненный в виде регулировочных заслонок 6. Бункер 1 жестко закреплен сверху корпуса смесителя 7. Внутри цилиндрического смесителя расположен горизонтальный приводной вал 8 мешалки с рабочими органами, выполненными в виде радиальных винтообразных лопастей 9 трапецевидной формы.

При этом плоская развертка лопасти 9 представляет собой равнобедренную трапецию (рис. 2, а). Лопасти 9 закреплены на валу 8 узкой стороной трапеции под углом в 30 градусов от продольной оси вала 8. Горизонтальный вал 8 с прикрепленными винтообразными лопастями 9 образует мешалку смесителя. Привод вала 8 смесителя осуществляется электродвигателем 14, а привод спиральных шнеков 4 – электродвигателем 15. В зависимости от периодического или непрерывного режима работы смесителя открывается шибер нижнего 10 или верхнего 11 выгрузного отверстия смесителя.

Выгрузка готовой смеси из смесителя регулируется шиберными задвижками 12 через два выгрузных отверстия 10 и 11, расположенных одно под другим. Подача исходных компонентов из бункера 1 в корпус смесителя 7 осуществляется посредством спиральных шнеков 4 через цепную передачу 16 в выгрузные окна 5 [9]. Выгрузные окна 5 дозаторов расположены у торца смесителя в противоположном конце от выгрузных отверстий 10 и 11 смесителя.

Методика исследований предусматривает аналитическое определение взаимосвязей конструктивных и режимных параметров смесителя и показателей его работы.

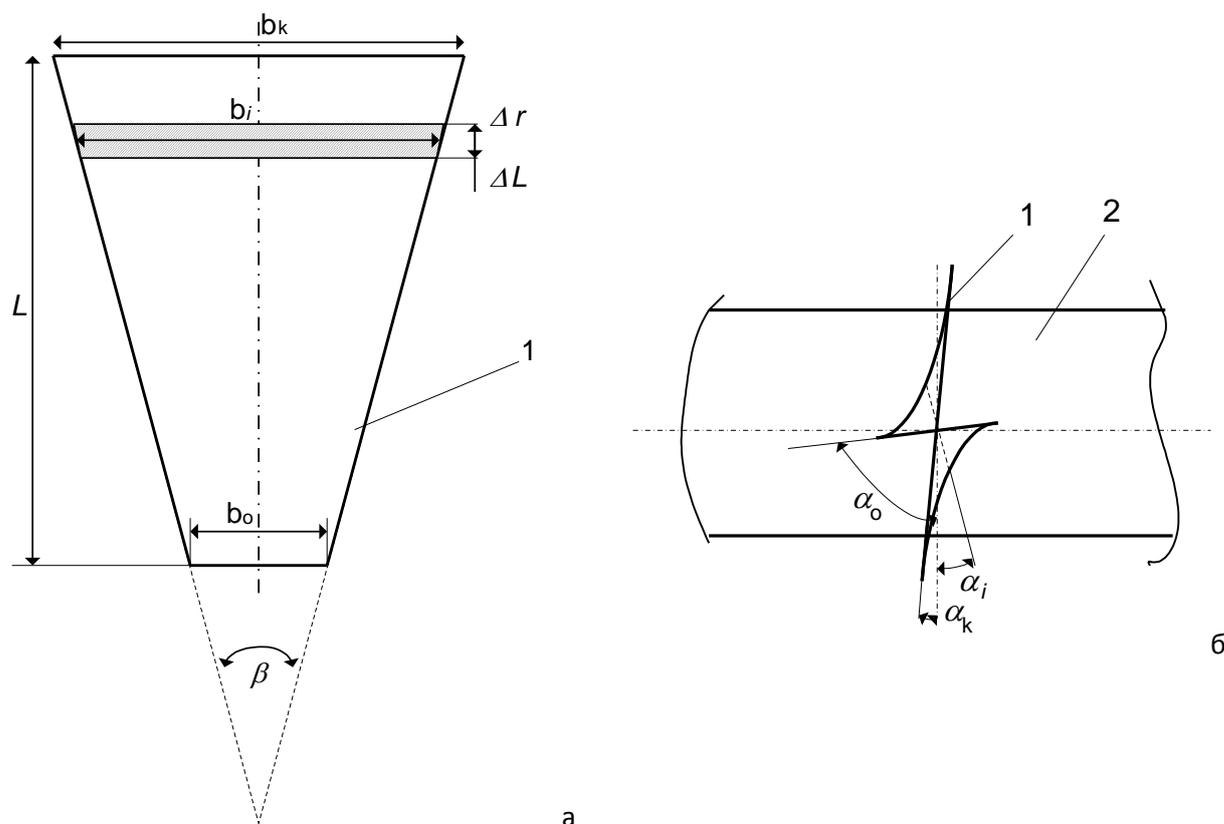


Рис. 2. Схема лопасти:

а – развертка; б – размещения на валу; 1 – винтообразная трапецевидальная лопасть; 2 – вал мешалки

**Результаты исследований.** При конструировании смесителей стоит задача сокращения энергозатрат на смесеобразование. Удельные энергозатраты можно определить [10]:

$$Y = \frac{A}{M} = \frac{\sum(N_i \cdot T_i)}{M}, \text{ Дж/кг}, \quad (1)$$

где  $A$  – работа, затраченная на приготовление смеси, Дж;  $M$  – масса приготовленной кормосмеси, кг;  $N_i$  – затраченная мощность на выполнение  $i$ -й операции технологического процесса, Вт;  $T_i$  – длительность выполнения  $i$ -й операции технологического процесса, с.

При этом соотношение  $\frac{M}{\sum T_i}$  является производительностью смесительного агрегата в составе смесителя и дозирующих устройств. Производительность каждого дозатора определяется долей конкретного компонента в составе рецептуры смеси. Суммарная производительность всех дозирующих устройств определяется производительностью смесителя, обеспечивающей соблюдение зоотехнических требований по показателям качества смеси, кг/с [10, 11]:

$$Q_{см} = \frac{M}{T_{ц}}, \text{ кг/с}. \quad (2)$$

Цикл работы смесительного устройства как агрегата периодического действия будет включать операции:

$$T_{ц} = T_{з} + T_{с} + T_{р} + T_{б}, \text{ с}, \quad (3)$$

где  $T_{ц}$  – длительность цикла смесителя, с;  $T_{з}$  – длительность загрузки всех компонентов в смеситель, с;  $T_{с}$  – длительность смешивания компонентов, обеспечивающая надлежащее качество смеси, с;  $T_{р}$  – длительность непрерывной работы смесителя при одновременной загрузке компонентов и выгрузке готовой смеси, с;  $T_{б}$  – длительность освобождения емкости смесителя от остатков (выгрузки) приготовленной смеси, с.

Цикл работы смесительного устройства как агрегата непрерывного действия будет включать операции:

$$T_{ц} = T_{з} + T_{с} + T_{р} + T_{б}, \text{ с}, \quad (4)$$

где  $T_{з}$  – длительность предварительной загрузки всех компонентов в смеситель в начале цикла, с;  $T_{с}$  – длительность смешивания компонентов, обеспечивающая надлежащее качество смеси, с;  $T_{р}$  – длительность непрерывной работы смесителя при одновременной загрузке компонентов и выгрузке готовой смеси, с;  $T_{б}$  – длительность освобождения емкости смесителя от остатков приготовленной смеси в конце цикла, с.

В случае ежедневной работы смесителя и приготовления сухой смеси потребность в ежедневном опорожнении смесителя отсутствует, поэтому цикл его работы и энергозатраты сократятся. Цикл работы смесительного устройства составит:

$$T_{ц} = T_{р}. \quad (5)$$

То есть, цикл может составлять одну операцию, связанную с одновременной подачей компонентов, их смешиванием в бункере смесителя и одновременной выгрузкой приготовленной смеси.

При этом потребная суммарная массовая подача (производительность) всех дозирующих устройств не должна превышать расчетную производительность смесительного устройства для обеспечения качества смеси, т.е.:

$$\sum Q_j \leq Q_c = \frac{V \cdot \varphi \cdot \rho}{T_c}, \text{ кг/с}, \quad (6)$$

где  $\sum Q_j$  – суммарная производительность дозирующих устройств, кг/с;  $Q_c$  – техническая производительность смесителя, кг/с;  $V$  – объем смесителя, м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – степень заполнения смесителя, доля;  $\rho$  – насыпная плотность смеси, кг/м<sup>3</sup>.

В зависимости от конструктивного совершенства мешалки смесителя потребная длительность смешивания будет изменяться. Чем совершеннее процесс смешивания смесителя, тем короче длительность  $T_c$  смешивания компонентов до достижения надлежащего качества смеси. В результате будет наблюдаться рост производительности смесителя. В ином случае потребуется уменьшение порции корма, подвергаемой единовременному воздействию мешалки смесителя. Уменьшение массы указанной порции корма снижает силовую нагрузку на рабочий орган, сокращая энергозатраты. Длительность такта  $T_c$  смешения компонентов определяется эмпирически.

Мощность, затрачиваемая на работу всего смесительного агрегата, определяется как суммарная мощность, потребляемая на привод всех устройств в его составе. При этом потребление энергии каждым вращающимся рабочим органом зависит от площади его поперечного сечения и окружной скорости. Мощность, затрачиваемая на привод лопастной мешалки  $N_m$ , можно определить на основании [7] с учетом площади контакта лопасти с материалом и геометрических параметров самих лопастей.

$$N_m = \sum_Z (F_{p_K} \cdot V_{p_K} + F_{o_K} \cdot V_{o_K}), \quad (7)$$

где  $Z$  – количество лопастей, контактирующих с материалом;  $F_p, F_o$  – радиальная и окружная составляющие силы сопротивления материала, действующего на лопасть, Н:

$$F_p = 9,81 \cdot \rho \cdot h_c \cdot S_l \cdot \text{tg}^2 \cdot (45^\circ + \chi / 2) \cdot (\cos \alpha + f_1 \cdot \sin \alpha),$$

$$F_o = 9,81 \cdot \rho \cdot h_c \cdot S_l \cdot \text{tg}^2 \cdot (45^\circ + \chi / 2) \cdot (\sin \alpha + f_1 \cdot \cos \alpha);$$

$V_p, V_o$  – радиальная и окружная скорости точки приложения равнодействующей сил сопротивления материала, действующих на лопасть, м/с:

$$V_p = \omega \cdot [0,5 \cdot L \cdot \cos \gamma + b], \quad V_o = V_p \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha;$$

$L$  – длина лопасти, м;  $b$  – ширина лопасти, м;  $h_c$  – средняя глубина погружения лопасти в смесь, м;  $\chi = \arg \text{tg}(f_1)$  – угол трения материала по лопасти, град.;  $f_1$  – коэффициент трения материала по лопасти;  $\gamma$  – угол отгиба лопасти, 0 град.;  $\alpha$  – угол установки лопасти к плоскости вращения, град.;  $S_L$  – площадь лопасти, м<sup>2</sup>.

Согласно конструкции смесителя (рис. 1) текущая ширина лопасти относительно радиуса расположения ее поперечного сечения не постоянна и по форме трапецевидна. Текущая ширина лопасти изменяется по зависимости:  $b_i = b_0 + L_i \cdot c_1$  в интервале длины лопасти  $0 \leq L_i \leq L$ . При этом текущий радиус расположения текущей ширины лопасти запишется:  $r_i = 0,5d + L_i$ . Интервал изменения радиуса  $r$  расположения текущей ширины лопасти составит:  $0,5d \leq r_i \leq 0,5D$ , где  $d$  – диаметр вала смесителя, м;  $D$  – диаметр мешалки, м. Текущий угол  $\alpha_i$ , соответствующий ширине лопасти  $b_i$ , определится как  $\alpha_i = \alpha_0 + L_i \cdot c_2$ .

Соответственно, задаваясь шириной лопасти у ее основания и вершины ( $b_0; b_k$ ), или углом установки лопасти ( $\alpha_0; \alpha_k$ ), можно определить коэффициенты для расчета параметров сечения лопасти:

$$c_1 = \frac{b_k - b_0}{L}; \quad c_2 = \frac{\alpha_k - \alpha_0}{L}.$$

Примем, что номер текущих значений факторов  $i$  изменяется от 1 до  $k$ , тогда длина интервала изменения длины лопасти составит:  $\Delta L = \frac{L}{k}$ . Текущая длина лопасти определится следующим образом  $L_i = (i - 0,5) \cdot \Delta L$ .

Площадь сегмента длины лопасти составит:  $S_{L_i} = \Delta L \cdot b_i$ .

В таком случае, составляющие мощности запишутся:

$$\begin{aligned}
F_{pi} &= 9,81 \cdot \rho \cdot S_{Li} \cdot \Delta L \cdot tg^2 \cdot (45^\circ + \chi/2) \cdot [\cos \alpha_i + f_1 \cdot \sin \alpha_i]; \\
F_{oi} &= 9,81 \cdot \rho \cdot S_{Li} \cdot \Delta L \cdot tg^2 \cdot (45^\circ + \chi/2) \cdot [\sin \alpha_i + f_1 \cdot \cos \alpha_i]; \\
V_{pi} &= \omega \cdot (0,5 \cdot L_i + b_i); \quad V_{oi} = V_p \cdot \cos \alpha_i \cdot \sin \alpha_i; \\
N_m &= \sum_Z \sum_{i=1}^k (F_{Pi} \cdot V_{Pi} + F_{Oi} \cdot V_{Oi}). \quad (8)
\end{aligned}$$

При вращении вала лопастного смесителя (при движении твердого тела в сыпучей среде в зависимости от геометрии лопасти) в смеси возникают силы, различные по величине и направлению. Рациональный выбор формы лопасти позволяет получить ориентацию сил в заданном направлении таким образом, что суммарная (результатирующая) сила будет превосходить все остальные, и это означает, что будет происходить перемещение смеси согласно конструкционному предназначению, ускоряя смешение компонентов.

Предложенная конструкция смесителя предполагает помимо создания дополнительного силового фактора (вращательный момент) возникновение сил, коаксиальных оси вала – в связи с наличием угла «атаки»  $\alpha$  поверхности лопасти (рис. 2, 3).

Однако в связи с предложенной формой лопасти угол  $\alpha$  является переменным и может изменяться, причем возможна проекция лопасти в интервале углов от 0 до  $90^\circ$  (рис. 3). Из этого следует, что по мере удаления от оси вала осевая сила будет изменяться с учетом как ширины лопасти, так и угла расположения элементарного участка лопасти. Это повлияет на величину момента окружной силы.

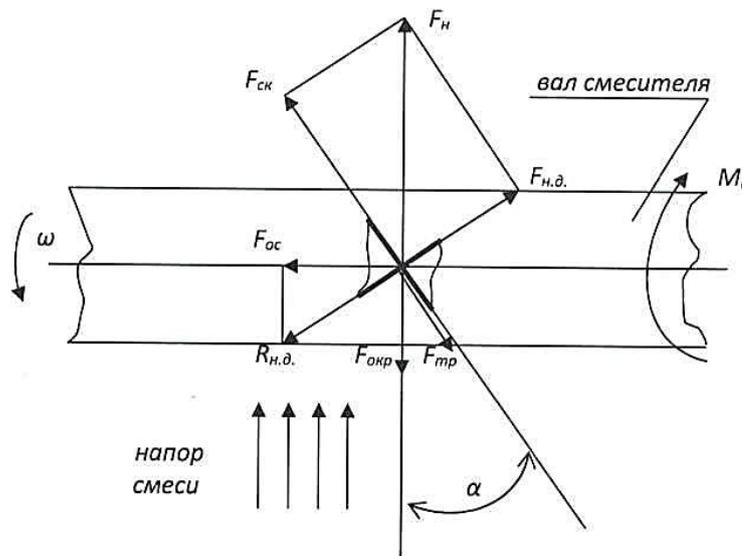


Рис. 3. Схема сил, возникающих при винтообразной форме лопасти:  
 $F_n$  – сила давления напора материала, Н;  $F_{ск}$  – скатывающая сила, Н;  $F_{н.д.}$  – сила нормального давления на лопасть, Н;  
 $F_{тр}$  – сила трения, Н;  $F_{ос}$  – осевая сила, Н;  $R_{н.д.}$  – сила реакции нормального давления, Н;  
 $M_i$  – вращательный момент от частицы на вал, Н·м

Осевая сила  $F_{ос}$ , создаваемая одной лопастью определяется, Н:

$$F_{ос} = \int_{r_0}^{r_k} \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i \cdot b_i \cdot \cos \gamma \cdot r_i^3 \cdot dr. \quad (9)$$

Принимая осевую скорость постоянной ( $\mathcal{G}_{cp} = const$ ) по всей длине смесителя и обозначая ее  $\mathcal{G}_{cp}$ , можно получить выражение для осевой скорости смеси на выходе из смесителя:

$$\mathcal{G}_{cp} = \frac{\int_{r_0}^{r_k} \frac{\rho \cdot \omega^3}{2} \cdot \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i \cdot b_i \cdot \cos \gamma \cdot r_i^4 \cdot dr}{\int_{r_0}^{r_k} \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i \cdot b_i \cdot \cos \gamma \cdot r_i^3 \cdot dr} = \frac{\rho \cdot \omega^3 \rho \cdot \cos \gamma \cdot \int_{r_0}^{r_k} \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i \cdot r_i^4 \cdot dr}{2 \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \cos \gamma \cdot \int_{r_0}^{r_k} \sin \alpha_i \cdot \cos \alpha_i \cdot r_i^3 \cdot dr}$$

или

$$\mathcal{G}_{cp} = \omega \cdot \frac{\int_{r_0}^{r_k} \sin 2\alpha_i \cdot r_i^4 \cdot dr}{\int_{r_0}^{r_k} \sin 2\alpha_i \cdot r_i^3 \cdot dr}, \text{ м/с.} \quad (10)$$

Роль функции  $f(\alpha) = \sin 2\alpha$  можно оценить лишь в том случае, если она будет выражена через радиус  $r_i$  и войдет в общее подынтегральное выражение. Однако в указанном виде (например, при аппроксимировании параболой) подынтегральное выражение становится громоздким и неудобным в применении.

Поэтому с погрешностью функцию ( $\sin 2\alpha$ ) можно выразить при помощи теоремы о средней, на примере работы [10]. Тогда среднее значение функции ( $\sin 2\alpha$ ) на интервале углов  $[0; \pi/2]$ , будет равно  $(2/\pi)$ .

Подставив полученное значение в подынтегральное выражение и производя необходимые сокращения, можно получить достаточно практичное выражение:

$$\mathcal{G}_{cp} = \omega \cdot \frac{\int_{r_0}^{r_k} r_i^4 \cdot dr}{\int_{r_0}^{r_k} r_i^3 \cdot dr} = \frac{4}{5} \cdot \omega \cdot \frac{r_k^5 - r_0^5}{r_k^4 - r_0^4}, \text{ м/с.} \quad (11)$$

Полученное выражение (11) с некоторой погрешностью позволяет оценить среднюю скорость истечения сыпучего материала из выходного отверстия смесителя. Полагая, что пропускная способность (массовая подача) дозаторов на выгрузке материала компонентов смеси  $Q_v$  является функцией плотности смеси, скорости истечения и площади выгрузного отверстия (в непрерывном режиме работы смесителя, сколько материала компонентов загрузится, столько же и выгрузится готовой смеси, т.к. выгружается избыток материала из заполненного смесителя), можно выделить положение шибера, изменяющего площадь выгрузного окна в качестве регулятора объема постоянно перемешиваемого материала. Остальные два параметра являются квазистабильными, поэтому площадь выгрузного отверстия определится, м<sup>2</sup>:

$$S = \frac{\sum Q_j}{k \cdot \rho \cdot \mathcal{G}_{cp}}, \text{ м}^2, \quad (12)$$

где  $\mathcal{G}_{cp}$  – средняя скорость выхода смеси по выходному сечению смесителя, м/с;  $k$  – степень заполнения площади выгрузного окна;  $\sum Q_j$  – фактическая производительность загрузки смесителя по поступающему материалу компонентов смеси из дозаторов, кг/с.

С учетом выражения (11) пропускная способность выгрузного отверстия смесителя выражается:

$$\sum Q_j = k \cdot \rho \cdot \mathcal{G}_{cp} \cdot S = k \cdot \rho \cdot \frac{4}{5} \cdot \omega \cdot \frac{r_k^5 - r_0^5}{r_k^4 - r_0^4} \cdot S, \text{ кг/с.} \quad (13)$$

Выражение (12) свидетельствует, что изменение массовой подачи компонентов смеси влияет на степень заполнения площади выгрузного отверстия. С одной стороны, положение шибера, регулирующего открытием площадь выгрузного отверстия, должно позволять выгружаться приготовленной смеси, с другой стороны, увеличение высоты размещения шибера увеличивает время заполнения смесителя, а следовательно увеличивает массу смешиваемой одновременно смеси в смесителе. Тем самым, положением шибера можно регулировать массу смешиваемой порции смеси. В зависимости от массы порции смеси изменяется потребное время смешения до достижения зоотехнических требований. Изменяя суммарную производительность дозаторов, можно настроить смесительный агрегат в составе дозаторов и смесителя на приготовление качественной смеси. После настройки положения шибера нежелательно его постоянно изменять. Опорожнение смесителя производится при открытии нижнего выгрузного отверстия вторым шиберам.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили определить аналитические выражения, описывающие мощность на привод смесителя, его производительность и составляющие времени цикла, а также удельные энергозатраты смешения компонентов. Выявлено влияние конструктивных, кинематических и технологических параметров на показатели работы лопастного смесителя. К числу основных факторов, влияющих на показатели рабочего процесса, относятся частота вращения (угловая скорость) мешалки смесителя, количество ее лопастей, угол установки лопастей и их параметры. С учетом влияния установленных параметров следует осуществлять выбор факторов при проведении экспериментальных исследований.

#### Библиографический список

1. Сыроватка, В. И. Ресурсосбережение при производстве комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка // Техника и оборудование для села. – 2011. – №6. – С. 22-26.
2. Сыроватка, В. И. Новые технические решения приготовления комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка, Н. В. Обухова, А. С. Комарчук // Кормопроизводство. – 2010. – № 7. – С. 42-45.
3. Новиков, В. В. Методологические основы и обоснование структурно-функциональной схемы зерновой смеси / В. В. Новиков, М. В. Борисова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : сб. науч. трудов. – Пенза, 2017. – С. 82-88.
4. Коновалов, В. В. Оптимизация параметров барабанного смесителя / В. В. Коновалов, Н. В. Дмитриев, А. В. Чупшев, В. П. Терюшков // Нива Поволжья. – 2013. – № 4(29). – С. 41-47.
5. Коновалов, В. В. Аналитические аспекты гравитационного смешивания барабанных устройств / В. В. Коновалов, Н. В. Дмитриев, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2. – С. 40-46.
6. Мартынова, Д. А. Повышение эффективности процесса производства экструдированных кормовых продуктов за счет изменения конструктивных параметров шнека пресс-экструдера : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Мартынова Дарья Александровна. – Оренбург : Оренбургский государственный университет. – 2017. – 167 с.
7. Механизация и технология производства продукции животноводства : учебное пособие / В. Коба, Н. Брагинец, Д. Мурусидзе, В. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 528 с.
8. Борисова, М. В. Рациональное деформирование лопастей смесителя и его влияние на динамику процесса / М. В. Борисова, В. В. Новиков, А. Ю. Титов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. трудов. – Кинель, 2018. – С. 376-379.
9. Пат. 179164 Российская Федерация. Смеситель зерновой смеси / Новиков В. В., Борисова М. В., Грецов А. С. [и др.]. – № 2017136899 ; заявл. 19.10.2017; опубл. 03.05.2018, Бюл. № 13. – ? с.
10. Петрова, С. С. Сравнительные исследования смесителя с круглыми и плоскими лопастями / С. С. Петрова, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев, М. В. Коновалова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 121-124.
11. Коновалов, В. В. Аналитическое обоснование длительности цикла работы смесителя периодического действия / В. В. Коновалов, М. В. Фомина, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 10-15.

#### References

1. Syrovatka, V. I. (2011). Resursosberezheniye pri proizvodstve kombikormov v hoziaistvakh [Resource saving by production of compound feeds in farms]. *Tekhnika i oborudovanie dliya sela – Machinery and equipment for the vil-lage*, 6, 22-26 [in Russian].

