



ISSN 2307-2873 (Print)  
ISSN 2410-4140 (Online)

Научно-практический  
журнал

№3 (23) 2018

ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ  
**ВЕСТНИК**

Научно-практический журнал основан в декабре 2012 г.  
Выходит четыре раза в год.  
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-72617 от 4 апреля 2018 г., г. Москва.

*Включен в Перечень