2. Syrovatka, V. I., Obukhova, N. V., & Komarchuk, A. S. (2010). Novye tekhnicheskie resheniia prigotovleniia kombikormov v hozaistvakh [New technical solutions of preparation of compound feeds in farms]. *Kormoproizvodstvo – Fodder Production*, 7, 42-45 [in Russian].
3. Novikov, V. V., & Borisova, M. V. (2017). Metodologicheskie osnovy i obosnovanie strukturno-funktionalnoi skhemy zernovoi smesi [Methodological basis and justification of the structurally functional scheme of grain mix]. Operation of autotractor and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects '17: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 82-88). Penza [in Russian].
4. Konovalov, V. V., Dmitriev, N. V., Chupshev, A. V., & Terushkov, V. P. (2013). Optimizaciia parametrov barabannogo smesitelia [Optimization of parameters of the rotary drum mixer]. *Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya*, 4(29), 41-47 [in Russian].
5. Konovalov, V. V., Dmitriev, N. V., Terushkov, V. P., & Chupshev, A. V. (2016). Analiticheskie aspekty gravitacionnogo smeshivaniia barabannykh ustroistv [Analytical aspects of gravitational mixing of drum devices]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskohozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 2, 40-46 [in Russian].
6. Martinova, D. A. (2017). Povysheniye effektivnosti processa proizvodstva ekstrudirovannykh kormovykh produktov za schet izmeneniia konstruktivnykh parametrov shneka press-ekstrudera [Increase in efficiency of process of production of extruded fodder products due to change of design data of the screw of a press extruder]. *Candidate's thesis*. Orenburg [in Russian].
7. Koba, V., Braginets, N., Murusidze, D., & Nekrasevich, V. (1999). Mekhanizaciia i tekhnologiya proizvodstva produktsii zhivotnovodstva [Mechanization and technology of livestock production]. Moscow: Kolos [in Russian].
8. Borisova, M. V., Novikov, V. V., & Titov, A. Yu. (2018). Racionalnoe deformirovanie lopastej smesitelia i ego vliianie na dinamiku processa [The rational deformation of the blades of the mixer and its influence on the dynamics of the process]. Innovations of science and technology of agrarian and industrial complex '18: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 376-379). Kinel: RIO Samarskoi GSKHA [in Russian].
9. Novikov, V. V., Borisova, M. V., Grecov, A. S., Kotov, D. N., & Konovalov, V. V. (2018) Smesitel zernovoi smesi [Mixer Grain mixture] *Patent 179164, Russian Federation, 2017136899* [in Russian].
10. Petrova, S. S., Terushkov, V. P., Chupshev, A. V., & Konovalova, M. V. (2011). Sravnitelnye issledovaniia smesitelia s kruglymi i ploskimi lopastiami [Comparative studies of the mixer with round and flat blades]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskohozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 121-124 [in Russian].
11. Konovalov, V. V., Fomina, M. V., Terushkov, V. P., & Chupshev, A. V. (2015). Analiticheskoe obosnovanie dlitelnosti cikla raboty smesitelia periodicheskogo deistviia [An analytical study of the cycle duration of operation of the mixer periodic action]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskohozyaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 10-15 [in Russian].

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.12737/27836/

УДК 636.084.415

### ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КУРАМИ-НЕСУШКАМИ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН КОРМЛЕНИЯ ЗЕРНА СОРГО КАМЫШЕНСКОЕ-75

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

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

E-mail: nicolaevvolgau@yandex.ru

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

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

E-mail: Baimishev\_HB@mail.ru

**Ключевые слова:** белок, азот, кальций, фосфор, лизин, метионин, куры-несушки.

*Цель исследований – повышение эффективности производства инкубационного яйца за счет использования в структуре комбикорма кур-несушек зерна сорго сорта Камышенское-75. Для проведения исследований было сформировано четыре группы кур-несушек из родительского стада по 60 голов в каждой (контрольная, опытная-1, опытная-2, опытная-3). Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 52 недели. Контрольную группу кур-несушек кормили рационом, используемом на племенепродукторе СП «Светлый». В рационе кормления кур-несушек опытных групп проводили замену зерна кукурузы на сорго: первая группа – 25,0%; вторая группа – 50,0%; третья группа – 100,0%. Условия содержания и кормления птицы соответствовали требованиям для кур-несушек родительского стада кросса Хайсекс коричневый. На основании проведенных исследований установлено, что баланс использования азота подопытными курами-несушками зависит от дозы введения в структуру рецепта комбикорма зерна сорго. При введении в рацион кур-несушек зерна сорго в объеме 50,0% баланс использования азота составил 53,14%, что больше, чем при использовании зерна сорго в количестве 25,0 и 100,0%, а также превышает показатель контрольной группы на 2,06%. Баланс использования кальция в контрольной группе кур-несушек на 0,17% меньше, чем при замене в структуре рецепта комбикорма зерна кукурузы на сорго в объеме 100,0%. Введение в структуру рецепта комбикорма зерна сорго в объеме 50,0% повышает усвояемость фосфора на 2,36% по сравнению с контролем, увеличивает доступность аминокислот лизина и метионина. Замена зерна кукурузы в рецептуре комбикорма кур-несушек на зерно сорго сорта Камышинский-75 в объеме 50,0% повышает питательность рациона за счет повышения баланса использования минеральных веществ и доступности аминокислот лизина и метионина.*

## INDICATORS OF USE OF MINERAL SUBSTANCES BY LAYING HENS FROM MIXTURE WITH GRAIN SORGO KAMYSHENSKY-75

**Pleshakova I. G.**, Applicant of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA. 446442, Samara region, settlement Ust'-Kinel'sky, Uchebnay sreet, 2.

E-mail: nicolaevvolgau@yandex.ru

**Baymishev H. B.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Baimishev\_HB@mail.ru

**Key words:** protein, nitrogen, calcium, phosphorus, lysine, methionine, laying hens.

The aim of the study is to increase the production efficiency of the hatching eggs by using the Kamyshenskoye-75 sorghum grain in the layer diet. For research, four groups of laying hens were formed from parent stock of 60 ones each (control, experimental-1, experimental-2, experimental-3). The duration of the scientific and economic study was 52 weeks. The layer diet of the control group was provided by the pedigree producer JV «Svetly». In Layer diet, grain maize was replaced by sorghum: the first group content – 25.0%; the second group – 50.0%; the third group – 100.0%. The conditions of keeping and feeding of laying hens met the requirements of the parent flock of Hisex Brown. On the basis of the conducted studies, it was established that the balance of nitrogen utilization depends on the dose of sorghum grain for experimental layer diet. With sorghum grain in a volume of 50.0% in the layer diet, the balance of nitrogen use was 53.14%, which is more than when using grain sorghum 25.0 and 100.0%, and also exceeds the indicator of the control group by 2.06%. The balance of use of calcium by the control group of laying hens is 0.17% less than in the group with 100% grain maize substitution for sorghum in mixed feed. 50.0% sorghum grain use in mixed feed increases phosphorus performance efficiency by 2.36%, lysine amino acids and methionine compared with the control. Grain maize substitution in mixed feed for the layer hen diet for grain sorghum cultivar Kamyshinsky-75 in the amount of 50.0% increases the nutritional value of mineral and availability of amino acids lysine and methionine.

Один из основных компонентов рациона полноценного кормления кур-несушек – протеин, так как жизнедеятельность организма неразрывно связана с образованием и распадом белковых веществ. Для того чтобы образовывать белки в организме, птица должна их получать в достаточном количестве в составе рациона. В сыром протеине различают белки и амиды – азотистые соединения небелкового характера.

Однако высокий уровень протеина, как и его недостаток, приводит к снижению обменных процессов в организме кур. Решение проблемы полноценного протеинового кормления кур связано с обеспечением их незаменимыми аминокислотами в количестве, соответствующем физиологическим потребностям [4, 6, 8].

В последние годы специалистами птицеводства ведется поиск нетрадиционных кормовых культур, которые должны обладать равной или большей, чем традиционные корма, питательностью. Одной из альтернативных зерновых культур для замены традиционно используемого зерна является высокоэнергетическое сорго, отличающееся нетребовательностью к почвенным климатическим условиям, засухоустойчивостью и высокой урожайностью [1, 2, 3, 5, 7, 9]. В связи с чем изучение баланса использования азота, кальция, фосфора в организме кур-несушек при введении в структуру рациона зерна сорго является актуальным.

**Цель исследований** – повышение эффективности производства инкубационного яйца за счет использования в структуре комбикорма кур-несушек зерна сорго сорта Камышенское-75.

**Задача исследований** – изучить влияние доз введения зерна сорго сорта Камышенское-75 в состав рецепта комбикормов для кур-несушек на усвояемость ими азота, кальция, фосфора и доступных аминокислот.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводили в условиях племенного репродуктора второго порядка СП «Светлый» Светлоярского района Волгоградской области и в лаборатории Волгоградского ГАУ на курах-несушках кросса Хайсекс коричневый.

Перед проведением опытов было проведено сравнительное изучение химического состава и

питательной ценности зерна кукурузы и зерна сорго сорта Камышенское-75. Для проведения исследований во втором научном хозяйственном опыте из числа кур-несушек родительского стада было сформировано четыре группы по 60 гол. в каждой (контрольная, опытная-1, опытная-2, опытная-3). Продолжительность второго научно-хозяйственного опыта составила 52 недели. Контрольную группу кур-несушек кормили рационом, используемом на племрепродукторе СП «Светлый». В рационе кормления кур-несушек опытных групп проводили замену зерна кукурузы на сорго: первая группа – 25,0%; вторая группа – 50,0%; третья группа – 100,0%. Условия содержания и кормления птицы соответствовали требованиям для кур-несушек родительского стада кросса Хайсекс коричневый.

При проведении опытов показатели баланса азота, кальция, фосфора, доступности аминокислот определяли согласно методике зооанализа и в соответствии с ГОСТ. Азот – по методу Керделя (ГОСТ Р51417-99), кальция и фосфора – ГОСТ Р8.563, содержание аминокислот в составе кормов, помете птицы, яйцах определяли с помощью анализатора «Капель-105».

Расчетным путем была определена доступность аминокислот в комбикорме для птицы по следующей формуле:

$$A = \frac{AK - AP}{AK} \times 100\%,$$

где АК – потребляемое с кормом количество аминокислот; АП – выделенное количество аминокислот с пометом.

Полученный цифровой материал был обработан биометрически с помощью программы Microsoft Excel 2010 по методике Н. А. Плохинского с установлением достоверности различий между признаками в соответствии с критерием по Стьюденту по трем порогам достоверности  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ .

**Результаты исследований.** При изучении белкового обмена, протекающего в организме птицы, необходимо знание баланса азота, так как азот входит в состав органической части кормов и необходим для построения мышечной ткани.

По балансу азота судят об отложении белка в организме кур-несушек. Результатами проведенных исследований установлено, что баланс использования азота подопытными курами-несушками в зависимости от дозы введения в структуру комбикорма зерна сорго имеет свои особенности (табл. 1).

Таблица 1

Баланс и использование азота подопытными курами-несушками, г ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Принято с кормом	3,253±0,36	3,378±0,25	3,216±0,19	3,231±0,27
Выделено в помете	1,592±0,18	1,588±0,14	1,507±0,12	1,529±0,09
Выделено в кале	0,689±0,05	0,653±0,06	0,666±0,08	0,681±0,04
Выделено в моче	0,903±0,14	0,935±0,12	0,841±0,15	0,848±0,09
Баланс	1,661±0,07	1,790±0,11	1,709±0,08	1,702±0,06
Использовано азота от принятого, %	51,06±0,37	52,99±0,42	53,14±0,51	52,68±0,44

Наиболее высоким показателем использования азота от принятого отличалась птица 2-опытной группы – 53,14%, превысив показатель контрольной группы на 2,08%, в 1-опытной группе – 52,99%, что выше, чем в контроле, на 1,93 %, в 3-опытной – 52,68%, что было на 1,62% больше, чем у аналогов контрольной группы.

Кроме баланса азота при кормлении кур-несушек особое внимание уделяется фосфорно-кальциевому обмену, так как данные вещества являются незаменимыми макроэлементами для организма птицы, особенно в период яйцекладки. От фосфорно-кальциевого соотношения в организме кур-несушек зависят не только качественные показатели яйца, но и активность биохимических реакций, во многом определяющая их продуктивность.

Ряд исследователей отмечают взаимосвязь кальция и фосфора с белковым обменом и рекомендуют при определении баланса использования азота изучать баланс кальция и фосфора [4, 9] (табл. 2, 3).

Таблица 2

## Баланс и использование кальция подопытными курами-несушками, г (M±m)

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Принято с кормом	4,194±0,01	4,32±0,04	4,213±0,07	4,233±0,03
Выделено в помете	1,930±0,08	1,935±0,09	1,869±0,12	1,941±0,17
Баланс	2,264±0,11	2,385±0,16	2,344±0,10	2,292±0,19
Использование кальция от принятого, %	53,98±0,45	55,21±0,26	55,64±0,34*	54,15±0,50

Проведенным анализом баланса использования кальция подопытными курами-несушками установлено, что усвояемость кальция в контрольной группе составила 53,98%, в опытной группе-3 при замене зерна кукурузы на 100,0% зерном сорго использование кальция составило 54,15%, что на 0,17% больше. Усвояемость кальция в опытной группе-2 при замене зерна кукурузы зерном сорго на 50,0% составило 55,64%, что на 1,66% больше по сравнению с контрольной группой, где использовалось только зерно кукурузы и на 0,43% больше по сравнению с опытной группой-1, где в рецепте комбикорма содержалось зерно сорго в объеме 25,0%.

Таблица 3

## Баланс и использование фосфора подопытными курами-несушками, г (M±m)

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Принято с кормом	0,652±0,06	0,799±0,06	0,750±0,08	0,708±0,03
Выделено в помете	0,397±0,04	0,487±0,04	0,439±0,05	0,428±0,02
Баланс	0,255±0,01	0,312±0,06	0,311±0,08	0,280±0,03
Использование фосфора от принятого, %	39,11±0,37	39,05±0,28	41,47±0,29*	39,55±0,47

Использование фосфора в контрольной группе кур-несушек составило 39,11%, что на 0,06% больше, чем при введении в структуру рецепта комбикорма зерна сорго в объеме 25,0%, усвояемость фосфора в опытной группе-2 при введении в рацион зерна сорго в объеме 50,0% составила 41,47%, что на 2,36% больше, чем в контрольной, и на 2,42% больше, чем в опытной группе-1 при введении в структуру рациона зерна сорго в объеме 25,0%, и на 1,92% больше, чем при введении в структуру комбикорма для кур-несушек зерна сорго в объеме 100,0% (опытная группа-3).

Для повышения яичной продуктивности кур-несушек и снижения затрат кормов на получение единицы продукции при разработке полнорационных комбикормов необходима их сбалансированность по обменной энергии, сырому протеину, минеральным веществам и аминокислотам (табл. 4). Результатами исследований доступности аминокислот курами-несушками установлено, что введение в структуру рецепта комбикорма зерна сорго влияет на показатели доступности аминокислот.

Таблица 4

## Доступность аминокислот курами-несушками, % (M±m)

Группа	Аминокислота	
	Лизин	Метионин
Контрольная	80,14±3,47	81,78±4,59
1-опытная	80,51±4,01	81,91±3,28
2-опытная	81,23±3,07	82,39±4,99
3-опытная	80,74±4,03	82,16±3,77

Доступность аминокислоты лизина в контрольной группе составила 80,14%, а в 1-опытной группе – 80,51%, что на 0,37% больше, чем в контроле. Во 2-опытной группе доступность аминокислоты лизин при введении в структуру рецепта комбикорма зерна сорго в объеме 50,0% составила 81,23%, что на 1,09% больше, чем в контроле. Доступность аминокислоты лизин в 3-опытной группе составила 80,74%, что на 0,6% больше, чем контрольной группе.

Доступность метионина в опытной группе-1 составила 81,91%, что на 0,13% больше, чем в контрольной и на 0,48% меньше, чем в опытной группе-2. Замена в структуре рецепта комбикорма для кур-несушек зерна кукурузы на сорго в объеме 100,0% повышает доступность метионина на 0,38%.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что замена зерна кукурузы в рецептуре комбикорма для кур-несушек на зерно сорго сорта Камышинский-75 в объеме 50,0% повышает баланс использования азота, кальция и фосфора, увеличивает доступность аминокислот (лизин, метионин), что обеспечит повышение яичной продуктивности кур-несушек и качественных показателей инкубационных яиц.

#### Библиографический список

1. Авзалов, Р. Х. Эффективность средств, повышающих продуктивность птиц с учётом особенностей режима кормления / Р. Х. Авзалов, С. Б. Ганиев // *Аграрная наука в инновационном развитии АПК : материалы Международной научно-практической конференции.* – Уфа, 2015. – С. 76-81.
2. Асташов, А.Н. Сорго как компонент комбикорма для цыплят-бройлеров // *Кукуруза и сорго.* – 2009. – №5. – С.13-14.
3. Байбатыров, Т. А. Использование местных нетрадиционных кормовых добавок в технологии кормления птиц / Т.А. Байбатыров, Ж. Р. Оразов, А.Ж. Асангалиева // *Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сб. науч. трудов.* – Самара, 2015. – С. 183-186.
4. Буюров, В. С. Приоритетные направления научных исследований в птицеводстве / В. С. Буюров, Л. В. Калашникова, Н. А. Алдобаева, А. С. Подчуфарова // *Биология в сельском хозяйстве.* – 2017. – №2(15). – С. 17-25.
5. Грязнов, А. А. Эффективность использования зерна голозерного ячменя сорта Нудум 95 в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / А. А. Грязнов, О. В. Романова, С. Н. Кошелев, О. А. Грязнова // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство.* – 2017. – № 11. – С. 69-77.
6. Класнер, Г. Г. Эффективность кормления животных и птицы высокобелковыми кормами на основе зерна сои / Г. Г. Класнер, В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы IX Всероссийской конференции молодых ученых.* – Краснодар, 2016. – С. 1159-1160.
7. Николаев, С. И. Влияние нута на переваримость питательных веществ сельскохозяйственной птицей / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, Е. В. Корнилова, М. В. Струк // *Научный журнал КубГАУ.* – 2015. – №107(03). – С. 12-15.
8. Shane, E. M. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: a descriptive study / E. M. Shane, M. I. Endres, K. A. Janni // *Appl. Engin. Agric.* – 2010. – №26 (3). – P. 465-473.
9. Shastak, Y.  $\beta$ -Mannan and mannanase in poultry nutrition / Y. Shastak, P. Ader, D. Feuerstein, R. Ruehle // *World Poult. Sci. J.* – 2015. – №71 (01). – P -161-174.

#### Referencis

1. Avzalov, R. Kh., & Ganiev, S. B. (2015). Effektivnost sredstv, povyshaiushchikh produktivnost ptic s uchytom osobennostei rezhima kormleniia [Efficiency of means increasing the productivity of birds taking into account the peculiarities of the feeding regime]. *Agrarian Science in the Innovative Development of the AIC '15: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – Proceedings of the International Scientific and Practical Conference.* (pp. 76-81). Ufa [in Russian].
2. Astashov, A. N. (2009). Sorgo kak komponent kombikorma dlya cypliat-broilerov [Sorghum as a component of compound feed for broiler chickens]. *Kukuruza i sorgo – Corn and sorghum*, 5, 13-14 [in Russian].
3. Baybatyrov, T. A., Orazov, Zh. R., & Asangaliev, A. Zh. (2015). Ispolizovanie mestnykh netradicionnykh kormovykh dobavok v tekhnologii kormleniia ptic [The use of local non-traditional feed additives in the technology of feeding birds]. *Actual problems of agricultural science and ways of their solution '15: sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings.* (pp.183-186). Samara [in Russian].
4. Buiarov, V. S. Kalashnikova, L. V., Aldobaeva, N. A., & Podchufarova, A. S. (2017). Prioritetnye napravleniya nauchnykh issledovaniy v pticevodstve [Priority directions of scientific research in poultry farming]. *Biologiya v sel'skom khozyaistve – Biology in agriculture*, 2 (15), 17-25 [in Russian].
5. Gryaznov, A. A., Romanova, O. V., Koshelev, S. N., & Gryaznova, O. A. (2017). Effektivnost ispolizovaniya zerna golozernogo yachmenya sorta Nudum 95 v kormlenii sel'skokho-ziaistvennykh zhiivotnykh i pticy [Efficiency of using grain of naked barley of Nudum 95 variety in feeding of farm animals and poultry]. *Kormlenie sel'skokhoziaistvennykh zhiivotnykh i kormoproizvodstvo – Feeding of agricultural animals and feed production*, 11, 69-77 [in Russian].
6. Klasner, G. G., Frolov, V. Yu., & Sysoev, D. P. (2016). Effektivnost kormleniia zhiivotnykh i pticy vysokobelkovymi kormami na osnove zerna soi [Efficiency of feeding animals and poultry with high-protein fodder based on soybean seeds]. *Scientific support of the agro-industrial complex '16: materialy IX Vserossiyskoi konferencii molodykh uchennykh – materials of the IX All-Russian conference of young scientists.* (pp.1159-1160). Krasnodar [in Russian].

7. Nikolaev, S. I., Karapetyan, A. K., Kornilova, E. V., & Struk, M. V. (2015). Vliyanie nuta na perevarimost pitatelnykh veshchestv seliskokhoziaistvennoi pticei [Influence of chickpeas on the digestibility of nutrients by an agricultural bird]. *Nauchnyi zhurnal KubGAU – Scientific Journal of KubSAU*, 107(03), 12-15 [in Russian].

8. Shane, E. M., Endres, M. I., & Janni, K. A. (2010). Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: a descriptive study. *Appl. Engin. Agric*, 26(3), 465-473.

9. Shastak, Y., Ader, P., Feuerstein, D., & Ruehle, R. (2015).  $\beta$ -Mannan and mannanase in poultry nutrition. *WorldPoult. Sci. J.*, 71(01), 161-174.

DOI 10.12737/27838/

УДК 636.22/28.034

## ВЛИЯНИЕ СЕНАЖА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ КОНСЕРВАНТАМИ НА КАЧЕСТВО МОЛОКА И СЫРА

**Кармаева Анна Сергеевна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: annakarmaeva@rambler.ru

**Кармаев Сергей Владимирович**, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

**Соболева Наталья Владимировна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет.

460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: natalya.soboleva12@mail.ru

**Ключевые слова:** сенаж, молоко, свойства, сыр, консерванты, биологические, технологические, химический.

*Цель исследований – повышение качества сенажа из козлятника восточного за счет консервирования зеленой массы с использованием биологических препаратов. На основании полученных результатов установлено, что зеленая масса козлятника восточного из-за низкого содержания сахара плохо сенажируется. Использование при закладке сенажа биологических консервантов показало, что они значительно улучшают качество корма. Внесение консервантов в сенажируемую зеленую массу позволило повысить активную кислотность готового корма на 6,3-11,2%, содержание молочной кислоты на 0,51-0,84% и снизить содержание уксусной кислоты – на 0,19-0,27%. При этом удельный вес молочной кислоты к общей сумме органических кислот увеличился на 13,03-16,88%. Питательная ценность сенажа с биологическими консервантами повысилась за счет увеличения содержания сухого вещества на 1,7-3,2%, ЭКЕ – на 4,4-11,1%, сырого протеина – на 4,3-10,1%, переваримого протеина – на 7,4-14,7%. Повысился коэффициент переваримости в рационе сухого вещества на 1,14-3,19%, сырого протеина – на 2,14-3,62%, сырого жира – на 1,64-4,09%, сырой клетчатки – на 1,74-3,87%, БЭВ – на 2,05-4,13%, что очень важно при кормлении животных. Введение сенажа с консервантом в рацион коров опытных групп повысило содержание жира в молоке на 0,03-0,08%, белка – на 0,04-0,10%, в том числе казеина – на 0,07-0,18%. При внесении сычужного фермента молоко свертывалось быстрее на 2,3-4,5 мин (6,6-12,8%), снизились потери сухого вещества с сывороткой на 1,5-3,0%. В опытных образцах сыра увеличилась массовая доля сухого вещества на 2,8-4,7%, жира – на 1,6-2,7%, белка – на 0,7-1,6%, повысилась степень зрелости сыра. Лучшие результаты получены при внесении консервантов «Силостан» и «Лактоэнтерол + цеолит».*

## INFLUENCE OF STATE HAY WITH BIOLOGICAL CONSERVATIVES ON MILK AND CHEESE QUALITY

**Karamayeva Anna Sergeyevna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Animal Science», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: annakarmaeva@rambler.ru

**Karamayev Sergei Vladimirovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the department «Animal Science», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

**Soboleva Nataliya Vladimirovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of «Technology of production and processing of livestock products», FSBEI HE Orenburg State Agrarian University. 460795, Orenburg, Cheluskintsev street, 18.  
E-mail: natalya.soboleva12@mail.ru

**Key words:** haylage, milk, properties, cheese, preservative applicator, biological, technologic, chemical.

The purpose of the study is to improve the property of eastern galega haylage by using verdant grass preservative applicator and biologics. It was established that the eastern galega verdant grass, because of the low sugar content, is not good for state hay purchasing due to the of the obtained results. The biological preservative applicators use for state hay purchasing significantly improves the quality of feed. The preservatives use for verdant grass allowed to increase the active acidity of the finished feed in the range between 6.3 to 11.2%, the content of lactic acid – 0.51-0.84% per cent and to reduce the content of acetic acid by 0.19 and 0.27%, respectively. The proportion of lactic acid in the total volume of organic acids was increased by 13.03-16.88%. The nutritional value of haylage with biological preservative applicants increased due to augment of the dry content by 1.7-3.2%, EKE – by 4.4-11.1%, crude protein – by 4.3-10.1%, digestible protein – by 7.4-14.7%. The coefficient of digestibility in the diet of dry content increased by 1.14-3.19%, crude protein – by 2.14-3.62%, crude fat – by 1.64-4.09%, crude fiber – by 1.74-3.87%, BEV – by 2.05-4.13%, which is very important for animal feeding. The use of haylage with a preservative in the diet of cows from experimental groups increased the fat content in milk by 0.03-0.08%, protein – by 0.04-0.10%, and casein contained – by 0.07-0.18%. Rennet additive apply helps milk to coagulate faster by 2.3-4.5 min (6.6-12.8%), and decrease losses of dry content with serum by 1.5-3.0%. The dry content mass in the experimental samples of cheese increased by 2.8-4.7%, fat – by 1.6-2.7%, protein – by 0.7-1.6%, the degree of cheese maturity improved. The «Milstan and Loktantra + zeolite» preservatives provide better properties for products produced.

Повышение производства молока и молочных продуктов напрямую зависит от выполнения комплекса мероприятий, направленных на максимальную реализацию генетического потенциала молочной продуктивности скота. Одним из таких мероприятий является укрепление кормовой базы и повышение качества кормов [1, 2, 3].

Объемистые корма в рационах коров представлены в основном сенажом и силосом из разных кормовых культур. Одним из путей повышения энергетической и питательной ценности данных кормов может служить возделывание бобовых культур. Достаточно перспективной культурой в этом плане, наряду с люцерной, является козлятник восточный [4, 5, 6].

При всех преимуществах бобовых культур есть один очень важный недостаток – низкое содержание сахара в зеленой массе. Особенно это касается козлятника восточного. Поэтому одновременно с вопросом о возделывании высокобелковых культур, первостепенное значение приобретает вопрос о методах консервирования кормов. На современном этапе очень хорошо зарекомендовали себя биологические консерванты, в состав которых входят живые культуры молочнокислых бактерий, а также ветеринарные пробиотики нового поколения. При этом остается недостаточно изученным вопрос влияния кормов с этими консервантами на качество получаемого молока, молока и продуктов переработки молока. В связи с этим тема исследований является своевременной и актуальной для сельскохозяйственного производства [7, 8].

**Цель исследований** – повышение качества сенажа из козлятника восточного за счет консервирования зеленой массы с использованием биологических препаратов.

**Задачи исследований** – определить питательную ценность сенажа с биоконсервантами и изучить его влияние на химический состав и технологические свойства молока как сырья для производства сыра твердых сортов.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились на базе СПК «Южный» Ташлинского района Оренбургской области. Было заложено четыре траншеи с сенажом из козлятника восточного: первая траншея (контроль) – без консерванта, вторая (I опытная) – с консервантом «Веленол» (150 г/т), третья (II опытная) – с консервантом «Лактоэнтерол» (150 г/т) + цеолит (2,5 кг/т), четвертая (III опытная) – с консервантом «Силостан» (1 л на 150 т). Объектом исследований были коровы черно-пестрой породы после третьего отела, из которых были сформированы четыре группы, по 15 голов в каждой. Опыт продолжался 100 дней, когда коровы находились в цехе раздоя. Содержание животных беспривязно-боксовое в секциях, при круглогодовом однотипном

кормлении. Доля в рационе сенажа из козлятника восточного составляла 40,2% от общей питательности. Химический состав и технологические свойства молока изучали в молочной лаборатории ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. В конце опытного периода из молока коров были изготовлены образцы сыра типа «Российский» в трех повторностях и проведена лабораторная оценка его качества.

**Результаты исследований.** Использование при закладке сенажа биологических консервантов показало, что они значительно улучшают качество корма. Внесение консервантов в сенажируемую зеленую массу позволило повысить активную кислотность готового корма на 6,3-11,2%, содержание молочной кислоты – на 0,51-0,84% и снизить содержание уксусной кислоты на 0,19-0,27%. При этом удельный вес молочной кислоты к общей сумме органических кислот увеличился на 13,03-16,88%. Питательная ценность сенажа с биологическими консервантами повысилась за счет увеличения содержания сухого вещества на 1,7-3,2%, ЭКЕ – на 4,4-11,1%, сырого протеина – на 4,3-10,1%, переваримого протеина – на 7,4-14,7%. Повысился коэффициент переваримости в рационе сухого вещества на 1,14-3,19%, сырого протеина – на 2,14-3,62%, сырого жира – на 1,64-4,09%, сырой клетчатки – на 1,74-3,87%, БЭВ – на 2,05-4,13%, что очень важно при кормлении животных.

Изучение химического состава и физических свойств молока коров, получавших в составе кормосмеси сенаж из козлятника восточного, приготовленного с использованием различных биологических консервантов, показало, что качество его значительно различается в соответствии с качеством и питательной ценностью сенажа (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав и физические свойства молока

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество, %	11,99±0,13	12,10±0,09	12,21±0,11	12,24±0,12
МДЖ, %	3,68±0,02	3,71±0,02	3,75±0,01**	3,76±0,02**
МДБ, %	3,08±0,01	3,12±0,01**	3,15±0,02**	3,18±0,02***
в т.ч. казеин, %	2,39±0,01	2,46±0,01***	2,52±0,01***	2,57±0,01***
сывороточные белки, %	0,69±0,01	0,66±0,01*	0,63±0,01***	0,61±0,01***
Молочный сахар, %	4,56±0,04	4,58±0,03	4,59±0,04	4,60±0,05
Зола, %	0,67±0,01	0,69±0,01	0,72±0,01***	0,70±0,01*
Кальций, мг%	120,3±0,99	121,8±0,76	125,4±1,21	123,7±1,13
Фосфор, мг%	99,1±0,83	102,3±0,61	103,2±0,94	102,8±0,89
Титруемая кислотность, °Т	17,8±0,31	17,6±0,25	17,3±0,38	17,5±0,31
pH	6,48±0,14	6,53±0,18	6,58±0,22	6,55±0,24
Плотность, °А	27,9±0,08	28,2±0,06	28,5±0,09	28,8±0,07
Число соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>	180,6±12,3	173,6±13,8	159,8±11,7	164,5±12,9
Термостабильность, мин	68,3±3,4	65,5±2,8	63,4±3,0	63,6±3,5

Массовая доля жира (МДЖ) по сравнению с молоком коров контрольной (первой) группы повысилась во второй группе на 0,03%, в третьей – на 0,07% (P<0,01), в четвертой – на 0,08% (P<0,01). Самое высокое содержание жира в молоке было у коров IV группы (3,76%), которые превосходили своих сверстниц II группы – на 0,04%, III группы – на 0,01%.

Для сыроделия основным компонентом молока является белок. Массовая доля белка (МДБ) в молоке, за счет введения в рацион сенажа с консервантами, увеличилась у коров II группы на 0,04% (P<0,01), III группы – на 0,07% (P<0,01), IV группы – на 0,10% (P<0,001).

В структуре белков основную массовую долю составляет казеин. Казеин свертывается под действием сычужного фермента, образуя сгусток, из которого вырабатывают сыр. Лучшие сыры твердых сортов производятся из молока с содержанием казеина не менее 2,7%. В молоке коров черно-пестрой породы невысокое содержание общего белка и в том числе казеина. Поэтому очень важно, что с повышением общего белка при включении в рацион сенажа с консервантами повышается содержание казеина в молоке коров II группы на 0,07% (P<0,001), III группы – на 0,13% (P<0,001), IV группы – на 0,18% (P<0,001). При этом самое высокое содержание казеина (2,57%) было в молоке коров IV группы, которые превосходили по этому показателю II группу – на 0,11% (P<0,001), III группу – на 0,05% (P<0,001).

Содержание в молоке молочного сахара и минеральных веществ изменяется незначительно, но можно говорить о положительной тенденции улучшения качества молока в этом направлении при ведении в состав рациона сенажа с биологическими консервантами.

Химический состав молока, соотношение основных его компонентов оказывают решающее влияние на технологические свойства при сыроделии (табл. 2).

Таблица 2

Технологические свойства молока при сыроделии

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Продолжительность свертывания сычужным ферментом, мин	35,1±1,5	32,8±1,2	31,2±1,6*	30,6±1,4*
в т.ч. фаза коагуляции, мин	26,9±1,2	25,2±0,9	23,9±1,4	23,5±1,1*
фаза гелеобразования, мин	8,2±0,8	7,6±0,4	7,3±0,6	7,1±0,5
Продолжительность обработки сгустка, мин	61,8±2,7	57,6±2,1	56,1±2,8	55,4±2,4
Отход сухого вещества в сыворотку, %	54,2±0,8	52,7±0,7	51,9±0,5*	51,2±0,7*
Соотношение фракций сгусток/сыворотка, %	32/68	34/66	35/65	35/65
Плотность казеинового сгустка, г/см <sup>2</sup>	2,34±0,03	2,46±0,02*	2,52±0,03**	2,49±0,02***
Влагоудерживающая способность сгустка, %	55,8±0,29	57,6±0,21**	58,4±0,27***	58,8±0,24***
Расход цельного молока на получение 1 кг зрелого сыра, кг	11,5±0,21	10,8±0,14*	10,2±0,19***	9,8±0,15***

По методике А. П. Белоусова молоко по сыропригодности делится на три типа, в соответствии с продолжительностью свертывания под действием стандартного раствора сычужного фермента [9]. Увеличение массовой доли казеина и снижение доли сывороточных белков, которые не свертываются под действием фермента, положительно повлияло на процессы коагуляции и гелеобразования. Установлено, что чем быстрее образуется казеиновый сгусток, тем лучше его качество. Оптимальное время свертывания молока 15-40 мин.

В опытных группах молоко свертывалось быстрее, чем в контрольных, соответственно на 2,3 мин (6,6%); 3,9 мин (11,1%); 4,5 мин (12,8%). В результате качество сгустка было выше, сократилось время на его обработку на 4,2 мин (6,8%); 5,7 мин (9,2%); 6,4 мин (10,4%), снизились потери сухого вещества с сывороткой на 1,5; 2,3; 3,0%, улучшилось соотношение фракций сгусток/сыворотка, что положительно отразилось на выходе казеинового сгустка и, как следствие, на уменьшении расхода цельного молока для производства 1 кг зрелого сыра на 6,1; 11,3; 14,8% (P<0,05-0,01).

Для определения качества изготовленных сыров определяли химический состав сырной массы, кислотность и степень зрелости по методике Шиловича (табл. 3).

Таблица 3

Качество сыра

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Массовая доля сухого вещества, %	58,5±0,32	61,3±0,25***	62,6±0,30***	63,2±0,27***
Массовая доля воды, %	41,5±0,23	38,7±0,14***	37,4±0,19***	36,8±0,16***
Массовая доля жира, %	27,5±0,14	29,1±0,18***	30,1±0,21***	30,2±0,17***
Массовая доля белка, %	24,8±0,11	25,5±0,09***	25,9±0,14***	26,4±0,12***
Массовая доля органических кислот, %	2,3±0,01	2,6±0,02***	2,4±0,01***	2,5±0,02***
Массовая доля золы, %	3,9±0,01	4,1±0,02***	4,2±0,03***	4,1±0,02***
Содержание кальция, мг/100 г	983,1±76,9	1058,3±64,2	1164,9±59,6	1097,6±68,3
Содержание фосфора, мг/100 г	654,3±39,2	769,6±31,4	810,7±27,9	791,5±33,6
Степень зрелости по Шиловичу, °Ш	132,6±6,8	148,7±5,3	156,4±6,4*	158,9±5,7*
Кислотность, °Т	258,4±1,4	234,8±1,1***	221,9±0,9***	223,8±1,2***

Сразу следует уточнить, что согласно ГОСТу в сыре типа «Российский» должно содержаться воды – 41%, жира – 30%, белка – 23%, органических кислот – 2%, золы – 4,3%. Чтобы получить данные показатели, молоко перед внесением фермента нормализуют. Чтобы изучить влияние сенажа с консервантами на качество сыра, авторы готовили его из натурального молока.

В опытных образцах сыра увеличилась массовая доля сухого вещества на 2,8; 4,1; 4,7% ( $P < 0,001$ ), массовая доля жира – на 1,6; 2,6; 2,7% ( $P < 0,001$ ), массовая доля белка – 0,7; 1,1; 1,6% ( $P < 0,001$ ). Важно, в опытных образцах увеличивается массовая доля органических кислот, которые придают сыру неповторимый аромат. Несколько снижается и приходит в соответствие со стандартом кислотность сыра, так как сыр «Российский» должен иметь не кислый, а слегка кисловатый оригинальный вкус. Повышается степень зрелости, характеризующая буферные свойства сыров, за счет чего в процессе созревания они приобретают характерные аромат и вкус.

**Заключение.** Для повышения качества сенажа из козлятника восточного рекомендуется при закладке в траншею зеленой массы использовать биологические консерванты. Лучшие результаты получены при внесении консервантов «Силостан» (1 л на 150 т) и «Лактоэнтерол» (150 г/т) совместно с цеолитом (1,5 кг/т). Введение сенажа с консервантом в рацион коров опытных групп повысило содержание жира в молоке на 0,03-0,08%, белка – на 0,04-0,10%, в том числе казеина – на 0,07-0,18%. При внесении сычужного фермента молоко свертывается быстрее на 2,3-4,5 мин (6,6-12,8%), снизились потери сухого вещества с сывороткой на 1,5-3,0%. В опытных образцах сыра увеличилась массовая доля сухого вещества на 2,8-4,7%, жира – на 1,6-2,7%, белка – на 0,7-1,6%, повышается степень зрелости сыра.

#### Библиографический список

1. Ляшенко, В. В. Продуктивные и воспроизводительные качества коров-первотелок голштинской породы разной селекции / В. В. Ляшенко, И. В. Каешова, А. В. Губина // *Нива Поволжья*. – 2015. – №4(33). – С. 78-84.
2. Погосян, Д. Г. Влияние «защищенного» протеина кормовых бобов на показатели молочной продуктивности коров / Д. Г. Погосян, В. В. Ляшенко // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2017. – №1 (25). – С. 42-47.
3. Батанов, С. Д. Пробиотик Бацелл и пребиотик Лактацид в рационах молочных коров / С. Д. Батанов, О.Ю. Ушакова // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. – 2013. – №11. – С. 26-34.
4. Тагиров, Х. Х. Качество и кормовые достоинства сенажа из люцерны с использованием консервантов «Лаксил» и «Силостан» / Х. Х. Тагиров, Н. В. Фисенко // *Вестник мясного скотоводства*. – 2017. – №3(99). – С. 166-170.
5. Тагиров, Х. Х. Гематологические и биохимические показатели при скармливании бычкам сенажа, консервированного силостаном и лаксиллом / Х. Х. Тагиров, Р. С. Исхаков, Н. В. Фисенко // *Известия Самарской ГСХА*. – 2018. – №1. – С. 54-58.
6. Левахин, В. И. Влияние кормов из козлятника восточного и люцерны на мясную продуктивность и биологическую ценность мяса бычков симментальской породы / В. И. Левахин, Е. А. Ажмулдинов, М. Г. Титов, Ю. А. Ласыгина // *Кормопроизводство*. – 2014. – №10. – С. 40-44.
7. Карамаев, В. С. Влияние типа рациона на процессы пищеварения импортных коров голштинской породы / В. С. Карамаев, Г. В. Молянова // *Известия Оренбургского ГАУ*. – 2013. – №1(39). – С. 96-99.
8. Карамаев, С. В. Разведение скота голштинской породы в Среднем Поволжье : монография / С. В. Карамаев, Л. Н. Бакаева, А. С. Карамаева [и др.]. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – 214 с.
9. Карамаев, С. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография / С. В. Карамаев, А. С. Карамаева, Н. В. Соболева. – Кинель : РИО СГСХА, 2016. – 181 с.

#### References

1. Lyashenko, V. V., Kaeshova, I. V., & Gubina, A. V. (2015). Produktivnyye i vosproizvoditelnyye kachestva korov-pervotelok golshtinskoj porody raznoi selekcii [Productive and reproductive qualities of cows firstcalf heifers of golshtinsky breed of different selection]. *Niva Povolzhya – Niva Povolzhya*, 4(33), 78-84 [in Russian].
2. Pogosyan, D. G., & Liashenko, V. V. (2017). Vliyaniye «zashchishchennogo» proteina kormovykh bobov na pokazateli molochnoi produktivnosti korov [Influence of the «protected» protein of fodder beans on indicators of dairy efficiency of cows]. *Molochnohozyaistvennyi vestnik – Molochnokhozyaistvenny Vestnik*, 1 (25), 42-47 [in Russian].
3. Batanov, S. D., & Ushakova, O. Yu. (2013). Probiotik BACELL i prebiotik LAKTACID v racionakh molochnykh korov [A probiotic of BATSELL and LACTACYD prebiotic in diets of lactic cows.]. *Kormleniye seliskokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo – Feeding of agricultural animals and feed production*, 11, 26-34 [in Russian].
4. Tagirov, H. H., & Fisenko, N. V. (2017). Kachestvo i kormovye dostoinstva senazha iz liucerny s ispolizovaniem konservantov Laksil i Silostan [The quality and the fodder value of the silage from alfalfa using preservatives Lacsil and Silostan]. *Vestnik miasnogo skotovodstva – The Herald of Beef Cattle Breeding*, 3(99), 166-170 [in Russian].
5. Tagirov, H. H., Iskhakov, R. S., & Fisenko, N. V. (2018) Gematologicheskiye i biohimicheskiye pokazateli pri skarmlivanii bychkam senazha, konservirovannogo silostanom i laksilom [Hematological and biochemical parameters when fed to steers silage, canned Silostan and Lacsil]. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoy selskohozyaistvennoy akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 54-58 [in Russian].

6. Levakhin, V. I., Azhmuldinov, E. A., Titov, M. G., & Lasygina, Yu. A. (2014). Vliyanie kormov iz kozlyatnika vos-tochnogo i lyutserny na myasnuyu produktivnost i biologicheskuyu cennost myasa bychkov simmentaliskoi porody [The impact of fodder galega and alfalfa on the meat productivity and biological value of meat of bull-calves Simmental breed]. *Kormoproizvodstvo – Fodder Production*, 10, 40-44 [in Russian].

7. Karamaev, V. S., & Molyanova, G. V. (2013). Vliyaniye tipa ratsiona na processy pishchevareniya importnykh korov golshtinskoj porody [Influence of diet type on digestion processes of imported Holstein cows]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 1(39), 96-99 [in Russian].

8. Karamayev, S. V., Bakayeva, L. N., & Karamayeva, A. S. et al. (2018). Razvedeniye skota golshtinskoj porody v Srednem Povolzhiye [Cultivation of the cattle of Holshtein breed on average Volga region]. Kinel': PC Samara SAA [in Russian].

9. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., & Soboleva, N. V. (2016). Tekhnologicheskiye svoystva moloka korov molochnykh porod v zavisimosti ot sezona otela [Technological properties of milk of dairy cows depending on the calving season]. Kinel': PCSamaraSAA [inRussian].

DOI 10.12737/27839/

УДК 636.068

## ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ

**Баймишев Мурат Хамидуллоевич**, 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

**Еремин Сергей Петрович**, д-р. ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой «Частная зоотехния, разведение сельскохозяйственных животных и акушерство», ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА.

603107, г. Нижний Новгород, п-т Гагарина, 97.

E-mail: ereminsp@rambler.ru

**Баймишев Хамидулла Балтуханович**, д-р биол. наук, профессор, 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

**Баймишева 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@gamil.ru

**Ключевые слова:** кровь, иммунитет, нейтрофилы, гемоглобин, иммуноглобулин.

*Цель исследования – повышение морфофункционального статуса коров в зависимости от их физиологического состояния. Морфологический состав крови является одной из основных информативных систем и с давних времен привлекает внимание исследователей. Кровь, как соединительная ткань, наиболее глубоко изучена. Ее показатели являются главными при определении нормы состояния животных, также указывают на наличие патологических процессов в организме. Для определения влияния на показатели крови коров комплексного использования препаратов СТЭМБ (стимулятор эмбриональный) и Утеромастин по сравнению с их применением по отдельности было сформировано три группы стельных коров (7,0-8,0 месяцев) по 20 голов в каждой с соблюдением метода групп-аналогов (опытная-1, опытная-2, опытная-3). Животные исследуемых групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Животным первой опытной группы за 25-30 дней до родов вводили препарат СТЭМБ подкожно в область шеи в дозе 0,075 мл на 1 кг живой массы с интервалом 7 суток трехкратно, животным второй опытной группы вводили препарат Утеромастин через 8-10 часов после отела внутриматочно в дозе 150 мл однократно. Коровам третьей опытной группы вводили препараты СТЭМБ и Утеромастин в указанных дозах (совместно). Влияние комплексного использования препаратов СТЭМБ и Утеромастин на морфологические, биохимические и иммунобиологические показатели крови коров были изучены на 15-й день после отела. Установлено, что применение препарата СТЭМБ и препарата Утеромастин комплексно, улучшает клеточный состав крови и показатели сыворотки крови, что обеспечивает повышение иммунзащитной системы организма коров.*

## HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF COWS DURING THE USE OF IMMUNOMODULATORY DRUGS

**Baimishev M. H.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Baimichev\_M@mail.ru

**Eremin S.P.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the department «Private husbandry, breeding of farm animals and obstetrics», FSBEI HE Nizhny Novgorod SAA.

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin street, 97.

E-mail: ereminsp@rambler.ru

**Baymishev H. B.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Baimishev\_HB@mail.ru

**Baimisheva S.A.**, Post-Graduate student of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Kitaewa.s@gmail.com

**Keywords:** blood, immunity, neutrophils, hemoglobin, immunoglobulin.

The aim of the study is to increase the morphological and functional status of cows depending on their physiological state. The morphological composition of blood is one of the main informative systems and has long attracted the attention of researchers. Blood, as a co-single tissue, has been studied well enough. Its indicators are the main factors in determining the state of an animal health, as well as pointing out the presence of pathological processes in inside the organism. To determine the effect of complex use of STEMB (embryonic stimulator) and Uteromastin on the blood parameters of cows in comparison with individual administration three groups of pregnant cows (7.0-8.0 months) were formed separately, each with 20 heads in compliance with the method of groups-analogues (experimental-1, experimental-2, experimental-3). Animals in groups to be examined were provided the same conditions both in feeding and keeping. Animals of the first experimental group 25-30 days before calving were administered STEMB drug hypodermic in the neck at a dose of 0.075 ml per 1 kg of live weight with an interval of 7 days three times, animals of the second experimental group were administered the drug Uteromastin 8-10 hours after calving intrauterine at a dose of 150 ml once. Cows of the third experimental group were administered drugs STEMB and Uteromastin in these doses (mixed). The influence of the complex use of drugs STEMB and Utero-mastin on morphological, biochemical and immunobiological parameters of blood of cows were studied on the 15th day after calving. The use of the drugs STEMB and Pteromalid complex improves cellular composition of the blood and indices of the blood serum, which enhances immunotoxicol system of organism of cows.

В современных условиях хозяйствования проблема профилактики и бесплодия высокопродуктивных коров остается весьма актуальной для ветеринарной науки. Научные исследования последних лет свидетельствуют о том, что в основе патологии беременности, родов и послеродовой патологии животных лежит нарушение функции обмена веществ, которое с большой достоверностью определяется показателями крови [3, 4, 5, 11].

Известно, что морфологический состав крови является одной из основных информативных систем и с давних времен привлекает внимание исследователей. Кровь, как соединительная ткань, наиболее глубоко изучена. Однако ее показатели являются главными как при определении нормы состояния животных, также указывают на наличие патологических процессов в организме [1, 2, 6, 8, 10].

Гематологические показатели коров в зависимости от технологии содержания, кормления, использования лекарственных препаратов изучены недостаточно полно. В литературе имеется большое количество сведений об изменениях показателей крови в зависимости от физиологического состояния животных, а также есть единичные сведения о показателях крови при использовании иммуностимулирующих препаратов животного и растительного происхождения. В связи с чем поиск новых тканевых препаратов, обеспечивающих норму обмена веществ при отдельном и комплексном

использовании для коррекции обмена веществ в сухостойный и послеродовой период коров, является актуальным [7, 9].

**Цель исследований** – повышение морфофункционального статуса коров в зависимости от их физиологического состояния.

**Задачи исследований** – изучить показатели крови коров на 15-й день после отела при комплексном использовании препарата СТЭМБ и Утеромастин.

**Материалы и методы исследований.** Для определения влияния на показатели крови коров комплексного использования препаратов СТЭМБ и Утеромастин по сравнению с их применением по отдельности было сформировано три группы стельных коров (7,0-8,0 месяцев) по 20 голов в каждой с соблюдением метода групп-аналогов (опытная-1, опытная-2, опытная-3). Животные исследуемых групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Сроки стельности устанавливали по данным первичной документации журнала осеменения и отела ректальным исследованием и с использованием УЗИ-аппарата KAIXIN-5200 VET.

Препарат СТЭМБ представляет собой препарат, приготовленный из эмбриональной ткани цыпленка и является эффективным биостимулятором. Обладает иммуномодулирующим, адаптогенным, бактериостатическим и патогенетическим действием, а также способностью стимулировать жизненно-важные функции организма вследствие изменения обменных энергетических процессов, что обеспечивает воздействие и на кроветворную и ферментную систему.

Утеромастин – биологически активный лекарственный препарат в форме суспензии. В его состав входят: экстракт активированных эмбриональных и внеэмбриональных тканей птиц, а также экстракты активированных вегетативных тканей растений, метронидазол, амоксициллин, хлоргексидина биглюконат, бриллиантовый зеленый, анестезин и амарантовое масло.

Животным первой опытной группы за 25-30 дней до родов вводили препарат СТЭМБ подкожно в область шеи в дозе 0,075 мл на 1 кг живой массы с интервалом 7 суток трехкратно, животным второй опытной группы после отела через 8-10 часов вводили внутриматочно препарат Утеромастин в дозе 150 мл однократно. Коровам третьей опытной группы вводили препараты СТЭМБ и Утеромастин в указанных дозах (совместно). Препараты перед применением взбалтывали и нагревали до комнатной температуры.

Морфологические, биохимические и иммунобиологические показатели крови коров были изучены на 15-й день после отела. Исследование крови проводили у 5 коров из каждой исследуемой группы. Кровь брали в утренние часы до кормления.

Определение морфологических, биохимических и иммунобиологических показателей крови проводили в гематологической лаборатории ФГБОУ ВО Самарская ГСХА и лаборатории иммунологии ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета.

Весь полученный цифровой материал экспериментальных данных обработан методом вариационной статистики на достоверность различия сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятым в биологии и зоотехнии, с применением программного комплекса Microsoft Excel 7.

Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями  $P < 0,05^*$ ;  $P < 0,01^{**}$ ;  $P < 0,001^{***}$ .

**Результаты исследований.** Анализом морфологических показателей крови коров в зависимости от использования препаратов СТЭМБ и Утеромастин (табл. 1) установлено, что содержание гемоглобина в крови животных первой опытной группы составило 112,42 г/л, что на 2,19 г/л больше, чем у животных второй опытной группы и на 3,86 г/л меньше, чем у животных третьей опытной группы ( $P < 0,01$ ). Количество эритроцитов в крови животных третьей опытной группы, где использовали препараты Утеромастин и СТЭМБ комплексно, составило  $6,75 \cdot 10^{12}/л$ , что на  $0,7 \cdot 10^{12}/л$  больше, чем при использовании препарата Утеромастин отдельно, и на  $0,46 \cdot 10^{12}/л$  больше, чем при использовании препарата СТЭМБ.

Количество лейкоцитов в крови животных второй опытной группы на 15-й день после отела меньше на  $0,17 \cdot 10^9/л$ , чем в крови животных первой опытной группы, и на  $0,40 \cdot 10^9/л$  меньше, чем в крови животных третьей опытной группы.

Морфологические показатели крови коров на 15 день после отела

Показатель	Группа животных		
	опытная-1	опытная-2	опытная-3
Гемоглобин, г/л	112,42±0,87	110,23±0,39	116,28±0,92**
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,29±0,70	6,05±0,30	6,75±0,27
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	7,25±0,28	7,08±0,32	7,48±0,25
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	398,47±9,26	385,40±9,02	480,28±9,76***
Лейкограмма, %			
Базофилы	1,36±0,07	1,35±0,13	1,48±0,09
Эозинофилы	5,04±0,23	4,99±0,12	5,27±0,10
Нейтрофилы в т. ч.			
юные	0,06±0,01	0,07±0,02	0,02±0,01
палочкоядерные	1,04±0,24	1,20±0,08	1,01±0,09
сегментоядерные	37,98±0,65	37,25±0,29	38,52±0,44
Лимфоциты	49,60±0,50	50,45±0,37	48,38±0,52
Моноциты	4,92±0,12	4,69±0,11	5,32±0,16

При комплексном использовании препаратов СТЭМБ и Утеромастин значительно увеличивается содержание тромбоцитов, которое в крови животных третьей опытной группы составило  $480,28 \cdot 10^9/\text{л}$ , что на  $94,88 \cdot 10^9/\text{л}$  больше, чем в крови животных второй опытной группы и на  $81,81 \cdot 10^9/\text{л}$  больше, чем в крови животных первой опытной группы. Разница достоверно значима ( $P < 0,001$ ). Увеличение количества тромбоцитов в крови животных третьей опытной группы, по-видимому, оказывает положительное влияние на процесс регенерации слизистой оболочки матки.

Анализом лейкоцитарной формулы установлено, что в зависимости от используемых препаратов между группами животных имеются значительные различия между отдельными формами лейкоцитов. По содержанию базофилов и эозинофилов существенных различий между группами животных не установлено. Количество сегментоядерных нейтрофилов в крови животных третьей опытной группы на 1,27% больше, чем в крови животных второй опытной группы и на 0,54%, больше, чем в крови животных первой опытной группы. Количество лимфоцитов в крови животных третьей опытной группы меньше на 2,07%, чем в крови животных второй опытной группы, и на 1,22% меньше, чем в крови животных первой опытной группы. Однако, по содержанию моноцитов, играющих важную роль в функции фагоцитоза, животные третьей опытной группы превосходили своих сверстниц из первой и второй опытной группы на 0,4% и на 0,63%. Большое значение для изучения процессов, происходящих в организме животных, связанных с обменом веществ, имеют биохимические показатели сыворотки крови. Коррекция обменных процессов создает необходимые условия для синтеза микробного белка для обеспечения потребности животных в пластическом материале. В сыворотке крови коров третьей опытной группы, где применяли препараты СТЭМБ и Утеромастин совместно, содержание общего белка составило 80,88 г/л, что на 6,08 г/л больше, чем в сыворотке крови коров второй опытной группы (Утеромастин) и на 5,95 г/л больше, чем в сыворотке крови коров первой опытной группы (СТЭМБ), ( $P < 0,01$ ) (табл. 2).

По содержанию белковых фракций у животных имеются отличия. Содержание альфа-глобулинов в крови животных третьей опытной группы, которым для коррекции обмена веществ с целью профилактики послеродовых осложнений вводили комплексно препараты СТЭМБ и Утеромастин составило 13,84%, что на 1,97% и на 2,14% больше, чем первой и второй опытных групп ( $P < 0,01$ ). Содержание гамма-глобулинов в крови животных третьей опытной группы составило 25,26%, что на 6,83% и на 6,91% меньше, чем в крови у коров первой и второй опытных групп ( $P < 0,01$ ). Содержание глюкозы в крови животных третьей опытной группы составило 4,05 ммоль/л, что на 0,81 ммоль/л больше, чем в крови животных первой опытной группы и на 1,03 ммоль/л больше, чем в крови животных второй опытной группы ( $P < 0,05$ ).

У в крови животных третьей опытной группы содержание иммуноглобулина А значительно ( $P < 0,01$ ) больше (на 25,69 мг/дл), чем в крови животных первой опытной группы, и на 28,01 мг/дл больше, чем в крови коров второй опытной группы. Содержание иммуноглобулинов М и G достоверно больше ( $P < 0,01$ ), чем в крови коров первой и второй опытных групп.

Биохимические показатели крови коров на 15 день после отела

Показатель	Группы животных		
	опытная-1	опытная-2	опытная-3
Общий кальций, ммоль/л	2,43±0,08	2,42±0,06	2,69±0,05
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,50±0,04	1,48±0,07	1,68±0,08
Щелочной резерв в об. %СО <sub>2</sub>	48,49±0,32	48,52±0,24	49,52±0,38
Каротин, мг %	0,45±0,09	0,46±0,05	0,54±0,06
Глюкоза, ммоль/л	3,24±0,03	3,02±0,04	4,05±0,02*
Общий белок, г/л	74,93±0,63	74,80±0,25	80,88±0,52**
<b>Белковые фракции %:</b>			
Альбумины	43,62±1,42	43,78±0,61	48,50±0,48**
Глобулины, в том числе:			
Альфа-глобулины	11,87±0,27	11,70±0,12	13,84±0,10**
Бета-глобулины	12,42±0,30	12,35±0,14	12,40±0,15
Гамма-глобулины	32,09±0,28	32,17±0,32	25,26±0,27*
<b>Иммуноглобулины, мг/дл:</b>			
А	164,14±4,07	161,82±2,54	189,83±3,03**
М	137,19±2,86	137,42±2,13	159,54±2,46**
Г	1193,17±9,16	1188,67±9,12	1242,31±3,17**
АлТ, ед./л	82,14±3,07	81,93±3,66	76,14±2,13*
АсТ, ед./л	92,45±4,07	93,16±2,13	81,23±3,18*

Комплексное использование препаратов СТЭМБ и Утеромастин способствует снижению показателей ферментов АлТ и АсТ по сравнению с показателями отдельного использования препаратов. Содержание фермента АлТ в третьей опытной группе составило 76,14 ед./л, что на 6,0 ед./л меньше, чем в первой опытной группе и на 5,79 ед./л меньше, чем во второй опытной группе ( $P<0,05$ ). Содержание фермента АсТ в третьей опытной группе составило 81,23 ед./л, что на 11,22 ед./л меньше, чем в первой опытной группе и на 11,93 ед./л меньше, чем во второй опытной группе ( $P<0,05$ ).

**Закключение.** На основании исследований показателей крови по морфологическому и биохимическому составу установлено, что комплексное применение препарата СТЭМБ в дозе 0,075 мл на 1 кг живой массы подкожно в область шеи трехкратно с интервалом 7 дней за 25-30 дней до родов и препарата Утеромастин в дозе 150 мл внутриматочно через 8-10 часов после отела однократно комплексно улучшает клеточный состав крови и показатели сыворотки крови, увеличивая содержание моноцитов, сегментоядерных нейтрофилов, гемоглобина, общего белка, альфа-глобулинов, иммуноглобулинов А, М, G, и снижает показатели ферментов АлТ и АсТ до порогового уровня, что обеспечивает повышение иммунозащитной системы организма коров.

#### Библиографический список

1. Бутко, В. А. Применение прогестагенных и иммунокорректирующих средств для профилактики эмбриопатий у молочных коров / В. А. Бутко, В. И. Михалев, В. Н. Скориков // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – №3(4) – С. 72-76.
2. Деринов, А. А. Применение иммуномодулирующих препаратов при субклинических маститах / А. А. Деринов, С. В. Федотов, Н. С. Белозерцева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №9(107). – С. 081-085.
3. Новикова, Е. Н. Метод профилактики акушерско-гинекологической патологии у коров / Е. Н. Новикова, И. С. Коба, А. Н. Шевченко, М. Б. Решетка // Ветеринария и кормление. – 2018. – №6. – С. 25-26.
4. Масьянов, Ю. Н. Гуморальный иммунитет и морфологические изменения при эндометрите у коров / Ю. Н. Масьянов, В. И. Михалёв, И. Т. Шапошников [и др.] // Ветеринарный врач. – 2011. – №6. – С. 41-43.
5. Панков, И. Ю. Влияние препарата «Митрек» на морфологические и биохимические показатели крови коров / И. Ю. Панков, А. М. Семиволос, С. В. Козлов // Аграрный научный журнал. – 2018. – №2. – С. 15-20.
6. Тресницкий, С. Н. Эффективность применения препаратов метаболического типа действия и их влияние на течение родов и послеродового периода у коров / С. Н. Тресницкий, В. С. Авдеенко, А. В. Енин, В. А. Тресницкая // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : материалы III Международной научной конференции. – Донецк, 2018. – С. 333-336.

7. Шабунин, С. В. Иммунокорректирующее действие тканевого препарата аминоселтон на организм больных эндометритом коров / С. В. Шабунин, А. Г. Нежданов, В. И. Михалев [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации : материалы IV съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов России. – Воронеж, 2013. – С. 630-632.
8. Baimishev, M. H. About the relationship between blood indicators in cows and their reproductive function / M. H. Baimishev, S. P. Eremin, K. B. Baimishev [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Vol. 10, №4. – P. 819-823.
9. Shatalina, O. S. The association between blood group and reproductive performance in cattle // Selskokhozyaistvennaya Biologiya. – 2018. – №53(2). – P. 309-317.
10. Wathes, D. C. Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow / D. C. Wathes, A. M. Clempson, G. E. Pollott // Reproduction, Fertility and Development. – 2013. – №25(1). – P. 48-61.
11. Zenkin, A. S. Changes in the indicators of blood in cows during the last month of pregnancy when a phytobiotic preparation is used / A. S. Zenkin, D. S. Habeeb, F. P. Pilgaev [et al.] // Ecology, Environment and Conservation. – 2017. – №23(2). – P. 1135-1140.

#### References

1. Butko, V. A., Mikhalev, V. I., & Skorikov, V. N. (2018). Primenenie progestagennykh i immunokorrigiruiushchikh sredstv dlia profilaktiki ehmbriopatii u molochnykh korov [The use of progestogenic and immunocorrective agents for the prevention of embryopathies in dairy cows]. *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik – Bulletin of veterinary pharmacology*, 3 (4), 72-76 [in Russian].
2. Derinov, A. A. Fedotov, S. V., & Belozertseva, N. S. (2013). Primenenie immunomoduliruiushchikh preparatov pri subklinicheskikh mastitakh [The use of immunomodulatory drugs for subclinical mastitis]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*, 9 (107), 081-085 [in Russian].
3. Novikova, E. N., Koba, I. S., Shevchenko, A. N., & Lattice, M. B. (2018). Metod profilaktiki akushersko-ginekologicheskoi patologii u korov [Method of prevention of obstetric-gynecological pathology in cows]. *Veterinariia i kormlenie – Veterinaria I kormlenie*, 6, 25-26 [in Russian].
4. Masyanov, Yu. N., Mikhalev, V. I., Shaposhnikov, I. T., Tolkachev, I. S., & Shcherbakov, A. A. (2011). Gumoralnyi immunitet i morfologicheskie izmeneniia pri ehndometrite u korov [Humoral immunity and morphological changes in endometritis in cows]. *Veterinarnyi vrach – Veterinarny Vrach*, 6, 41-43 [in Russian].
5. Pankov, I. Yu., Semivolos, A. M., & Kozlov, S. V. (2018). Vliianie preparata «Mitrek» na morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi korov [The influence of the drug «Mitrek» on the morphological and biochemical blood parameters of cows]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal – Agrarian Scientific Journal*, 2, 15-20 [in Russian].
6. Tresnitsky, S. N. Avdeenko, V. S., Enin, A. V., & Tresnitskaya, V. A. (2018). Effektivnost primeneniia preparatov metabolicheskogo tipa dejstviia i ikh vliyanie na techenie rodov i poslerodovogo perioda u korov [Efficiency of using metabolic-type drugs and their effect on the course of labor and the postpartum period in cows]. *Donetsk readings 2018: education, science, innovations, culture and modern challenges '18: materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoi konferencii – materials of the III International scientific conference.* (pp. 333-336). Donetsk [in Russian].
7. Shabunin, S. V., Nezhdanov, A. G., Mikhalev, V. I., Sheveleva, E. E., Morgunova, V. I., & Filin, V. V. et al. (2013). Immunokorregiruiushchee deistvie tkanevogo preparata aminoseleton na organizm bolinykh ehndometritom korov [Immunocorrective action of the tissue preparation aminosoleton on the organism of cows endometritis]. *Topical issues of veterinary pharmacology, toxicology and pharmacy '13: materialy IV sezda veterinarnykh farmakologov i toksikologov Rossii – Proceedings of the iv congress of veterinary pharmacologists and toxicologists of Russia.* (pp. 630-632). Voronezh [in Russian].
8. Baimishev, M. H., Eremin, S. P., Baimishev, K. B., Zemlyankin, V. V., & Safiullin, K. A. (2018). About the relationship between blood indicators in cows and their reproductive function. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, Vol. 10, 4, 819-823.
9. Shatalina, O. S. (2018). The association between blood group and reproductive performance in cattle. *Seliskokhozyaistvennaya Biologiya*, 53(2), 309-317.
10. Wathes, D. C., Clempson, A. M., & Pollott, G. E. (2013). Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. *Reproduction, Fertility and Development*, 25(1), 48-61.
11. Zenkin, A. S. Habeeb, D. S., Pilgaev, F. P., Korotky, V. P., & Ryzhov, V. A. (2017). Changes in the indicators of blood in cows during the last month of pregnancy when a phytobiotic preparation is used. *Ecology, Environment and Conservation*, 23(2), 1135-1140.

## РАЗРАБОТКА СЕЛЕКТИВНОЙ ДОБАВКИ К ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ DRIGALSKI LACTOSE AGAR

**Ермаков Владимир Викторович**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Эпизоотология, патология и фармакология», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Датченко Оксана Олеговна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Эпизоотология, патология и фармакология», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Курлыкова Юлия Александровна**, 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: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Ключевые слова:** антибиотики, среда, добавка, питательная, селективная.

*Цель исследований – совершенствование селективной добавки к селективным средам для выделения энтеробактерий. Задачи исследований – выявить чувствительность выделенных штаммов энтеробактерий к антибиотикам; разработать новую селективную добавку с антибиотиками к питательной среде Drigalski Lactose Agar. Среда должна иметь рецептуру, оптимально обеспечивающую рост и размножение микроорганизмов определённого вида или семейства. Интенсивное развитие биотехнологии и микробиологии позволяет сегодня разрабатывать новые питательные среды и модифицировать уже имеющиеся рецептуры сред. Объект исследования – новая селективная добавка с антибиотиками к питательной среде Drigalski Lactose Agar. Материал для исследований – 253 изолята бактерий, выделенных из кишечного микробиотопа различных видов животных. Исследование проводили в период с 2010 по 2017 гг. Наибольшую антимикробную активность в отношении всех выделенных культур энтеробактерий проявляли карбенициллин  $30 \pm 2,3$  из группы карбоксипенициллинов и пиперациллин  $37 \pm 2,5$  из группы уреидопенициллинов, канамицин  $24 \pm 1,5$ , амикацин  $26 \pm 1,7$  и гентамицин  $25 \pm 0,8$ , цефепим  $38 \pm 3,2$  из группы цефалоспоринов IV поколения, тетрациклин  $28 \pm 1,6$ , доксициклин  $34 \pm 2,3$  и хлорамфеникол  $31 \pm 2,5$ , налидиксовая кислота  $37 \pm 2,8$ , триметоприм  $35 \pm 3,4$ . Высокую устойчивость энтеробактерии проявляли к бензилпенициллину из группы естественных пенициллинов, к стрептомицину, цефалотину из группы цефалоспоринов I поколения, к полимиксину В, к офлоксацину (таривид) и метронидазолу. В ходе выбора селективных компонентов рассматривали антибактериальные препараты, эффективные в отношении сопутствующей грамположительной и грамотрицательной микрофлоры. Были выбраны из группы гликопептидов ванкомицин, из группы оксазолидинонов линезолид, из группы кетолидов телитромицин. В состав разработанной селективной добавки к среде Drigalski Lactose Agar введены антибиотики ванкомицин и телитромицин в дозе  $0,008$  г/дм<sup>3</sup>, линезолид  $0,004$  г/дм<sup>3</sup> среды.*

## THE PRODUCTION OF SELECTIVE ADDITIVES TO GROWING MEDIUM DRIGALSKI LACTOSE AGAR

**Ermakov V. V.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Epizootology, pathology and pharmacology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Datchenko O. O.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Epizootology, pathology and pharmacology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Kurlykova Yu. A.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Keywords:** antibiotics, medium, additive, nutrient, selective.

The purpose of the study is to improve the selective supplement for selective media with the purpose to produce enterobacteria. Tasks of the study are to identify the sensitivity of strains obtained of enterobacteria in regard to antibiotics; develop a new selective supplement with antibiotics to the nutrient medium Drigalski Lactose Agar. Media should have a content that in the best way possible ensures the growth and reproduction of microorganisms of certain species or family. Intensive biotechnology development and Microbiology allows today to develop new nutrient media and modify the already existing content of media. The object of the study was a new selective additive with antibiotics to the nutrient medium Drigalski Lactose Agar. 253 isolates of bacteria produced from the intestinal microbiotope of different animal species have been the Material for research. The study was conducted in the period from 2010 to 2017. Carbenicillin  $30 \pm 2.3$  from the group of carboxypenicillins and piperacillin  $37 \pm 2.5$  from the group of ureidopenicillins, kanamycin  $24 \pm 1.5$ , amikacin  $26 \pm 1.7$  and gentamicin  $25 \pm 0.8$ , cefepime  $38 \pm 3.2$  from the group of IV generation cephalosporins, tetracycline  $28 \pm 1.6$ , doxycycline  $34 \pm 2.3$  and chloramphenicol  $31 \pm 2.5$ , nalidixic acid  $37 \pm 2.8$ , trimethoprim  $35 \pm 3.4$  demonstrated the greatest antimicrobial activity against all cultures of enterobacteria that has been achieved. The high resistance of enterobacteria was shown to benzylpenicillin from the group of natural penicillins, to streptomycin, cephalotine from the group of cephalosporins of the first generation, to polymyxin B, to ofloxacin (tarivid) and metronidazole. Antibacterial drugs effective against the accompanying gram-positive and gram-negative microflora were considered as the samples of the selective components. Vancomycin from the group of glycopeptides, linezolid from the group of oxazolidinones, and telithromycin from the group of ketolides were chosen. Antibiotics vancomycin and telithromycin in a dose of 0.008 g/dm<sup>3</sup>, linezolid 0.004 g/dm<sup>3</sup> were chosen as the selective additive to Drigalski Lactose Agar medium.

Совершенствование средств оценки показателей микробиоценоза животных, диагностики, профилактики, лечения незаразных и инфекционных болезней является наиболее значимой задачей, стоящей на сегодняшний день перед ветеринарными специалистами, микробиологами и биотехнологами. Одним из важных элементов в лабораторной диагностике инфекционных болезней является выделение возбудителя в чистой культуре на питательных средах [6, 7, 8].

Среды должны иметь рецептуру, оптимально обеспечивающую рост и размножение микроорганизмов определённого вида или семейства. Интенсивное развитие биотехнологии и микробиологии позволяет сегодня разрабатывать новые питательные среды и модифицировать уже имеющиеся рецептуры сред [1, 2, 3, 4, 5].

В связи с этим, конструирование и производство качественных питательных сред, разработка рецептур новых микробиологических сред и совершенствование уже применяемых сред – одно из важных направлений работы в области биотехнологии, медицинской и ветеринарной микробиологии [6, 7, 8, 9].

**Цель исследований** – совершенствование селективной добавки к селективным средам для выделения энтеробактерий.

**Задачи исследований** – выявить чувствительность выделенных штаммов энтеробактерий к антибиотикам; разработать новую селективную добавку с антибиотиками к питательной среде Drigalski Lactose Agar.

**Материал и методы исследования.** Объект исследований – новая селективная добавка с антибиотиками к питательной среде Drigalski Lactose Agar. Материал для исследований – 253 изолята бактерий, выделенных из кишечного микробиотопа различных видов животных. Исследования проводили в период с 2010 по 2017 гг.

Суспензию биоматериала для получения роста культур энтеробактерий высевали на дифференциально-диагностические и селективно-селективные питательные среды. Суспензию материала распределяли одноразовым стерильным микробиологическим г-образным шпателем по поверхности среды в чашке Петри и инкубировали в термостате при 25-30°C, 37°C 48-72 ч [10]. Чистые культуры микроорганизмов идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам. Количество выросших колоний микроорганизмов (КОЕ – колониеобразующая единица) на плотных питательных средах проводили общепринятым методом на приборе ПСБ (прибор счёта бактерий).

Определение чувствительности выделенных нами от различных животных изолятов энтеробактерий к антимикробным препаратам проводили диско-диффузионным методом на среде АГВ и

агаре Мюллера-Хинтона. Подбор антибиотиков и создание селективной добавки с антибиотиками к среде Drigalski Lactose Agar осуществляли методом серийных разведений в бульоне МПБ и на Эндо агаре.

Результаты исследований обрабатывали статистически по общепринятой методике с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** В процессе разработки новой селективной добавки к питательной среде Drigalski Lactose Agar выявлялась чувствительность энтеробактерий к антимикробным препаратам.

Результаты определения антибиоточувствительности энтеробактерий к пенициллинам (ампициллин № 1, бензилпенициллин № 2, амоксициллин № 3, карбенициллин № 4 и пиперациллин № 5) и аминогликозидам посредством постановки диско-диффузионного теста представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Антибиоточувствительность энтеробактерий к пенициллинам

Чистая культура энтеробактерий	Пенициллины (значение зоны ингибции роста (мм))				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 4
<i>Escherichia coli</i>	16±0,2	8±0,1	17±0,4	22±0,5	21±0,6
<i>Shigella dysenteriae</i>	18±0,4	3±0,07	18±0,6	23±0,8	22±0,5
<i>Shigella flexneri</i>	19±0,6	2±0,05	19±0,7	25±0,5	21±0,9
<i>Salmonella Enteritidis</i>	18±0,4	3±0,06	17±0,9	24±0,7	23±0,8
<i>Klebsiella oxytoca</i>	20±1,6	3±0,04	21±0,8	24±0,9	25±0,7
<i>Proteus vulgaris</i>	17±1,3	0,7±0,08	20±1,2	26±1,6	28±1,4
<i>Providencia alcalifaciens</i>	15±0,4	1±0,04	18±1,4	22±1,8	20±1,2
<i>Hafnia alvei</i>	20±1,8	0,4±0,3	19±1,5	25±1,8	28±1,7
<i>Morganella morganii</i>	18±2,5	0,5±0,06	20±1,3	23±1,6	27±1,5
<i>Enterobacter cloacae</i>	22±1,5	0,8±0,2	22±1,4	28±1,8	24±2,3
<i>Citrobacter freundii</i>	22±0,8	4±0,1	21±1,2	25±1,6	33±2,2
<i>Serratia marcescens</i>	18±0,4	2±0,08	17±1,5	21±1,4	23±1,8
<i>Erwinia amylovora</i>	24±3,8	0,4±0,05	28±1,7	30±2,3	37±2,5
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	17±1,3	0,5±0,07	16±1,8	21±1,5	24±2,0
<i>Yersinia enterocolitica</i>	3±0,4	5±0,06	15±0,8	21±1,2	23±1,3

Таблица 2

Антибиоточувствительность энтеробактерий к аминогликозидам

Чистая культура энтеробактерий	Аминогликозиды (значение зоны ингибции роста (мм))			
	стрептомицин	канамицин	амикацин	гентамицин
<i>Escherichia coli</i>	16±0,2	17±0,1	18±0,4	15±0,3
<i>Shigella dysenteriae</i>	19±0,7	22±0,8	24±1,2	20±0,6
<i>Shigella flexneri</i>	17±0,9	24±1,5	20±1,4	22±1,3
<i>Salmonella Enteritidis</i>	15±0,5	19±0,6	22±1,6	18±0,2
<i>Klebsiella oxytoca</i>	19±1,7	23±1,5	18±0,9	25±2,3
<i>Proteus vulgaris</i>	17±1,6	20±1,3	17±1,3	23±2,8
<i>Providencia alcalifaciens</i>	18±1,2	19±0,8	26±1,7	21±2,2
<i>Hafnia alvei</i>	18±1,2	19±1,7	21±1,4	22±2,6
<i>Morganella morganii</i>	19±1,8	22±2,6	19±1,6	23±3,2
<i>Enterobacter cloacae</i>	19±1,4	22±1,2	23±1,7	20±1,3
<i>Citrobacter freundii</i>	16±0,8	17±0,9	20±0,8	19±0,5
<i>Serratia marcescens</i>	18±0,3	19±0,5	17±1,6	20±0,8
<i>Erwinia amylovora</i>	22±2,4	24±4,2	22±1,4	19±2,6
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	15±1,2	19±0,7	26±1,8	22±1,6
<i>Yersinia enterocolitica</i>	10±0,3	23±0,7	16±1,2	25±0,8

Наибольшую антимикробную активность в отношении всех выделенных культур энтеробактерий проявляли карбенициллин из группы карбоксипенициллинов и пиперациллин из группы уреидопенициллинов, канамицин, амикацин и гентамицин. Высокую устойчивость энтеробактерии проявляли к бензилпенициллину из группы естественных пенициллинов и к стрептомицину.

Результаты определения антибиотикочувствительности энтеробактерий к цефалоспорином (цефалотин № 1, цефтриаксон (лонгацеф) № 2, цефотаксим (клафоран) № 3, цефепим № 4, цефозопран № 5 и цефквин № 6) в результате постановки диско-диффузионного теста представлены в таблице 3. Результаты определения чувствительности энтеробактерий к тетрациклину представлены в таблице 4.

Таблица 3

Антибиотикочувствительность энтеробактерий к цефалоспорином

Чистая культура энтеробактерий	Цефалоспорины (значение зоны ингибции роста (мм))					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
<i>Escherichia coli</i>	10±0,5	21±1,2	23±1,7	25±1,9	23±1,6	22±1,5
<i>Shigella dysenteriae</i>	12±0,8	16±1,5	18±0,9	23±2,2	21±1,2	20±1,2
<i>Shigella flexneri</i>	10±1,3	17±0,9	19±1,8	24±1,4	20±1,3	19±0,7
<i>Salmonella Enteritidis</i>	12±0,9	18±1,7	18±0,6	26±1,7	18±0,9	18±0,5
<i>Klebsiella oxytoca</i>	8±0,5	20±1,9	17±1,3	32±2,3	25±1,7	23±1,9
<i>Proteus vulgaris</i>	10±1,5	17±0,7	22±2,5	26±1,2	22±1,2	21±2,3
<i>Providencia alcalifaciens</i>	12±0,7	22±1,2	21±2,2	28±1,9	19±0,7	20±0,7
<i>Hafnia alvei</i>	10±0,5	23±2,3	23±1,5	30±1,6	23±1,4	22±1,8
<i>Morganella morganii</i>	11±0,6	21±1,8	20±0,7	34±2,3	26±1,7	28±2,2
<i>Enterobacter cloacae</i>	10±0,4	20±2,4	17±0,4	33±2,6	22±1,2	24±1,6
<i>Citrobacter freundii</i>	13±1,7	18±0,8	16±0,9	30±1,8	19±1,9	25±2,4
<i>Serratia marcescens</i>	12±0,8	16±0,5	19±1,2	38±3,2	26±1,3	30±3,4
<i>Erwinia amylovora</i>	10±0,5	21±0,9	21±1,8	37±2,8	27±1,4	31±2,6
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	8±0,3	20±1,3	23±2,5	31±2,6	22±2,3	26±1,8
<i>Yersinia enterocolitica</i>	10±0,7	15±0,6	20±1,7	27±1,8	20±1,8	22±1,5

Таблица 4

Антибиотикочувствительность энтеробактерий

Чистая культура энтеробактерий	Антибиотики (значение зоны ингибции роста (мм))			
	тетрацилин	доксциклин	полимиксин В	хлорамфеникол
<i>Escherichia coli</i>	17±0,3	16±0,8	18±1,5	18±0,7
<i>Shigella dysenteriae</i>	19±1,2	18±0,5	10±0,3	25±2,3
<i>Shigella flexneri</i>	20±1,6	15±0,4	12±0,8	20±2,6
<i>Salmonella Enteritidis</i>	18±0,9	14±0,7	10±0,6	22±1,8
<i>Klebsiella oxytoca</i>	24±1,8	13±0,9	19±1,3	31±2,5
<i>Proteus vulgaris</i>	27±2,2	16±0,5	8±0,5	26±2,5
<i>Providencia alcalifaciens</i>	22±1,4	20±1,2	10±1,8	20±2,3
<i>Hafnia alvei</i>	20±0,8	18±0,7	12±1,2	23±1,4
<i>Morganella morganii</i>	18±1,5	24±1,6	8±0,3	22±2,4
<i>Enterobacter cloacae</i>	19±0,7	26±2,4	10±1,6	21±1,3
<i>Citrobacter freundii</i>	25±2,3	28±2,7	18±1,4	19±1,5
<i>Serratia marcescens</i>	28±1,6	16±1,3	12±1,2	23±1,6
<i>Erwinia amylovora</i>	22±1,5	22±2,6	13±0,8	26±3,6
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	20±1,3	18±0,5	14±0,9	25±1,8
<i>Yersinia enterocolitica</i>	10±0,5	34±2,3	13±1,5	27±2,7

Наибольшую антимикробную активность в отношении энтеробактерий проявляли цефепим, тетрацилин, доксициклин и хлорамфеникол. Наибольшая устойчивость энтеробактерии выявлена к цефалотину и к полимиксину В. Результаты определения антибиотикочувствительности энтеробактерий к хинолонам (налиндиксовая кислота (невиграмон) № 1, офлоксацин (таривид) № 2 и ципрофлоксацин № 3) представлены в таблице 5. Чувствительность энтеробактерий к метронидазолу № 1, фурадонину № 2, ко-тримоксазолу № 3 и триметоприму № 4 приведена в таблице 6.

Наибольшую антимикробную активность в отношении энтеробактерий проявляла налидиксовая кислота и триметоприм. Относительно хорошая устойчивость у большинства энтеробактерии выявлена к офлоксацину (таривид) и метронидазолу.

В ходе выбора селективных компонентов рассматривали антибактериальные препараты, эффективные в отношении сопутствующей грамположительной и грамотрицательной микрофлоры.

Были выбраны из группы гликопептидов ванкомицин, из группы оксазолидинонов линезолид, а из группы кетолидов телитромицин.

Таблица 5

Антибиотикочувствительность энтеробактерий к хинолонам

Чистая культура энтеробактерий	Хинолоны (значение зоны ингибции роста (мм))		
	№ 1	№ 2	№ 3
<i>Escherichia coli</i>	28±2,2	15±1,6	26±1,8
<i>Shigella dysenteriae</i>	20±1,3	16±0,8	23±1,5
<i>Shigella flexneri</i>	24±1,8	20±1,5	23±2,5
<i>Salmonella Enteritidis</i>	27±1,5	22±1,8	19±1,2
<i>Klebsiella oxytoca</i>	33±2,4	18±0,7	25±1,6
<i>Proteus vulgaris</i>	22±2,8	15±0,5	20±1,5
<i>Providencia alcalifaciens</i>	20±1,2	20±2,4	24±0,8
<i>Hafnia alvei</i>	28±3,4	24±3,2	20±0,6
<i>Morganella morganii</i>	20±3,8	17±0,5	29±1,4
<i>Enterobacter cloacae</i>	26±2,6	23±2,5	19±0,5
<i>Citrobacter freundii</i>	21±1,2	28±2,7	18±0,7
<i>Serratia marcescens</i>	24±1,7	16±2,2	22±1,8
<i>Erwinia amylovora</i>	33±3,6	19±1,6	20±1,3
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	23±1,5	26±1,8	21±0,5
<i>Yersinia enterocolitica</i>	37±2,8	20±1,2	45±3,6

Таблица 6

Антибиотикочувствительность энтеробактерий

Чистая культура энтеробактерий	Антибиотики (значение зоны ингибции роста (мм))			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
<i>Escherichia coli</i>	8±0,8	18±1,2	17±0,5	26±2,3
<i>Shigella dysenteriae</i>	6±0,5	22±1,9	20±1,2	28±2,8
<i>Shigella flexneri</i>	5±0,4	26±2,2	25±1,5	30±2,6
<i>Salmonella Enteritidis</i>	8±1,4	15±0,8	20±1,6	22±1,8
<i>Klebsiella oxytoca</i>	10±1,6	8±1,8	25±3,2	24±1,5
<i>Proteus vulgaris</i>	12±1,8	12±1,3	25±3,8	28±2,5
<i>Providencia alcalifaciens</i>	8±0,8	20±1,4	25±2,6	25±1,8
<i>Hafnia alvei</i>	10±1,2	18±2,2	23±2,5	23±2,0
<i>Morganella morganii</i>	12±1,5	10±3,5	27±4,5	26±1,7
<i>Enterobacter cloacae</i>	10±1,4	8±1,4	26±1,9	27±2,2
<i>Citrobacter freundii</i>	8±0,5	20±1,6	25±1,5	30±2,4
<i>Serratia marcescens</i>	8±1,2	19±0,6	22±0,7	35±3,4
<i>Erwinia amylovora</i>	10±2,2	12±1,3	37±6,2	34±2,6
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	12±2,6	18±1,2	21±0,9	32±3,6
<i>Yersinia enterocolitica</i>	10±1,5	28±0,6	21±0,7	30±2,7

Ванкомицин является антибиотиком, ингибирующим биосинтез клеточной стенки бактерий, блокируя синтез пептидогликана. Ванкомицин проявляет активность в отношении большинства грамположительных микроорганизмов, особенно в отношении *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* и *Enterococcus spp.*, в том числе проявляющих устойчивость к антибактериальным препаратам других групп. Устойчивой резистентности к ванкомицину у грамположительных микроорганизмов не выявлено, за исключением единичных клинических случаев. Ванкомицин не имеет перекрёстной резистентности с другими антибиотиками.

Линезолид ингибирует биосинтез микробного белка по принципиально новому механизму действия, чем существенно превосходит по эффективности макролиды, линкозамиды, хлорамфеникол, тетрациклины и аминогликозиды. Линезолид высоко активен в отношении полирезистентных *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.*, а также в отношении *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium tuberculosis* и *Rhodococcus spp.*, *Clostridium perfringens*, *C. difficile*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides fragilis*. К линезолиду проявляют чувствительность и грамтрицательные бактерии *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Legionella*

spp., *Bordetella pertussis* и *B. parapertussis*. Линезолид обладает достаточно высокой активностью в отношении чувствительных и устойчивых грамположительных бактерий к оксациллину, аминогликозидам, фторхинолонам, макролидам и гликопептидам.

Телитромицин ингибирует биосинтез микробного белка у грамположительных бактерий (прежде всего у *Staphylococcus* spp. и *Streptococcus* spp.), проявляет активность в отношении некоторых грамотрицательных бактерий (*Neisseria* spp., *Haemophilus* spp., *Legionella* spp., *Helicobacter* spp.), а также высокоактивен в отношении *Chlamydia* spp., *Mycoplasma* spp. Телитромицин (кетOLID) сохраняет активность в отношении всех штаммов бактерий, устойчивых к макролидам и линкосамидам.

В результате минимальная подавляющая концентрация (МПК) ванкомицина и телитромицина для большинства культур энтеробактерий составляла 0,063 г/дм<sup>3</sup>, а МПК линезолида была на уровне 0,031 г/дм<sup>3</sup>. Обильный рост культур энтеробактерий наблюдался при концентрации ванкомицина и телитромицина 0,008 г на дм<sup>3</sup> среды, а линезолида в концентрации 0,004 на дм<sup>3</sup> среды. В итоге разработанная селективная добавка к питательной среде Drigalski Lactose Agar включает ванкомицин, линезолид и телитромицин (табл. 7). В связи с этим было решено присвоить данной добавке следующее наименование «Селективная добавка ВЛТ».

Таблица 7

Состав селективной добавки ВЛТ

Препараты антибактериальные	Концентрация, г/дм <sup>3</sup>
Ванкомицин	0,008
Линезолид	0,004
Телитромицин	0,008

**Заключение.** Наибольшую антимикробную активность в отношении всех выделенных культур энтеробактерий проявляли карбенициллин 30±2,3 из группы карбоксипенициллинов и пиперациллин 37±2,5 из группы уреидопенициллинов, канамицин 24±1,5, амикацин 26±1,7 и гентамицин 25±0,8, цефепим 38±3,2 из группы цефалоспоринов IV поколения, тетрациклин 28±1,6, доксициклин 34±2,3 и хлорамфеникол 31±2,5, налидиксовая кислота 37±2,8, триметоприм 35±3,4. Высокую устойчивость энтеробактерии проявляли к бензилпенициллину из группы естественных пенициллинов, к стрептомицину, цефалотину из группы цефалоспоринов I поколения, к полимиксину В, к офлоксацину (таривид) и метронидазолу. В ходе выбора селективных компонентов рассматривали антибактериальные препараты, эффективные в отношении сопутствующей грамположительной и грамотрицательной микрофлоры. Были выбраны из группы гликопептидов ванкомицин, из группы оксазолидинонов линезолид, из группы кетOLIDов телитромицин. В состав разработанной селективной добавки к среде Drigalski Lactose Agar введены антибиотики ванкомицин и телитромицин в дозе 0,008 г/дм<sup>3</sup>, линезолид в дозе 0,004 г/дм<sup>3</sup> среды.

#### Библиографический список

1. Ермаков, В. В. Модификация дифференциально-диагностической среды для выявления и дифференциации энтеробактерий / В. В. Ермаков, О. О. Датченко // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра зоотехнии и ветеринарии. – 2018. – Т. 7, № 1. – С. 174-179.
2. Поздеев, О. К. Детекция бета-лактамаз амрусклинических изолятов энтеробактерий / О. К. Поздеев, Н. Ю. Куряева, А. З. Валиуллина [и др.] // Практическая медицина. – 2018. – № 1 (112). – С. 148-152.
3. Парамонова, Н. Ю. Мониторинг распространения антимикробной резистентности в Костромской области / Н. Ю. Парамонова, В. В. Кузьмичёв, М. Ю. Якубовская // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 4 (16). – С. 160-163.
4. Стребкова, В. В. Динамика распространения карбапенемаз грамотрицательных бактерий в отделениях Воронежской городской клинической больницы скорой медицинской помощи № 10 / В. В. Стребкова, О.Н. Затолокина, М.С. Старкова, М.И. Калинина // Многопрофильный стационар. – 2017. – Т.4, №1. – С. 19-21.
5. Тапальский, Д. В. Металло-бета-лактамазы и карбапенемазы экстремально-антибиотикорезистентных энтеробактерий: распространение в Беларуси / Д. В. Тапальский, В. А. Осипова, Е. О. Евсеенко // Здоровоохранение (Минск). – 2017. – № 3. – С. 40-47.
6. Шепелин, А. П. Современное состояние и тенденции в разработке, производстве и применении питательных сред // Бактериология. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 42-47.

7. Шелепин, А. П. Современное состояние и направления развития производства питательных сред в России // Современная лабораторная диагностика. – 2015. – № 2 (16). – С. 18-20.
8. Шилова, А. Н. Характеристика энтеробактерий с множественной резистентностью, колонизирующих кишечный тракт у детей раннего возраста с врождёнными пороками сердца при поступлении в кардиохирургический стационар / А. Н. Шилова, В. Н. Ильина, А. И. Субботовская // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2016. – Т. 18, № 1. – С. 68-74.
9. Эленшлегер, А. А. Влияние препарата «Ветом 2» на микробный пейзаж кишечника у телят после антибиотикотерапии / А. А. Эленшлегер, В. А. Афанасьев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (148). – С. 126-132.
10. Пат. 163081 Российская Федерация, МПК С12М 1/14, А61В 10/02. Одноразовый стерильный микробиологический г-образный шпатель / Ермаков В. В. – №2016100537/14 ; заявл.11.01.2016 ; опубл. 10.07.2016 ; Бюл. № 19.

#### References

1. Ermakov, V. V. (2018). Modifikaciya differencialno-diagnosticheskoi sredy dlya vyivleniya i differenciacy enterobakteriy [Modification of differential diagnostic environment for the detection and differentiation of enterobacteria]. Scientific bases for improving the productivity and health of farm animals '18: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 174-179). Krasnodar: Krasnodar state University Research center of animal science and veterinary medicine [in Russian].
2. Pozdeev, O. K, Kuryaeva, N. Yu., Valiullina, A. Z., Karaganov, V. A., & Shulaeva, M. P. (2018). Detekciya beta-laktamaz amrsuklinicheskikh izolyatov enterobakterii [Detection of beta-lactamase amrsuclinic enterobacteria isolates]. *Prakticheskaya medicina – Practical medicine*, 1 (112), 148-152 [in Russian].
3. Paramonova, N. Yu. , Kuzmichyov, V. V., & Yakubovskaya, M. Yu. (2017).Monitoring rasprostraneniya antimikrobnoi rezistentnosti v Kostromskoi oblasti [Monitoring of spreading of antimicrobial resistance in the Kostroma region]. *Innovacii v APK: problemy i perspektivy – Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives*, 4 (16), 160-163 [in Russian].
4. Strebkova, V. V., Zatolokin, O. N., Starkova, M. S., & Kalinina, M. I. (2017). Dinamika rasprostraneniya karbapenemaz gramotricatelinykh bakterii v otdeleniyakh Voronezhskoi gorodskoi klinicheskoi bolnicy skoroi medicinskoj pomoshchi № 10 [Dynamics of spread of carbapenemases of gram-negative bacteria in the departments of the Voronezh City Clinical Emergency Hospital № 10]. *Mnogoprofilinyi stacionar. Multidisciplinary Hospital – Versatile hospital*, Vol. 4, 1, 19-21 [in Russian].
5. Tapalsky, D. V., Osipova, V. A., Evseenko, E. O., Savelieva, A. K., Kozlovskaya, I. V., & Kozik, A. P. et al. (2017). Metallo-beta-laktamazy i karbapenemazy ekstremalino-antibiotikorezistentnykh enterobakterii: rasprostranenie v Belarusi [Metal-beta-lactamase and carbapenemases of extremely antibiotic-resistant enterobacteria: spread in Belarus]. *Zdravoohraneniye (Minsk) – Healthcare (Minsk)*, 3, 40-47 [in Russian].
6. Shelepin, A. P. (2016). Sovremennoye sostoyaniye i tendencii v razrabotke, proizvodstve i primenenii pitatelinykh sred [Current status and trends in the development, production and use of culture media]. *Bakteriologiya – Bacteriology*, Vol. 1, 1, 42-47 [in Russian].
7. Shelepin, A. P. (2015). Sovremennoye sostoyaniye i napravleniya razvitiya proizvodstva pitatelinykh sred v Rossii [The current state and directions of development of production of nutrient media in Russia]. *Sovremennaya laboratornaya diagnostika – Modern laboratory diagnostics*, 2 (16), 18-20 [in Russian].
8. Shilova, A. N., Ilyina, V. N., Subbotovskaya, A. I., Kozyreva, V. S., Strunin, O. V., & Lomivorotov, V. V. (2016). Harakteristika enterobakterii s mnozhestvennoi rezistentnostiyu, koloniziruyushchih kischechnyi trakt u detei rannego vozrasta s vrozhdyonnymi porokami serdca pri postuplenii v kardiohirurgicheskii stacionar [Characteristics of multi-resistance enterobacteria that colonize the intestinal tract in young children with congenital heart defects when admitted to a cardiac hospital]. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya himioterapiya – Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*, Vol. 18, 1, 68-74 [in Russian].
9. Elenshleger, A. A., & Afanasev, V. A. (2017). Vliyanie preparata «Vetom 2» na mikrobnui peizazh kischechnika u teliat posle antibiotikoterapii [The influence of Vetom 2 on the microbial intestinal landscape in calves after antibiotic therapy]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*, 2 (148), 126-132 [in Russian].
10. Ermakov, V. V. (2016). Odnorazovyi sterilinyi mikrobiologicheskii g-obraznyi shpatel [One-time sterile microbiological g-shaped rod]. *Patent 163081, Russian Federation, 2016100537/14* [in Russian].

## ДИНАМИКА КАЧЕСТВА МОЛОЗИВА У КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПЕРВОГО ДОЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА

**Бакаева Лариса Николаевна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет.

460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

**Карамеев Сергей Владимирович**, д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

**Карамеева Анна Сергеевна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

**Ключевые слова:** порода, корова, молозиво, иммунитет, состав, иммуноглобулины, химический.

*Цель исследования – повышение жизнеспособности новорождённых телят и качества выращиваемого молодняка. Материал исследований – коровы молочных и комбинированных пород, районированных в природно-климатической зоне Среднего Поволжья и Южного Урала. Из них были сформированы четыре группы подопытных животных из глубокостельных коров: I группа – черно-пестрая порода, II группа – бестужевская, III группа – голштинская, IV группа – айрширская. После отела первое доение в подгруппах проводили через 30, 60, 90, 120, 150, 180 мин, отбирая средние пробы молозива для анализа. Установлено, что молозиво первого удоя у разных пород значительно отличается, особенно по массовой доле белка и его фракций. Коровы бестужевской породы превосходила своих сверстниц, соответственно на 6,1; 6,6; 0,7%. По мере увеличения времени до первого доения, происходит снижение массовой доли белка. Через 120 мин разница составила, соответственно по породам 0,9; 2,6; 0,8; 2,1%, через 180 мин – 2,4; 5,2; 2,3; 4,8%. Важным компонентом среди белковых фракций являются иммуноглобулины, которые формируют в организме телят колостральный иммунитет. Установлено, что в зависимости от времени до первого доения их динамика в сторону уменьшения еще более значительная. Через 120 мин после отела содержание иммуноглобулинов в молозиве коров снизилось, соответственно на 5,2; 12,9; 7,0; 9,7%, а через 180 мин – на 11,1; 28,9; 14,3; 27,0%. При этом по качеству молозиво айрширской породы приблизилось к нижнему порогу физиологической нормы, черно-пестрой – признано неполноценным, а голштинской породы – непригодным для выпаивания новорожденным телятам.*

## DYNAMICS OF THE QUALITY OF COW COLOSTRUM DEPENDING ON THE TIME OF THE FIRST MILKING AFTER CALVING

**Bakayeva L. N.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department «Technology of production and processing of animal products», FSBEI HE Orenburg state agricultural university.

460795, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

**Karamayev S. V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the department «Zootechnics», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

**Karamayeva A. S.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Zootechnics», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

**Keywords:** breed, cow, colostrum, immunity, composition, immunoglobulins, chemical.

The aim of the study is to increase the viability of newborn calves and the quality conditions for young-stock breeding. Dairy and combined breeds zoned in a climatic area of Central Volga and South Ural were studied. Four experimental groups contained down-calving cows were established: the first group- black and white, the II group – Bestuzhev, III group – Holstein, IV group – Ayrshire breeds. After calving the first milking in subgroups was carried out in 30, 60, 90, 120, 150, 180 min., taking the selected average samples of a colostrum for the analysis. It was established that the first yield colostrum from different breeds selected considerably differs, especially for protein content and its fractions. The Bestuzhev breed surpassed the analogs, respectively by 6.1; 6.6; 0.7%. There is a decrease of protein portion with time increase to the first milking. The difference amounted to 0.9; 2.6; 0.8; 2.1% in 120 min. in regard to different breeds and in 180 min. – 2.4; 5.2; 2.3; 4.8%. In 180 min in regard to the breed groups established. Immunoglobulins which form kolostral immunity for calves are very important component among protein fractions. It is established that depending on time of the first milking their content decreases even more considerably. In 120 min. after calving the content of immunoglobulins in a colostrum of cows decreased, respectively by 5.2; 12.9; 7.0; 9.7%, and in 180 min. – on 11.1; 28.9; 14.3; 27.0%. At the same time the quality of Ayrshire breed colostrum approached to the lowest point of physiological norm, black and white – was recognized as incomplete, and Holstein breed – was considered unsuitable for newborns at all.

Повсеместное внедрение интенсивной технологии производства молока с широким использованием генофонда импортного скота привело к большим проблемам в молочном скотоводстве России. Содержание коров на современных высокотехнологизированных комплексах оказывает жесткое влияние на их организм, в результате чего снижаются воспроизводительные способности, рождается слабый, нежизнеспособный молодняк, сокращается период продуктивного использования. Кроме того, постоянное наращивание величины удоя коров сопровождается значительным снижением качества молозива, особенно по содержанию массовой доли белка и его глобулиновой фракции, что способствует увеличению числа слабых нежизнеспособных телят [1, 2].

Одним из проявлений низкой жизнеспособности и недоразвитости новорожденных телят является высокая заболеваемость и падеж. В России ежегодно погибает до 20% родившегося молодняка крупного рогатого скота.

При этом, от всех случаев падежа в первые 5 дней жизни погибает около 50% телят, за 10 дней – 70%, за 15 дней – 80%. Основной причиной падежа телят является ослабленный иммунитет. В период внутриутробного развития теленок не получает иммуноглобулинов матери, так как плацента, выполняя функцию мощного биологического фильтра, не пропускает через кровяное русло, питающее эмбрион, ничего лишнего, даже так необходимые для его защиты антитела. Поэтому при рождении у телят наблюдается физиологический иммунодефицит, вызванный отсутствием в крови иммуноглобулинов [3, 4].

Хорошо известно, что для формирования в организме новорожденного теленка иммунитета необходимым компонентом является молозиво. Но при этом неизменным условием является качество молозива и время его получения после рождения. Многие ученые утверждают, что на качество молозива оказывают влияние множество генотипических и паратипических факторов, но результаты в большинстве случаев получены очень противоречивые [5, 6].

**Цель исследований** – повышение жизнеспособности новорождённых телят и качества выращиваемого молодняка.

**Задачи исследований** – изучить влияние времени первого доения новотельных коров на качество молозива.

**Материал и методы исследований.** Исследования проведены на современных специализированных комплексах по производству молока. Материалом исследований были коровы молочных и комбинированных пород, районированных в природно-климатической зоне Среднего Поволжья и Южного Урала. Для проведения опыта были сформированы четыре группы глубокостельных коров перед третьим отелом, по 50 голов в каждой: I группа – черно-пестрая порода, II группа – бес-тужевская, III группа – голштинская, IV группа – айрширская.

Отел коров проходил в октябре-ноябре. В опыте использовали коров после отела без патологий. В коров каждой группы делили на 6 подгрупп, в зависимости от времени первого доения коров после отела. В первой подгруппе коров доили через 30 мин после отела (контрольная), а в каждой последующей – с увеличением на 30 мин, т. е. через 60, 90, 120, 150 и 180 мин. После

первого доения брали среднюю пробу молозива для анализа. Анализ молозива проводили по химическому составу и содержанию иммуноглобулинов на сертифицированном оборудовании в научно-исследовательской лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарская ГСХА и комплексно-аналитической лаборатории ВНИИМСа.

**Результаты исследований.** Установлено, что изучаемые породы значительно различаются по величине первого удоя и химическому составу молозива. Самые высокие удои отмечены в группе коров голштинской породы (9,7 кг), которые превосходили аналогов черно-пестрой породы на 2,1 кг (27,6%;  $P < 0,01$ ), бестужевской – на 4,4 кг (83,0%;  $P < 0,001$ ), айрширской – на 0,7 кг (7,8%). При этом следует отметить, что качество молозива изменялось в обратной от величины удоя последовательности (табл. 1).

Таблица 1

Влияние времени первого доения коровы после отела на химический состав молозива

Время после отела, мин	МДЖ, %	МДБ, %	в том числе, %			Лактоза, %
			казеин	альбумин	глобулин	
Черно-пестрая порода						
30	6,7±0,02	17,8±0,08	5,8±0,03	5,2±0,02	6,8±0,08	2,0±0,01
60	6,7±0,03	17,6±0,08	5,9±0,03	4,9±0,04	6,8±0,08	2,1±0,01
90	6,6±0,03	17,3±0,09	5,9±0,03	4,8±0,03	6,6±0,10	2,1±0,01
120	6,4±0,03	16,9±0,10	5,7±0,04	4,7±0,03	6,5±0,11	2,2±0,01
150	6,3±0,04	16,1±0,12	5,5±0,04	4,5±0,05	6,1±0,13	2,3±0,01
180	6,1±0,03	15,4±0,11	5,3±0,04	4,3±0,04	5,8±0,12	2,3±0,01
Бестужевская порода						
30	8,0±0,03	23,9±0,09	6,8±0,03	6,9±0,03	10,2±0,09	2,0±0,01
60	7,9±0,03	23,6±0,09	6,9±0,04	6,7±0,03	10,0±0,08	2,0±0,01
90	7,9±0,04	22,8±0,11	6,5±0,04	6,6±0,03	9,7±0,09	2,0±0,01
120	7,8±0,04	21,3±0,12	6,3±0,04	5,9±0,04	9,1±0,12	2,1±0,01
150	7,6±0,05	19,9±0,14	6,0±0,06	5,4±0,05	8,5±0,13	2,2±0,01
180	7,5±0,05	18,7±0,15	5,7±0,06	5,3±0,07	7,7±0,15	2,2±0,01
Голштинская порода						
30	7,1±0,04	17,3±0,11	5,5±0,02	5,1±0,04	6,7±0,10	2,2±0,01
60	7,1±0,04	17,2±0,11	5,5±0,02	5,0±0,05	6,7±0,12	2,2±0,01
90	7,0±0,05	16,9±0,13	5,4±0,03	4,9±0,05	6,6±0,12	2,3±0,01
120	6,9±0,05	16,5±0,14	5,3±0,03	4,8±0,04	6,4±0,13	2,3±0,01
150	6,7±0,06	15,8±0,16	5,3±0,05	4,6±0,06	5,9±0,15	2,4±0,01
180	6,4±0,05	15,0±0,15	5,2±0,06	4,3±0,05	5,5±0,17	2,5±0,01
Айрширская порода						
30	8,3±0,02	23,3±0,08	6,7±0,03	6,8±0,04	9,7±0,11	2,2±0,01
60	8,3±0,02	23,1±0,08	6,7±0,03	6,8±0,04	9,6±0,11	2,2±0,01
90	8,1±0,03	22,5±0,10	6,7±0,03	6,7±0,04	9,1±0,10	2,2±0,01
120	8,0±0,03	21,1±0,10	6,4±0,04	6,2±0,03	8,5±0,12	2,3±0,01
150	7,9±0,03	19,6±0,11	6,1±0,05	5,8±0,05	7,7±0,13	2,3±0,01
180	7,7±0,04	18,4±0,13	5,9±0,05	5,5±0,04	7,0±0,11	2,4±0,01

При увеличении времени между отелом и первым доением коровы установлена стабильная динамика изменения всех компонентов молозива в сторону уменьшения. Наиболее значительную долю в составе сухого вещества молозива занимают белки. По сравнению с нормальным молоком массовая доля белка (МДБ) в молозиве больше в 5,4-7,5 раза. Самое высокое содержание белка, через 30 мин после отела, установлено в молозиве коров бестужевской породы (23,9%). Разница по сравнению с черно-пестрой породой составила 6,1% ( $P < 0,001$ ), голштинской – 6,6% ( $P < 0,001$ ), айрширской – 0,7% ( $P < 0,01$ ).

Несмотря на то, что коров перед отелом не поддаивали, по мере увеличения времени от отела до первого доения, наблюдалось изменение химического состава молозива, особенно его белковой составляющей. Это очень важно, так как белки являются основой жизнеобеспечения организма новорожденных. Казеиновая фракция обеспечивает питание теленка, альбуминовая – его рост, а глобулиновая – защитную функцию.

Анализ полученных результатов показал, что в течение первых 60-90 мин после отела, качество молозива практически не изменяется. Через 120 мин после отела МДБ снизилась у коров черно-пестрой породы на 0,9% ( $P<0,001$ ), бестужевской – на 2,6% ( $P<0,001$ ), голштинской – на 0,8% ( $P<0,05$ ), айрширской – на 2,1% ( $P<0,001$ ); через 180 мин разница составила, соответственно 2,4% ( $P<0,001$ ); 5,2; ( $P<0,001$ ); 2,3% ( $P<0,001$ ); 4,8% ( $P<0,001$ ). Таким образом, у пород с изначально высокой МДБ в молозиве, изменение его белкового состава после отела проходит более интенсивно. Через 180 мин после отела разница по МДБ в молозиве, по сравнению с бестужевской породой, составила у черно-пестрой – 3,3% ( $P<0,001$ ), голштинской – 3,7% ( $P<0,001$ ), айрширской – 0,3%, т. е. сократилась в два раза.

При этом очень важно, как изменяется структура белков молозива. Через 30 мин после отела в белках молозива черно-пестрой породы доля казеина составляет 32,6%, альбумина – 29,2%, глобулина – 38,2%, бестужевской породы, соответственно – 28,4; 28,9; 42,7%, голштинской – 31,8; 27,7; 40,5, айрширской – 28,9; 29,3; 41,8%. Через 120 мин после отела, структура данных фракций белка составила, соответственно по породам: 33,7, 27,8, 38,5%; 29,6, 27,7, 42,7%; 32,1, 29,1, 38,8%; 30,3, 29,4, 40,3%, через 180 мин: 34,4, 27,3, 37,7%; 30,5, 28,3, 41,2%; 34,6, 28,7, 36,7%; 32,1, 29,9, 38,0%. Таким образом, через 180 мин после отела массовая доля глобулиновой фракции белков, которые отвечают в организме новорожденных телят за формирование колострального иммунитета, сокращается у черно-пестрой породы на 1,0% ( $P<0,01$ ), бестужевской – на 2,5% ( $P<0,001$ ), голштинской – на 1,2% ( $P<0,01$ ), айрширской – на 2,7% ( $P<0,001$ ), а их доля в структуре белков, соответственно на 0,5; 1,5; 3,8; 3,8%. При этом содержание глобулинов в молозиве бестужевской породы было выше, чем у черно-пестрой на 1,9% ( $P<0,001$ ), голштинской – на 2,2% ( $P<0,001$ ), айрширской – на 0,7% ( $P<0,05$ ).

Очень важным компонентом глобулиновой фракции белков молозива являются иммуноглобулины. Иммуноглобулины – это сложные белковые фракции крови, способные связываться с чужеродными веществами – антигенами – и обеспечивать в организме животного гуморальный иммунитет. В молозиве коров более 80% иммуноглобулинов поступает из крови в предотельный период [6].

Исследования показали, что после отела в составе молозива начинают происходить определенные изменения, в том числе и в глобулиновой фракции белков (табл. 2).

Таблица 2

Влияние времени первого доения коровы после отела на содержание иммуноглобулинов в молозиве, г/л

Время после отела, мин	Порода			
	черно-пестрая	бестужевская	голштинская	айрширская
30	63,8±0,69	99,2±0,73	54,4±0,63	84,5±0,67
60	63,1±0,71	98,3±0,78	53,7±0,86	83,6±0,74
90	62,3±0,75	92,6±0,84	52,8±0,88	82,8±0,72
120	60,5±0,68	86,4±0,86	50,6±0,79	76,3±0,76
150	58,2±0,76	78,1±0,92	49,1±0,87	68,9±0,83
180	56,7±0,80	70,5±0,89	46,6±0,84	61,7±0,78

При доении коров через 30 мин после отела получено молозиво самого высокого качества, с высоким содержанием иммуноглобулинов. Но даже в этом случае молозиво коров голштинской породы следует признать неполноценным, так как содержание иммуноглобулинов 54,4 г/л, является ниже физиологической нормы (60 г/л). Лучшее молозиво получено от коров бестужевской породы (99,2 г/л), которые превосходили своих сверстниц черно-пестрой породы на 35,4 г/л (55,5%;  $P<0,001$ ), голштинской – на 44,8 г/л (82,3%;  $P<0,001$ ), айрширской – 14,7 г/л (17,4%;  $P<0,001$ ).

В отличие от других компонентов молозива, по содержанию иммуноглобулинов наблюдаются существенные изменения уже через 60 мин после отела. В молозиве черно-пестрой породы содержание иммуноглобулинов снизилось на 0,7 г/л (1,1%), бестужевской – на 0,9 г/л (0,9%), голштинской – на 0,7 г/л (1,3%), айрширской – на 0,9 г/л (1,1%). Данные различия можно с большой вероятностью отнести к индивидуальным особенностям коров в этих подгруппах, но дальнейшее

увеличение времени первого доения после отела показывает отрицательную динамику иммуноглобулинов в молозиве первого удоя.

Доение коров через 120 мин после отела показало, что содержание иммуноглобулинов в молозиве черно-пестрой породы стало меньше на 3,3 г/л (5,2%;  $P < 0,05$ ), бестужевской – на 12,8 г/л (12,9%;  $P < 0,001$ ), голштинской – на 3,8 г/л (7,0%;  $P < 0,05$ ), айрширской – на 8,2 г/л (9,7%;  $P < 0,001$ ). При этом, качество молозива в группе коров черно-пестрой породы приблизилось к черте нижнего порога физиологической нормы (60,5 г/л), а в группе голштинской породы к критическому уровню (50,6 г/л). По данным ряда ученых [7, 8], молозиво с содержанием иммуноглобулинов менее 45 г/л не способствует созданию в организме теленка колострального иммунитета.

В молозиве коров, которых первый раз доили через 180 мин после отела, разница с первоначальным состоянием по содержанию иммуноглобулинов у черно-пестрой породы составила 7,1 г/л (11,1%;  $P < 0,01$ ), бестужевской – на 28,7 г/л (28,9%;  $P < 0,001$ ), голштинской – на 7,8 г/л (14,3%;  $P < 0,001$ ), айрширской – на 22,8 г/л (27,0%;  $P < 0,001$ ). Следует отметить, что молозиво коров черно-пестрой породы, с содержанием иммуноглобулинов 56,7 г/л, было признано неполноценным, а коров голштинской породы, непригодным для выпаивания новорожденным телятам (46,6 г/л). Содержание иммуноглобулинов в молозиве коров айрширской породы снизилось до минимально допустимого уровня физиологической нормы, что значительно ухудшает его свойства как иммуномодулятора. И только у коров бестужевской породы, благодаря изначально высокому уровню иммуноглобулинов, даже при самой высокой интенсивности снижения содержания (28,9), их количество в молозиве составило 70,5 г/л, что вполне соответствует физиологической норме.

Полученные результаты показали, что необратимый биологический процесс, связанный с изменением качества молозива после отела коровы, протекает достаточно интенсивно, в независимости от того, было проведено выдаивание (высасывание) молозива из вымени или нет. При этом установлено, что интенсивность снижения качества молозива у изучаемых пород совершенно разная и обусловлена, вероятней всего, количественным содержанием основных компонентов молозива. Но остается пока непонятным сам механизм регулирования содержания этих компонентов, особенно если не происходит оттока молозива из вымени. Возможно, он основан на явлении реабсорбции составляющих элементов молозива, когда при увеличении времени первого доения после отела вымя переполняется молозивом и сильно возрастает внутривыменное давление.

**Заключение.** Смоделированная в данном опыте ситуация по увеличению времени первого доения коровы после отела является недопустимой для современного производства и может быть только причиной грубого нарушения технологической и трудовой дисциплины. При нормальном отеле хорошо развитый теленок способен встать на ноги через 20-40 мин после рождения. Поэтому, как это и предписано инструкцией, первую порцию молозива новорожденный теленок должен получить через 30-60 мин после появления на свет, но не позднее 90 мин, так как далее происходят необратимые изменения в составе молозива и его свойствах, что не способствует формированию полноценного иммунитета в организме теленка.

#### Библиографический список

1. Злобин, С. Качество молозива и сохранность телят // Животноводство России. – 2008. – №3. – С. 57-58.
2. Овчаренко, Э. В. Свойства и использование молозива в животноводстве и медицине / Э. В. Овчаренко, А. А. Иванов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – №1. – С. 16-26.
3. Бакаева, Л. Н. Динамика качества молозива первого удоя у коров молочных пород в зависимости от сезона отела / Л. Н. Бакаева, А. С. Карамаяева, С. В. Карамаяев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №7. – С. 41-44.
4. Карамаяев, С. В. Адаптационные особенности молочных пород скота : монография / С. В. Карамаяев, Г. М. Топурия, Л. Н. Бакаева [и др.]. – Самара : РИЦ СГСХА, 2013. – 195 с.
5. Zarcuła, S. Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow / S. Zarcuła, H. Cemescu, C. Mircu, C. Tulcan, A. Morvay, S. Baul, D. Popovici // Anim. Sci. Biotechn. – 2010. – 43(1). – P. 154-157.
6. Georgiev, I. P. Differences in chemical composition between cow colostrums and milk / I. P. Georgiev // Bulg. J. Veter. Med. – 2008. – 11(1). – P. 3-12.

7. Akers, R. M. Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows / R. M. Akers // J. Dairy Sci. – 2006. – 89(4). – P. 1222-1234.
8. Fox, A. Scientific and medical research related to bovine colostrums. Its relationship and use in the treatment of disease in humans / A. Fox, A. Kleinsmith // Selected publishers abstracts. – 2010. – P. 33-39.

#### References

1. Zlobin, S. (2008). Kachestvo moloziva i sohrannost teliat [Quality of colostrum and safety of calves]. *Zhivotnovodstvo Rossii – Farming in Russian*, 3, 57-58 [in Russian].
2. Ovcharenko, E. V., & Ivanov, A. A. (2012). Svoistva i ispolizovanie moloziva v zhivotnovodstve i meditsine [Properties and use of colostrum in animal husbandry and medicine]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh – Problems of productive animals biology*, 1, 16-26 [in Russian].
3. Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S., & Karamaev, S. V. et al. (2018) Dinamika kachestva moloziva pervogo udoya u korov molochnykh porod v zavisimosti ot sezona otela [Dynamics of quality of colostrum of the first milk yield at cows of dairy breeds depending on a calving season]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 7, 41-44 [in Russian].
4. Karamayev, S. V., Topuria, G. M., & Bakayeva, L. N. et al. (2013). *Adaptatsionnye osobennosti molochnykh porod skota [Adaptation features of dairy breeds of cattle]*. Samara: PC Samara SAA [in Russian].
5. Zarcula, S., Cemescu, H., Mircu, C., Tulcan, C., Morvay, A., & Baul, S. et al. Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Anim. Sci. Biotechn.*, 43(1), 154-157.
6. Georgiev, I. P. (2008) Differences in chemical composition between cow colostrums and milk. *Bulg. J. Veter. Med*, 11(1), 3-12.
7. Akers, R. M. (2006) Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows. *Journal Dairy Science*, 89(4), 1222-1234.
8. Fox, A., & Kleinsmith, A. (2010) Scientific and medical research related to bovine colostrums. Its relationship and use in the treatment of disease in humans. *Selected publishers abstracts*, 33-39.

DOI 10.12737/27845/

УДК 579.62 : 579.61 : 579.26

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ DRIGALSKI LACTOSE AGAR

**Ермаков Владимир Викторович**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Эпизоотология, патология и фармакология», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Датченко Оксана Олеговна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Эпизоотология, патология и фармакология», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Курлыкова Юлия Александровна**, 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: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Ключевые слова:** рецептура, среда, агар, лактоза, дифференциация, энтеробактерии, питательная.

Цель исследования – совершенствование рецептуры питательной среды Drigalski Lactose Agar производства компании AppliChem, предназначенной для выделения и дифференциации энтеробактерий. Задачи – разработать новую рецептуру питательной среды Drigalski Lactose Agar; определить эффективность культивирования энтеробактерий на применяемых в лабораторной практике питательных средах и на усовершенствованной авторами среде Drigalski Lactose Agar. В лабораторных условиях модифицированную авторами питательную дифференциально-диагностическую среду агар Дригальского с лактозой рекомендуется использовать для культивирования (выделения) и дифференциации энтеробактерий семейства *Enterobacteriaceae*. Дифференциация энтеробактерий на модифицированной среде проводится по их способности ферментировать лактозу, маннит, глюкозу, сахарозу, желатин и образовывать сероводород. Среда может также использоваться для проведения санитарно-микробиологического исследования объектов окружающей среды. Среда может быть использована для проведения

*ONPG-теста. Эффективность культивирования энтеробактерий, выделенных от различных видов животных, на наиболее часто применяемых дифференциально-диагностических средах, в том числе с использованием новой рецептуры среды Drigalski Lactose Agar, составляла от  $16,28 \pm 1,44$  до  $42,18 \pm 4,12$  ч. Энтеробактерии, выделенные от сельскохозяйственных и диких животных, образовывали колонии на модифицированном агаре Дригальского с лактозой в течение 24 ч, а энтеробактерии, выделенные от зоопарковых животных, в течение 25-31 ч.*

## IMPROVEMENT OF THE CONTENT OF THE DRIGALSKI LACTOSE AGAR NUTRIENT MEDIUM

**Ermakov V. V.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Epizootology, pathology and pharmacology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Datchenko O. O.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Epizootology, pathology and pharmacology», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Kurlykova Yu. A.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Anatomy, obstetrics and surgery», FSBEI HE Samara SAA.

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

E-mail: Vladimir\_21\_2010@mail.ru

**Keywords:** mix formulation, environment, agar, lactose, differentiation, enterobacteria, breeding ground.

The purpose of the study is to improve the mix formulation of the Drigalski Lactose Agar breeding ground, produced by AppliChem, and aimed at enterobacteria isolation and differentiation. Development of a new mix formulation for the Drigalski Lactose Agar breeding ground, efficient assessment of cultivation of enterobacteria on its improved base and other breeding grounds used in the laboratory practice by the authors was the task of the study. *The improved agar Drigalski differential medium with lactose is recommended for cultivation (isolation) of different enterobacteria of Enterobacteriaceae family.* Differentiation of enterobacteria on improved medium is carried out according to their ability to ferment lactose, mannitol, glucose, sucrose, gelatin and form hydrogen sulfide. The medium can also be used for sanitary and microbiological examination of environmental objects. The medium can be used also to conduct the ONPG test. The efficiency of cultivation of enterobacteria isolated from various animal species on the most frequently used differential diagnostic medium, including new formulation of the Drigalski Lactose Agar, ranged from  $16.28 \pm 1.44$  to  $42.18 \pm 4.12$  hours. Enterobacteria isolated from farm and wild animals formed colonies on improved Drygalsky agar with lactose during 24 hours, and enterobacteria isolated from zoo animals within 25-31 hours.

Диагностика инфекционных заболеваний является одной из сложных проблем в клинической медицине. Лабораторные методы исследования при ряде нозологических форм играют ведущую, а в целом ряде клинических ситуаций решающую роль не только в плане диагностики, но и в определении конечного исхода заболевания. Диагностика инфекционных заболеваний почти всегда предусматривает использование комплекса лабораторных методов. При этом бактериологическая группа методов является одной из трёх ведущих в диагностике инфекционных заболеваний [1, 2, 3, 4].

Одним из важных элементов в лабораторной диагностике острых кишечных инфекций (ОКИ) и оппортунистических инфекций, вызванных энтеробактериями, является выделение возбудителя в чистой культуре на питательных средах [5, 6, 7]. В связи с этим совершенствование рецептуры питательных сред, предназначенных для выделения и дифференциации условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, является актуальным и практически значимым.

**Цель исследований** – совершенствование рецептуры питательной среды Drigalski Lactose Agar производства компании AppliChem, предназначенной для выделения и дифференциации энтеробактерий.

**Задачи исследований** – разработать новую рецептуру питательной среды Drigalski Lactose Agar; определить эффективность культивирования энтеробактерий на применяемых в лабораторной практике питательных средах и на усовершенствованной среде Drigalski Lactose Agar.

**Материал и методы исследований.** Объект исследований – модифицированная дифференциально-диагностическая коммерческая питательная среда, предназначенная для выделения и дифференциации патогенных и условно-патогенных энтеробактерий, а также для проведения санитарно-бактериологического исследования. Материал для исследований – 253 изолятов бактерий, выделенных из кишечного микробиотопа различных видов животных. Сельскохозяйственные животные: коровы, овцы, козы, свиньи, лошади, птица (куры и гуси). Дикие животные: кабаны, лоси, лисы. Зоопарковые животные: пони, верблюды. Домашние животные: кошки и коты, собаки, хорьки, шиншиллы. Исследование проводили в период с 2010 по 2017 гг. Суспензию биоматериала для получения роста культур бактерий высевали на дифференциально-диагностические и селективно-элективные питательные среды. Суспензию биоматериала высевали на питательный агар с эозинметиленовым синим Левина, на среду Drigalski Lactose Agar, производства компании AppliChem, на новую среду, приготовленную по разработанной новой рецептуре.

Наряду с перечисленными средами, эшерихии выделяли на средах Эндо и кровяном агаре. Протеи выделяли на агаре П-1 с полимиксином и солями желчных кислот, на скошенном мясопептонном агаре (МПА) и кровяном МПА, клебсиеллы выделяли на агаре Плоскирёва и кровяном МПА. Сальмонеллы выделяли на висмут-сульфитном агаре и железо-сульфитном агаре, в селениновой среде Leifson (коммерческой и модифицированной), а также в магниевой среде, тетротрионовой среде Мюллера и среде Мюллера-Кауфмана, на сальмонелла-шигелла агаре. Иерсинии выделяли на дифференциально-диагностическом СБТС-агаре и селективном CIN-агаре, на глюкозо-кровяном агаре, морганеллы – на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, гафнии – на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, эрвинии – на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, энтеробактерии – на эозинметиленовом агаре, серрации – на пептон-глицериновом агаре, клейверы – на глюкозо-кровяном агаре, цитробактерии – на висмут-сульфитном агаре и агаре Плоскирева, провиденции – на глюкозо-кровяном агаре, шигеллы выделяли на сальмонелла-шигелла агаре. Суспензию материала распределяли одноразовым стерильным микробиологическим г-образным шпателем по поверхности среды в чашке Петри и инкубировали в термостате при 25-30°C, 37°C 48-72 ч [8]. Чистые культуры микроорганизмов идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам. Подсчёт количества выросших колоний микроорганизмов (КОЕ – колониеобразующая единица) на плотных питательных средах проводили общепринятым методом на приборе ПСБ (прибор счёта бактерий).

Эффективность культивирования энтеробактерий на применяемых в лабораторной практике питательных средах и на усовершенствованной среде Drigalski Lactose Agar, приготовленной по новой рецептуре определяли по времени появления колоний микроорганизмов и накопления, достаточного для идентификации биоматериала.

Результаты исследований обрабатывали статистически по общепринятой методике с использованием компьютерной программе Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Работа выполнена на базе кафедры «Эпизоотология, патология и фармакология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» за период с 2010 по 2017 гг. В течение первого этапа исследований проводили выделение, культивирование и идентификацию культур энтеробактерий, полученных от различных видов животных. В ходе второго этапа проводили анализ рецептур питательных микробиологических сред для энтеробактерий, сред обогащения и дифференциально-диагностических сред. Осуществляли подбор питательной основы и формообразователя, стимуляторов роста, углеводов, индикатора, селективных компонентов и ингибиторов роста сопутствующей микрофлоры для модификации агара Дригальского с лактозой (Drigalski Lactose Agar, AppliChem A5731,0500).

Материал исследований – 253 изолята энтеробактерий, выделенные из кишечного микробиотопа различных видов животных. Объект исследований – разработанная новая рецептура дифференциально-диагностической питательной среды Drigalski Lactose Agar с селективной добавкой. Рецептура среды Drigalski Lactose Agar производства компании AppliChem имеет следующий состав (г/л): пептон 15,0 г, мясной экстракт 3,0 г, дрожжевой экстракт 3,0 г, дезоксихолат натрия 1,0 г,

натрия тиосульфат 1,0 г, лактоза 15,0 г, кристаллический фиолетовый 0,005 г, бромтимоловый синий 0,08 г, агар 11,0 г. Среда имеет pH 7,3±0,2.

Выделение, культивирование и идентификация культур энтеробактерий. Суспензию биоматериала (фекалии животных) для получения роста культур энтеробактерий высевали на дифференциально-диагностические и селективно-элективные питательные среды. Суспензию биоматериала распределяли одноразовым стерильным микробиологическим г-образным шпателем по поверхности среды в чашке Петри и инкубировали в термостате при 25-30°C, 37°C 48-72 ч, в зависимости от выделяемой культуры энтеробактерий [8]. Чистые культуры энтеробактерий идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам. Подсчёт количества выросших колоний микроорганизмов (КОЕ – колониеобразующая единица) на плотных питательных средах проводили общепринятым методом на приборе ПСБ (прибор счёта бактерий).

Результаты исследований обрабатывали статистически по общепринятой методике с использованием PC Pentium с помощью приложения Microsoft Office 2003 Excel-7.

**Результаты исследований.** В ходе создания новой рецептуры Drigalski Lactose Agar проводился подбор питательной основы и формообразователя питательной среды. В качестве агаровой основы для модификации лактозного агара использовали агар бактериологический сухой производства ФБУН ГНЦ МПБ Оболенск (Россия). В ходе выбора питательной основы и стимуляторов роста учитывали полноценность компонентов по набору питательных веществ и их доступность для микроорганизмов. С целью обогащения питательной основы высокомолекулярными пептидами в рецептуру среды ввели пептон ферментативный бактериологический с высоким содержанием триптофана производства HiMedia Laboratories (Индия). Пептон, полученный путём ферментативного гидролиза с использованием пепсина и трипсина, содержит большое количество высокомолекулярных пептидов и аминокислот. В качестве стимуляторов роста энтеробактерий в рецептуру питательной среды решено было ввести аминокептид, экстракт хлебных дрожжей.

В ходе выбора минеральных компонентов учитывали потребность в них энтеробактерий, взаимодействие их с другими компонентами среды, предполагаемую диагностическую информативность и ингибирующий эффект на сопутствующую микрофлору. Натрия хлорид необходим для создания изотонических условий среды, оптимально подходящих для роста и размножения микроорганизмов. Натрия хлорид ингибирует рост сопутствующих грамположительных стрептококков.

Углеводы ввели в рецептуру среды для дифференциации энтеробактерий по признаку ферментации лактозы, глюкозы, сахарозы и маннита. Углеводы лактоза и маннит входят в пропись А среды, а глюкоза и сахароза включены в пропись Б среды. Углеводы служат наилучшим источником углерода для большого спектра микроорганизмов.

Желатин решено ввести в рецептуру среды с целью выявления протеолитической активности у энтеробактерий, в частности у представителей рода *Proteus*.

Краситель фуксин основной необходим для дифференциации энтеробактерий, ферментирующих главным образом лактозу.

В качестве индикатора были выбраны доступные и наиболее часто используемые в рецептурах дифференциально-диагностических питательных сред индикатор Андреде с индикатором ВР. В состав индикатора Андреде входит фуксин кислый, гидроксид натрия 1N и дистиллированная вода. Комбинированный индикатор ВР состоит из водного голубого и розоловой кислоты (аурин, пэонин или красный кораллин).

В качестве селективных ингибиторов роста сопутствующей микрофлоры решено использовать антибиотики, находящиеся в селективной добавке к среде.

Таким образом, рецептура модифицированного лактозного агара имеет состав, состоящий из двух прописей А и Б (табл. 1).

Работа с модифицированной питательной средой предусматривает использование двухсекционных одноразовых чашек Петри. При этом можно использовать также многоразовые стеклянные чашки Петри с перегородкой, делящей чашку на две равные секции. В одну секцию наливают компонент А модифицированного лактозного агара, в другую секцию разливают компонент Б.

Таблица 1

## Новая рецептура питательной среды Drigalski Lactose Agar

Компоненты среды	Пропись А (г/дм <sup>3</sup> )	Пропись Б (г/дм <sup>3</sup> )
Агар бактериологический	12,0	12,0
Панкреатический гидролизат рыбной муки	5,0	5,0
Панкреатический гидролизат казеина	5,0	5,0
Пептон ферментативный бактериологический с высоким содержанием триптофана	5,0	5,0
Аминопептид	2,0	2,0
Экстракт хлебных дрожжей	2,0	2,0
Желатин	0,5	0,5
Натрия хлорид	5,0	5,0
Натрия карбонат	0,5	0,5
Натрия сульфит	0,5	0,5
Натрия тиосульфат	0,3	0,3
Железо (II) сульфат	1,0	1,0
Углевод	Лактоза 10,0	Глюкоза 10,0
Углевод	Маннит 7,0	Сахароза 7,0
Фуксин основной	1,0	1,0
Индикатор Андресе с индикатором ВР	0,2	0,2

Выявление эффективности питательных дифференциально-диагностических сред с селективным эффектом проводилось согласно времени, необходимому для образования на средах колоний энтеробактерий семейства Enterobacteriaceae 1-3 мм в диаметре. Время культивирования энтеробактерий, выделенных от сельскохозяйственных животных, составило от 18,28±1,56 до 33,28±3,58 ч (табл. 2), а от диких животных – от 16,28±1,44 до 33,74±4,14 ч (табл. 3).

Таблица 2

## Время культивирования энтеробактерий, выделенных от сельскохозяйственных животных

Культуры энтеробактерий	Время культивирования, ч		
	Эндо агар	Drigalski Lactose Agar, производства компании AppliChem	Новая рецептура Drigalski Lactose Agar
<i>Escherichia coli</i>	22,82±1,12	22,56±0,74	20,34±0,85
<i>Salmonella Enteritidis</i>	28,34±3,26	26,14±1,84	20,76±1,12
<i>Klebsiella oxytoca</i>	26,54±2,32	27,44±1,82	22,28±0,94
<i>Proteus vulgaris</i>	30,48±2,64	28,16±2,32	23,14±1,22
<i>Providencia alcalifaciens</i>	33,28±3,58	29,18±2,66	21,52±1,35
<i>Hafnia alvei</i>	28,56±2,74	27,36±2,52	22,54±1,26
<i>Morganella morganii</i>	28,66±2,52	26,18±2,36	20,58±1,64
<i>Enterobacter cloacae</i>	27,58±2,44	26,64±1,88	18,66±0,78
<i>Citrobacter freundii</i>	28,26±2,66	27,12±2,52	23,75±1,88
<i>Serratia marcescens</i>	25,74±2,78	27,48±2,38	22,68±1,32
<i>Erwinia amylovora</i>	32,58±3,42	30,22±2,14	25,72±1,34
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	26,38±2,88	24,58±2,22	21,25±1,36
<i>Yersinia enterocolitica</i>	23,76±1,34	20,36±1,78	18,28±1,56

Таблица 3

## Время культивирования энтеробактерий, выделенных от диких животных

Культуры энтеробактерий	Время культивирования, ч		
	Эндо агар	Drigalski Lactose Agar, производства компании AppliChem	Новая рецептура Drigalski Lactose Agar
1	2	3	4
<i>Escherichia coli</i>	21,32±0,75	20,14±1,12	16,28±1,44
<i>Shigella dysenteriae</i>	28,56±2,16	25,32±1,74	23,38±1,52
<i>Shigella flexneri</i>	33,42±1,72	28,33±2,08	26,76±1,88
<i>Salmonella Enteritidis</i>	25,56±1,18	23,88±1,36	20,44±1,06
<i>Klebsiella oxytoca</i>	27,38±1,84	27,17±2,08	23,14±1,76
<i>Proteus vulgaris</i>	28,44±1,57	26,12±1,88	22,86±1,12
<i>Providencia alcalifaciens</i>	28,87±2,18	27,30±1,94	18,59±2,04
<i>Hafnia alvei</i>	27,30±1,68	25,22±1,60	20,34±0,94

1	2	3	4
<i>Morganella morganii</i>	26,88±1,78	24,56±1,80	22,33±1,26
<i>Enterobacter cloacae</i>	29,18±1,33	24,28±1,66	19,52±1,34
<i>Citrobacter freundii</i>	26,08±1,82	25,88±1,06	20,55±1,38
<i>Serratia marcescens</i>	27,34±1,66	25,29±1,43	20,83±1,90
<i>Erwinia amylovora</i>	30,73±2,06	27,12±1,83	24,68±1,78
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	28,77±4,67	27,89±3,88	25,08±2,13
<i>Yersinia enterocolitica</i>	22,74±0,95	19,64±1,13	16,56±0,82

Время культивирования энтеробактерий, выделенных от зоопарковых животных, составило от 17,06±3,78 до 36,52±2,08 ч (табл. 4), а от домашних животных составило от 18,72±2,32 до 42,18±4,12 ч (табл. 5).

Таблица 4

## Культивирование энтеробактерий, выделенных от зоопарковых животных

Культуры энтеробактерий	Время культивирования, ч		
	Эндо агар	Drigalski Lactose Agar, производства компании AppliChem	Новая рецептура Drigalski Lactose Agar
<i>Escherichia coli</i>	19,04±1,14	20,32±1,22	21,86±1,52
<i>Shigella dysenteriae</i>	30,24±1,62	27,52±1,38	25,08±1,08
<i>Shigella flexneri</i>	28,15±2,32	28,08±2,16	26,43±2,76
<i>Salmonella Enteritidis</i>	25,24±1,86	22,44±2,34	25,42±2,89
<i>Klebsiella oxytoca</i>	25,44±2,65	28,06±2,55	26,22±1,94
<i>Proteus vulgaris</i>	30,28±3,65	28,18±2,38	30,66±1,24
<i>Providencia alcalifaciens</i>	29,76±1,34	36,52±2,08	31,76±2,87
<i>Hafnia alvei</i>	26,78±1,08	30,54±2,12	27,88±2,56
<i>Morganella morganii</i>	28,55±2,76	27,16±3,88	30,56±2,98
<i>Enterobacter cloacae</i>	20,86±3,12	25,65±2,78	26,45±3,08
<i>Citrobacter freundii</i>	26,89±2,67	25,98±3,18	27,12±3,56
<i>Serratia marcescens</i>	26,39±3,22	28,87±2,90	25,76±2,89
<i>Erwinia amylovora</i>	23,34±1,72	26,30±2,15	27,88±5,32
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	27,44±2,54	24,12±1,62	28,78±3,76
<i>Yersinia enterocolitica</i>	25,88±3,65	17,06±3,78	21,83±1,66

Таблица 5

## Культивирование энтеробактерий, выделенных от домашних животных

Культуры энтеробактерий	Время культивирования, ч		
	Эндо агар	Drigalski Lactose Agar, производства компании AppliChem	Новая рецептура Drigalski Lactose Agar
<i>Escherichia coli</i>	22,32±2,08	26,46±2,58	18,72±2,32
<i>Shigella dysenteriae</i>	38,66±2,74	39,56±2,64	33,45±2,45
<i>Shigella flexneri</i>	32,78±1,86	36,44±2,82	26,08±1,62
<i>Salmonella Enteritidis</i>	30,44±2,70	26,86±1,52	20,34±1,08
<i>Klebsiella oxytoca</i>	36,68±1,32	30,18±1,14	22,74±2,94
<i>Proteus vulgaris</i>	38,62±2,40	26,14±2,56	22,18±1,06
<i>Providencia alcalifaciens</i>	38,08±3,44	35,74±3,84	26,74±1,10
<i>Hafnia alvei</i>	30,04±2,64	27,44±3,88	24,16±1,22
<i>Morganella morganii</i>	29,89±3,18	25,88±4,68	25,90±3,70
<i>Enterobacter cloacae</i>	26,12±2,78	28,70±1,44	23,80±1,68
<i>Citrobacter freundii</i>	30,96±3,74	28,52±3,56	25,08±1,73
<i>Serratia marcescens</i>	33,94±2,18	30,18±3,34	20,56±1,96
<i>Erwinia amylovora</i>	38,08±3,64	37,12±3,48	24,62±2,06
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	42,18±4,12	38,68±3,08	26,50±2,46
<i>Yersinia enterocolitica</i>	36,26±2,18	30,48±2,82	21,80±1,42

Видовой состав энтеробактерий, выделенных от различных видов животных, состоял из представителей семейства Enterobacteriaceae: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Providencia*, *Hafnia*, *Morganella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Erwinia*, *Kluyvera*, *Yersinia*. Доля патогенных энтеробактерий у животных была не значительной: *Salmonella Enteritidis* (0,012-0,24%),

*Shigella dysenteriae* и *Shigella flexneri* (0,003-0,01%), *Klebsiella oxytoca* (2,44-3,12%), *Yersinia enterocolitica* (0,04-0,12%). При этом шигеллы не были выделены у сельскохозяйственных животных.

Новая рецептура питательной среды Drigalski Lactose Agar имеет следующий состав (г/дм<sup>3</sup>): агар бактериологический – 12,0, панкреатический гидролизат рыбной муки – 5,0, панкреатический гидролизат казеина – 5,0, пептон ферментативный бактериологический с высоким содержанием триптофана – 5,0, аминокептид – 2,0, экстракт хлебных дрожжей – 2,0, желатин – 0,5, натрия хлорид – 5,0, натрия карбонат – 0,5, натрия сульфит – 0,5, натрия тиосульфат – 0,3, железо (II) сульфат – 1,0, фуксин основной – 1,0, индикатор Андрее с индикатором ВР – 0,2. Среда готовится по прописи А и Б. В прописи А содержится лактоза – 10,0 и маннит – 7,0 (г/дм<sup>3</sup>), а в прописи Б содержится глюкоза – 10,0 и сахароза – 7,0 (г/дм<sup>3</sup>). Дифференциация энтеробактерий, культивируемых на среде, изготовленной по данной рецептуре, проводится по их способности ферментировать лактозу, маннит, глюкозу, сахарозу, желатин и образовывать сероводород. Среда может также использоваться для проведения санитарно-микробиологического исследования объектов окружающей среды. Среда может быть использована для проведения ONPG-теста. Эффективность культивирования энтеробактерий, выделенных от различных видов животных, на наиболее часто применяемых дифференциально-диагностических средах, в том числе с использованием новой рецептуры среды Drigalski Lactose Agar, составляла от 16,28±1,44 до 42,18±4,12 ч. Энтеробактерии, выделенные от сельскохозяйственных и диких животных, образовывали колонии на модифицированном агаре Дригальского с лактозой в течение 24 ч, а энтеробактерии, выделенные от зоопарковых животных, в течение 25-31 ч. Энтеробактерии, выделенные от домашних животных, образовывали колонии на модифицированном агаре в течение 18-27 ч. В результате культивирования с применением новой рецептуры среды Drigalski Lactose Agar с селективной добавкой позволяет сократить время культивирования энтеробактерий, выделенных от различных видов животных.

**Заключение.** Новая рецептура питательной среды Drigalski Lactose Agar содержит оптимальный набор веществ, удовлетворяющий ростовые потребности энтеробактерий, и позволяет сократить время на выделение и дифференциацию условно-патогенных и патогенных энтеробактерий.

#### Библиографический список

1. Васильев, Н. В. Профилактические мероприятия эшерихиоза молодняка крупного рогатого скота в Ставропольском крае : автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук : 06.02.02 / Васильев Никита Владимирович. – Ставрополь, 2017. – 22 с.
2. Гумерова, В. Г. Диагностика и специфическая профилактика респираторных и желудочно-кишечных инфекций крупного рогатого скота : автореф. дис. ... д-ра ветеринар. наук : 06.02.02 / Гумеров Вали Галиевич. – Казань, 2016. – 38 с.
3. Габидуллин, Ю. З. Особенности некоторых свойств, определяющих патогенный потенциал сокультивируемых вариаций бактерий *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *E. coli*, *Proteus* : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 03.02.03 / Габидуллин Юлай Зайнуллович. – Челябинск : Южно-Уральский государственный медицинский университет, 2015. – 22 с.
4. Ермаков, В. В. Модификация дифференциально-диагностической среды для выявления и дифференциации энтеробактерий // Научные основы повышения продуктивности и здоровья сельскохозяйственных животных : сборник научных трудов. – Краснодар : ФГБУ Краснодарский НЦЗВ, 2018. – С. 174-179.
5. Ермаков, В. В. Действие условно-патогенных и патогенных микроорганизмов у крупного рогатого скота в условиях Самарской области / В. В. Ермаков, Ю. А. Курлыкова // Научные основы повышения продуктивности и здоровья сельскохозяйственных животных : сборник научных трудов. – Краснодар : ФГБУ Краснодарский НЦЗВ, 2018. – С. 179-184.
6. Ермаков, В. В. Модификация дифференциально-диагностической среды для выявления и дифференциации энтеробактерий / В. В. Ермаков, О. О. Датченко // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра зоотехнии и ветеринарии. – 2018. – Т. 7, № 1. – С. 174-179.
7. Сычева, М. В. Биологические эффекты антимикробных веществ животного и бактериального происхождения : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.02.02 / Сычева Мария Викторовна. – Уфа, 2016. – 48 с.
8. Пат. 163081 Российская Федерация, МПК С12М 1/14, А61В 10/02. Одноразовый стерильный микробиологический г-образный шпатель / Ермаков В. В. – №2016100537/14 ; заявл.11.01.2016 ; опубл. 10.07.2016 ; Бюл. № 19.

## References

1. Vasiliev, N. V. (2017). Profilakticheskie meropriyatiya esherihioza molodnyaka krupnogo rogatogo skota v Stavropol'skom krae [Preventive measures of colibacillosis in young cattle in the Stavropol Territory]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Stavropol [in Russian].
2. Gumerova, V. G. (2016). Diagnostika i specificheskaya profilaktika respiratornykh i zheludochno-kishechnykh infekciy krupnogo rogatogo skota [Diagnosis and specific prevention of respiratory and gastrointestinal infections of cattle]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kazan [in Russian].
3. Gabidullin, Yu. Z. (2015). Osobennosti nekotorykh svoystv, opredelyayushchikh patogennyi potencial sokulitiviruemykh variatsiy bakteriy Enterobacter, Citrobacter, Serratia, E. coli, Proteus [Features of some properties that determine the pathogenic potential of the co-cultivated variations of the bacteria Enterobacter, Citrobacter, Serratia, E. coli, Proteus]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Chelyabinsk [in Russian].
4. Ermakov, V. V. (2018). Modifikatsiya differentsialno-diagnosticheskoi sredy dlya vyiavleniya i differentsiatsii enterobakterii [Modification of the differential diagnostic environment for the detection and differentiation of enterobacteria]. Scientific bases for improving the productivity and health of farm animals '18: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 174-179). Krasnodar: Krasnodar state University Research center of animal science and veterinary medicine [in Russian].
5. Ermakov, V. V., & Kurlykova, Yu. A. (2018). Deistvie uslovno-patogennykh i patogennykh mikroorganizmov u krupnogo rogatogo skota v usloviyakh Samarskoi oblasti [Action of conditionally pathogenic and pathogenic microorganisms in cattle in the conditions of the Samara region]. Scientific basis for improving the productivity and health of farm animals '18: *sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 179-184). Krasnodar: Krasnodar state University Research center of animal science and veterinary medicine [in Russian].
6. Ermakov, V. V., & Datchenko, O. O. (2018). Modifikatsiya differentsialno-diagnosticheskoi sredy dlya vyiavleniya i differentsiatsii enterobakterii [Modification of the differential diagnostic environment for the detection and differentiation of enterobacteria]. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra zootekhnii i veterinarii – Collection of scientific works of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Vol. 7, 1, 174-179* [in Russian].
7. Sycheva, M. V. (2016). Biologicheskiye efekty antimikrobnnykh veshchestv zhivotnogo i bakterialnogo proiskhozhdeniya [Biological effects of antimicrobial substances of animal and bacterial origin]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ufa [in Russian].
8. Ermakov, V. V. (2016). Odnorazovyi sterilnyi mikrobiologicheskii g-obraznyi shpatel [One-time sterile microbiological g-shaped rod]. *Patent 163081, Russian Federation, 2016100537/14* [in Russian].

DOI 10.12737/27846/

УДК 636.2.034

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ

**Ефимов Игорь Александрович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: efimov@yandex.ru

**Усова Татьяна Петровна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: usovatan@yandex.ru

**Юдина Ольга Петровна**, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: udinich1977@yandex.ru

**Ключевые слова:** скотоводство, индекс, бык, признак, молочное, селекционный.

*Цель исследований – разработка эффективного селекционного индекса, адаптированного к отечественным условиям, учитывающего национальные приоритеты потребления животноводческой продукции. Проанализированы селекционные индексы, которые широко применяют в развитых странах с высоким научно-производственным потенциалом в области животноводства. Условно их можно разделить*

на три группы. К первой группе авторы отнесли пять стран, где используется упрощенный вариант расчета селекционных индексов. Ко второй группе были отнесены девять стран, в которых используются довольно сложные для расчетов и оперативного анализа селекционные индексы. К третьей группе отнесли страны, в племенной работе которых применяются комбинированные селекционные индексы. Приведен рейтинг наиболее ценных быков-производителей Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе, составленный с применением наиболее распространенных селекционных индексов. Селекционные индексы, при схожести методики их вычисления, для использования в нашей стране нуждаются в некоторой корректировке. Разработан селекционный индекс и представлен под наименованием UI (объединенный индекс). Разработанный индекс UI в 83% случаев совпадает с индексом ASI (Австралия), в остальных 17% случаях разница не превышает 0,5 ранга. С индексом PIN (Англия) расхождения более значительные, в 34% случаев наблюдается полное совпадение оценок, в 50% – различия составляют всего 1 ранг и только в одном случае несовпадение достаточно значительное. С индексом INET (наиболее часто используемым селекционерами Европы) отмечено совпадение оценки племенной ценности животных в 100% случаев. Применять новый индекс предполагается в работе с породами молочного направления.

## USE OF SELECTION INDICES IN BREEDING WORK

**Efimov I. A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian State Agrarian Correspondence University».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: efimov@yandex.ru

**Usova T. P.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: usovatan@yandex.ru

**Yudina O. P.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: udinich1977@yandex.ru

**Key words:** cattle breeding, index, bull, specification, dairy, selective.

The aim of the study is to develop an effective selective index adapted to the conditions of the country, taking into account the national priorities of consumption of livestock products. Selection indices, which are widely used in developed countries with high scientific and production potential in the field of animal husbandry, have been analyzed. They can be divided into three groups. The first group includes five countries where a simplified version of the calculation of selective indices is used. The second group includes nine countries, which are rather complex for on-line analysis of the selection indices. The third group included countries in the breeding work of which combined breeding indices are used. The rating of the most valuable bulls of the Federal state unitary enterprise «Moskovskoye» on breeding work made with application of the most widespread selection indexes is given. Selection indices, with the similarity of the methods of their calculation, need some adjustment to be used in our country. A selection index is developed and presented under the name UI (combined index). The developed index UI in 83% of cases coincides with the index ASI (Australia), in the remaining 17% of cases the difference does not exceed 0.5 rank. With the index PIN (England) differences are more significant, in 34% of cases there is a complete coincidence of estimates, in 50% – the differences are only 1 rank and only in one case the discrepancy is significant enough. The index of INET (the most frequently used by breeders in Europe) coincides with the evaluation of breeding value of animals in 100% of cases. The new index is supposed to be used in the work with dairy breeds.

Разработка эффективных селекционных индексов позволит значительно сократить время для анализа генетического потенциала продуктивности животных, тем самым активно влиять на ход их эволюционного развития [1, 2].

Теорию селекционных индексов по хозяйственно-полезным признакам у животных разработал L. N. Hazel, который доказал, что с помощью селекционного индекса можно вывести оптимальные весовые соотношения для разной информации о продуктивности, и отобрать для племенного использования таких животных, у которых величина суммарного генотипа имеет максимальное

значение [8].

На протяжении последних десяти лет в Северной Америке широко использовался индекс *ETA*, принятый в 1989 году:

$$ETA = PC + AC + P * C.$$

Расшифровывается этот индекс следующим образом: передающая способность *ETA* (доля потенциала, которая может быть передана потомству) складывается из генетического вклада родителей (*PC*), популяции (*AC*) и полученного потомства (*P \* C*).

В течение жизни объем получаемой информации о животном постоянно возрастает. Начальные сведения поступают после анализа особенностей родительских пар, со временем они дополняются данными о собственной продуктивности и далее появляется информация о качестве потомства. Полученные результаты используются для расчета индекса *ETA*.

В целях упрощения процедуры расчета и применения селекционных индексов, при формировании учитывались только количественные показатели продуктивности, которые можно легко определить и описать в числовом выражении. Сумма слагаемых в таких индексах была принята за 100, а важнейшие результативные признаки, характеризующие продуктивные качества, тип и здоровье животных, выражали в долях от общей суммы. В таблице 1 представлены весовые коэффициенты слагаемых величин селекционных индексов, используемых в развитых в аграрном отношении зарубежных странах. Из таблицы 1 видно, что в селекционный индекс перечисленных стран входят содержание белка в молоке. Колебания весовых коэффициентов достаточно значительные – от 18 в Дании, до 86 в Голландии. Швеция и Франция полностью исключили из рассмотрения содержание жира в молоке. Только в Новой Зеландии в селекционном индексе учитывают живую массу коров.

Описанные селекционные индексы легко рассчитываются и анализируются, однако они включают ограниченное число показателей (от 2-х до 5-ти), в основном описывающих продуктивные качества.

Условно все страны, где используется селекционный индекс, можно разделить на три группы. Различия между странами заключаются лишь в количестве учитываемых признаков и весовых коэффициентов при них.

К первой группе авторы отнесли пять стран, где используется упрощенный вариант расчета селекционных индексов. Слагаемые этих индексов включают в себя легко определяемые количественные признаки, описывающие продуктивные качества самого животного или племенную ценность его родителей (удой, содержание жира и белка в молоке, живая масса).

Таблица 1

Количественные показатели слагаемых селекционных индексов в различных странах

№	Страна	Наименование индекса	Слагаемые селекционных индексов				
			Белок, кг	Жир, кг	Тип, балл	Здоровье, оценка	Живая масса, кг
1	Голландия	INET	86	14	-	-	-
2	Швейцария	IPO	83	17	-	-	-
3	Италия	ILQM	73	7	20	-	-
4	Франция	INET	70	-	25	5	-
5	Англия	INEM	69	10	21	-	-
6	Япония	NTP	67	8	25	-	-
7	Дания	S-INDEX	18	8	31	43	-
8	Новая Зеландия	BW	50	7	18	18	7
9	Испания	ICO	54	11	35	-	-
10	США	TPI	50	17	33	-	-
11	Канада	LPI	49	11	40	-	-
12	Германия	RCG	46	12	17	25	-
13	Швеция	TMI	28	-	24	48	-

Общим для всех стран является смещение центра селекционного давления в направлении содержания белка в молоке, причем в Ирландии в индекс включены как общий выход, так и процентное содержание белка.

Наиболее подробный селекционный индекс используют в Новой Зеландии – в него, кроме продуктивных показателей, включены живая масса и продолжительность жизни. В общем виде этот

индекс выглядит так:

$$\text{Breeding Worth (BW)} = -0,052 \text{ кг удой} + 0,541 \text{ кг жир} + 4,042 \text{ кг белок} - 0,445 \text{ кг живая масса} + 1,093 \text{ продолжительность жизни}$$

Недостатком данного подхода является отсутствие возможности точного прогноза продолжительности жизни особи, что значительно снижает объективность его прижизненной оценки. Другими словами использовать этот индекс в работе можно только после выбраковки самого животного, получив данные о его долголетию.

Ко второй группе отнесены девять стран, в которых используются довольно сложные для расчетов и оперативного анализа селекционные индексы. В число слагаемых этих индексов, кроме количественных признаков, характеризующих продуктивные качества и долголетие животных, входят и качественные (типичность, темперамент, резистентность к маститам, легкость отелов и т.д.).

В странах, отнесенных ко второй группе, кроме продуктивных признаков большое внимание уделяется технологическим (крепость и постановка конечностей, оценка вымени, скорость молокоотдачи), физиологическим (скорость поедания корма, легкость отела, устойчивость к маститам, темперамент), а также генетическим показателям (способность передачи наследственных качеств).

Следует отметить, что только в Венгрии в селекционный индекс не включена величина удоя, в то же время очень большое внимание уделено состоянию вымени и крепости конституции. Очевидно, учитывая высокую положительную взаимосвязь этих показателей, венгерские селекционеры сочли возможным исключить молочность из числа определяющих признаков, заменив их на экстерьерные. Наиболее сложные селекционные индексы используются в Дании (S-INDEX) и Швеции (TMI). В общем виде они выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{S-INDEX} = 100 + [0,75 \times (-1 \text{ кг удой} + 3 \text{ кг жир} + 6 \text{ кг белок}) + 0,23 (\text{поедаемость корма}) + \\ + 0,25 (\text{плодовитость}) + 0,18 (\text{легкость отела}) + 0,42 (\text{резистентность к маститам}) + \\ + 0,21 (\text{крепость костяка}) + 0,36 (\text{постановка ног}) + 0,40 (\text{вымя}) + \\ + 0,14 (\text{скорость молокоотдачи}) + 0,04 (\text{темперамент})]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TMI} = 1(-0,20 \text{ кг удой} + 1,05 \text{ кг белок} + 0,20 \text{ кг жир}) + 0,2 (\text{прирост живой массы}) + \\ + 0,35 (\text{плодовитость дочерей}) + 0,1 (\text{индекс воспроизводительной способности отца}) + \\ + 0,3 (\text{индекс воспроизводительной способности матери}) + 0,4 (\text{индекс маститности}) + \\ + 0,1 (\text{другие заболевания}) + 0,4 (\text{вымя}) + 0,3 (\text{постановка ног}) + 0,1 (\text{темперамент}) + \\ + 0,2 (\text{выносливость}). \end{aligned}$$

Анализируя представленные селекционные индексы, видно, что для их окончательного расчета необходимо значительное количество дополнительной информации.

К третьей группе относятся страны, в племенной работе которых применяются комбинированные селекционные индексы. При расчете таких индексов в качестве входных параметров участвуют один или несколько более простых индексов, причем каждый из них может использоваться отдельно для оценки животного.

Все попытки более полного описания фенотипа набором признаков сопряжены с необходимостью привлечения специальных методов многомерного анализа (факторного, дискриминантного, канонического, кластерного и др.). Следовательно, кластеризацию можно рассматривать как первый этап на пути индексной оценки задачи с высокой размерностью.

**Цель исследований** – разработка эффективного селекционного индекса, адаптированного к отечественным условиям, учитывающего национальные приоритеты потребления животноводческой продукции.

**Задачи исследований** – определить количественные признаки для нового селекционного индекса.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе Ногинского района Московской области. Нами использовалась информация по коровам и племенным быкам (форма 2-мол и 1-мол за 2015-2016 гг.) голштинской породы. Проведение комплексного отбора с использованием селекционных индексов и разработка селекционного индекса основаны на методе наименьших квадратов К. Ф. Гаусса, А. М. Лежандра.

**Результаты исследований.** На современном этапе развития животноводства в нашей стране, с учетом национальных особенностей, необходимо получать животных, дающих большое количество молока с высоким содержанием белка и жира.

Сравнительный анализ некоторых селекционных индексов позволяет сделать вывод о значительной специфичности начисления весовых коэффициентов, а также определенной сложности их применения [4, 7]. В таблице 2 приводится рейтинг наиболее ценных быков-производителей Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе, составленный с применением наиболее распространенных селекционных индексов.

Количество совпадений присваиваемых рангов, рассчитанных с использованием селекционных индексов, применяемых в разных странах, весьма малочисленно, причем достаточно часто окончательная оценка являлась весьма противоречивой.

Так, лучший по продуктивности дочерей в рейтинге производителей бык Стиммер 397570 был бы признан лидером в Австралии (по индексу ASI), в Англии (по индексу PIN) и Бельгии (по индексу INET). В Германии (по индексам RZM и RZG) Стиммер 397570 в списке опустился на вторую позицию, а по индексу RBI, принятому в Ирландии, он занял только четвертое место.

Худшим в рейтинге был признан бык Хамок 397568, который оказался на последнем месте, согласно только ирландскому селекционному индексу RBI. По остальным индексам этот бык занимал промежуточное положение.

Бык Франк 396537 получил разноречивую оценку своих племенных качеств. В Австралии (индекс ASI), в Англии (индекс PIN) и Бельгии (индекс INET) он помещен на последнее шестое место, а в Германии (индекс RZG) и Ирландии (индекс RBI) ему был присвоен высший рейтинг.

Описанные выше селекционные индексы, при схожести методики их вычисления, нуждаются в некоторой корректировке для нашей страны.

Селекционный индекс разработан и представлен в таблице 2 последним под наименованием UI (объединенный индекс). Разработанный индекс UI в 83% случаях совпадает с индексом ASI (Австралия), в остальных 17% случаях разница не превышает 0,5 ранга.

С индексом PIN (Англия) расхождения более значительные, в 34% случаев наблюдается полное совпадение оценок, в 50% различия составляют всего 1 ранг и только в одном случае несовпадение достаточно значительное. С индексом INET (наиболее часто используемым селекционером Европы) отмечено совпадение оценки племенной ценности животных в 100% случаев.

Таблица 2

Рейтинг быков-производителей с учетом продуктивности их дочерей и различных селекционных индексов

№	Кличка быка и индивидуальный номер	Количество голов	Показатели продуктивности дочерей					Рейтинг по продуктивности дочерей Ж+Б	Селекционный индекс и номер ранга быка-производителя							Сумма рангов	Рейтинг по индексу
			удой, кг	жир, %	жир, кг	белок, %	белок, кг		ASI	PIN	INET	RBI	RZM	RZG	UI		
1	Джерико 399601	240	6914	4,44	307	3,47	240	4	820 5	946 4	652 5	764 2	105 2	110 4	141 5	25	5
2	Капелло 398014	138	7404	4,00	296	3,36	249	5	821 3,5	962 2	662 3	760 5	121 1	116 3	144 3	17,2	2
3	Неритон 398411	148	7373	4,08	301	3,38	249	3	828 2	936 5	665 2	761 3	104 6	105 6	145 2	24	4
4	Франк 396537	107	6762	4,22	286	3,34	226	6 худший	761 6	881 6	605 6	773 1	114 3	126 1	132 6	23	3
5	Стиммер 397570	170	7596	4,06	308	3,30	251	1 лучший	833 1	971 1	671 1	761 1	115 2	118 2	146 1	11	1 лучший
6	Хамок 397568	100	7211	4,27	308	3,37	243	2	821 3,5	9,51 3	656 4	758 6	110 4	107 5	142 4	25,5	6 худший

Новый индекс предполагает использоваться в работе с породами молочного направления. В качестве математического инструмента был выбран многофакторный регрессионный анализ, в результате реализации которого было построено уравнение линейной регрессии, стоящее из трех слагаемых (удой, количество молочного жира и белка). Указанные признаки выбраны, исходя из их приоритетной значимости в селекции молочного скота [3, 5, 6].

В общем виде селекционный индекс UI выглядит следующим образом:

$$UI = - 0,02 M + 10 Ж + 46,5 Б,$$

где М – удой молока за лактацию, кг;

Ж – выход молочного жира за лактацию, кг;

Б – выход молочного белка за лактацию, кг.

Предлагаемый селекционный индекс UI в состоянии, на взгляд авторов, успешно конкурировать с аналогичными показателями, используемыми в развитых в аграрном отношении государствах мира.

**Заключение.** Разработанный и предлагаемый для применения селекционный индекс UI, на взгляд авторов, является в достаточной степени оптимальным для повседневного использования и внедрения в зоотехническую практику племенных хозяйств молочного направления.

#### Библиографический список

1. Зубенко, Э. В. Использование метода селекционных индексов для прогнозирования племенной ценности быков черно-пестрой породы по пожизненному удою дочерей / Э. В. Зубенко, Д. К. Некрасов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – №4(20). – С. 28-32.
2. Мельникова, Е. Е. Селекционный индекс как экономическая составляющая основы племенной работы в молочном скотоводстве / Е. Е. Мельникова, С. Н. Харитонов, И. Н. Янчуков [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – №8. – С. 29-33.
3. Мельникова, Е. Е. Построение селекционного индекса племенной ценности коров по признакам молочной продуктивности / Е. Е. Мельникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – №8. – С. 6-9.
4. Салбырын, Р. Анализ способов расчета селекционных индексов / Р. Салбырын, В. Дмитриев // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 30-32.
5. Трухачев, В. И. Использование индексов племенной ценности в селекции молочного скота / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, М. И. Селионова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 34-41.
6. Трухачев, В. Индексы племенной ценности в современном молочном скотоводстве / В. Трухачев, Н. Злыднев, М. Селионова // Главный зоотехник. – 2014. – №1. – С. 8-14.
7. Федяев, П. М. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота / П. М. Федяев, К. И. Лукьянов // Генетика и разведение животных. – 2016. – №4. – С. 11-19.
8. Weaber, R. L. (Bob) Introduction to Indexes / Robert L. (Bob) Weaber // J. Anim. Sci. – 2010. – 65. – P. 211-224.

#### References

1. Zubenko, E. V., & Nekrasov, D. K. (2012). Ispolzovanie metoda selektsionnykh indeksov dlya prognozirovaniya plemennoi tsennosti bykov cherno-pestroi porody po pozhiznennomu udoyu docherei [Using the method of breeding indices to predict the breeding value of black-and-white bulls for life time daughters]. *Vestnik APK Verhnevolzhiiia – Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*, 4(20), 28-32 [in Russian].
2. Melnikova, E. E., Kharitonov, S. N., Yanchukov, I. N., Ionova, L. V., Ermilov, A. N., & Sermyagin, A. A. et al. (2018). Seleksiionnyi indeks kak ekonomicheskaya sostavlyaiushchaya osnovy plemennoi raboty v molochnom skotovodstve [Selection index as an economic component of the basis of breeding work in dairy cattle breeding]. *Ekonomika selskohozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii – Economy of agricultural and processing enterprises*, 8, 29-33 [in Russian].
3. Melnikova, E. E. (2016). Postroenie selekcionnogo indeksa plemennoi tsennosti korov po priznakam molochnoi produktivnosti [Building a breeding index of the breeding value of cows on the basis of milk productivity]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 8, 6-9 [in Russian].
4. Salbyryn, R., & Dmitriev, V. (2008). Analiz sposobov rascheta selekcionnykh indeksov [Analysis of methods for calculating of breeding indices]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 30-32 [in Russian].

5. Trukhachev, V. I., Zlydnev, N. Z., & Selionova, M. I. (2013). Ispolzovanie indeksov plemennoi tsennosti v selektsii molochnogo skota [The use of breeding value indices in dairy cattle breeding]. Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products '13: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International scientific and practical conference* (pp. 34-41) [in Russian].
6. Trukhachev, V. I., Zlydnev, N. Z., & Selionova, M. I. (2014). Indeksy plemennoi tsennosti v sovremennom molochnom skotovodstve [Indices of breeding value in modern dairy cattle breeding]. *Glavnyi zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 1, 8-14 [in Russian].
7. Fediaev, P. M., & Lukianov, K. I. (2016). Sovremennyye tendentsii v indeksnoi ocenke plemennoi tsennosti molochnogo skota [Current trends in the index evaluation of the breeding value of dairy cattle]. *Genetika i razvedenie zhivotnyh – Genetics and breeding animals*, 4, 11-19 [in Russian].
8. Weaber, R. L. (Bob) (2010). Introduction to Indexes. *J. Anim. Sci.*, 65, 211-224.

## Содержание

### СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Карлова И. В., Васин В. Г., Васин А. В.</i> Формирование поливидового агрофитоценоза многолетних трав при применении стимуляторов роста.....	3
<i>Виноградов Д. В. (ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева), Макарова М. П. (Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области)</i> Агробиологические особенности выращивания гибридов подсолнечника в условиях Нечерноземной зоны.....	11
<i>Марковская Г. К., Чугунова О. А.</i> Влияние различных способов основной обработки почвы на ферментативную активность при возделывании ярового ячменя в условиях лесостепи Среднего Заволжья.....	16

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

<i>Черников О. Н., Быченин А. П., Сазонов Д. С.</i> Изменение структуры и твердости почвы по глубине следа трактора при различных режимах буксования колесного движителя.....	22
<i>Хольшев Н. В. (ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ), Мухин В. А. (ФГБОУ ВО «Саратовский аграрный университет им. Н. И. Вавилова»), Петрова С. С. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА)</i> Определение параметров шнеколопастного смесителя.....	28
<i>Хольшев Н. В. (ФГБОУ ВО Тамбовский ГТУ), Мухин В. А. (ФГБОУ ВО «Саратовский аграрный университет им. Н. И. Вавилова»), Петрова С. С. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА)</i> Влияние конструктивно-режимных и технологических параметров шнеколопастного смесителя на потребляемую им мощность.....	38
<i>Васильев С. И., Машков С. В., Крючин П. В.</i> Теоретическое обоснование автоматизации картирования поля для совершенствования способа отбора проб почвы.....	47
<i>Симанин Н. А. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ), Коновалов В. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ), Лянденбургский В. В. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»)</i> Автоматизация управления оборудованием для намотки материала в рулон.....	55
<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> Влияние частоты вращения мешалки и длины ее лопаток на качество смеси.....	63
<i>Борисова М. В. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Новиков В. В. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Коновалов В. В. (ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ)</i> Аналитическое описание показателей работы смесителя сыпучих материалов с винтовыми лопастями.....	69

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Плешакова И. Г., Баймишев Х. Б.</i> Показатели использования минеральных веществ курами-несушками при введении в рацион кормления зерна сорго Камышенское-75.....	79
<i>Карамаева А. С. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Карамаев С. В. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Соболева Н. В. (ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет)</i> Влияние сенажа с биологическими консервантами на качество молока и сыра.....	84
<i>Баймишев М. Х. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Еремин С. П. (ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА), Баймишев Х. Б. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Баймишева С. А. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА)</i> Гематологические показатели коров при использовании иммуномодулирующих препаратов.....	89
<i>Ермаков В. В., Датченко О. О., Курлыкова Ю. А.</i> Разработка селективной добавки к питательной среде Drigalski Lactose Agar.....	95
<i>Бакаева Л. Н. (ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет), Карамаев С. В. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА), Карамаева А. С. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА)</i> Динамика качества молозива у коров в зависимости от времени первого доения после отела.....	102
<i>Ермаков В. В., Датченко О. О., Курлыкова Ю. А.</i> Совершенствование рецептуры питательной среды Drigalski Lactose Agar.....	107
<i>Ефимов И. А. (ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»), Усова Т. П. (ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»), Юдина О. П. (ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»)</i> Использование селекционных индексов в племенной работе.....	114

## Contents

### AGRICULTURE

<i>Karlova I. V., Vasin V. G., Vasin A. V.</i> Formation of mixed agro-phytocenosis of perennial grasses under the growth stimulants use.....	3
<i>Vinogradov D. V. (FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University named P. A. Kostychev), Makarova M. P. (Ministry of agriculture and food of the Ryazan region)</i> Agrobiological features of sunflower hybrids cultivation under the conditions of the Non-chernozem zone.....	11
<i>Markovskaya G. K., Chugunova O. A.</i> Influence of various ways of main soil treatment on enzymatic activity during spring barley cultivation in Zavolzhye forest-steppe conditions.....	16

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

<i>Chernikov O. N., Bychenin A. P., Sazonov D. S.</i> Soil structure and hardness change resulting from the depth of a tractor track under different wheel drive towing strength.....	22
<i>Khol'shev N. V. (FSBEI HE Tambov STU), Mukhin V. A. (FSBEI HE «Saratov agrarian university named N. I. Vavilov»), Petrova S. S. (FSBEI HE Samara SAA)</i> Determination of auger-blade mixer rational parameters....	28
<i>Khol'shev N. V. (FSBEI HE Tambov STU), Mukhin V. A. (FSBEI HE «Saratov agrarian university named N. I. Vavilov»), Petrova S. S. (FSBEI HE Samara SAA)</i> Influence of design operating and technological parameters of auger-blade mixer on power consumed by it.....	38
<i>Vasilyev S. I., Mashkov S.V., Kruchin P. V.</i> Theoretical underpinning of fields mapping automation for improvement of the way of soil sampling.....	47
<i>Simanin N. A. (FSBEI HE Penza State Technological University), Konovalov V. V. (FSBEI HE Penza State Technological University), Lyandenburskiy V. V. (FSBEI HE «Penza state university of architecture and construction»</i> Automation control equipment for material winding into a roll.....	55
<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> The influence of mixer rotation frequency and its blades length on the quality of the mixture.....	63
<i>Borisova M. V. (FSBEI HE Samara SAA), Novikov V. V. (FSBEI HE Samara SAA), Konovalov V. V. (FSBEI HE Penza STU)</i> Analytical description of the mixer performance for bulk materials with screw blades.....	69

### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Pleshakova I. G., Baymishev H. B.</i> Indicators of use of mineral substances by laying hens from mix-ture with grain sorgo Kamyshensky-75.....	79
<i>Karamayeva A. S. (FSBEI HE Samara SAA), Karamayev S. V. (FSBEI HE Samara SAA), Soboleva N. V. (FSBEI HE Orenburg state agricultural university)</i> Influence of state hay with biological conservatives on milk and cheese quality.....	84
<i>Baimishev M. H. (FSBEI HE Samara SAA), Eremin S. P. (FSBEI HE Nizhny Novgorod SAA), Baymishev H. B. (FSBEI HE Samara SAA), Baimisheva S. A. (FSBEI HE Samara SAA)</i> Hematological parameters of cows during the use of immunomodulatory drugs.....	89
<i>Ermakov V. V., Datchenko O. O., Kurlykova Yu. A.</i> The production of selective additives to growing medium Drigalski Lactose Agar.....	95
<i>Bakayeva L. N. (FSBEI HE Orenburg state agricultural university), Karamayev S. V. (FSBEI HE Samara SAA), Karamayeva A. S. (FSBEI HE Samara SAA)</i> Dynamics of the quality of cow colostrum depending on the time of the first milking after calving.....	102
<i>Ermakov V. V., Datchenko O. O., Kurlykova Yu. A.</i> Improvement of the content of the Drigalski Lactose Agar nutrient medium.....	107
<i>Efimov I. A. (FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university»), Usova T. P. (FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university»), Yudina O. P. (FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university»)</i> Use of selection indices in breeding work.....	114

# Информация для авторов

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

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

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

Индекс по каталогу «Почта России» – 72654.

Подписку можно оформить онлайн, воспользовавшись услугами ресурса [www.vipishi.ru](http://www.vipishi.ru).

Периодичность выхода – 4 раза в год.

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

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

## Требования к оформлению статей

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

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

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

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

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

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

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

*Текст статьи проверяется на дублирование, заимствование, уникальность должна быть не ниже 90%.*

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

## Образец оформления статьи

УДК 633.152.47

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Библиографический список

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

UDK 633.152.47

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

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

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

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

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

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

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

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

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

#### Bibliography

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

Убедительно просим проверять текст на наличие орфографических и синтаксических ошибок.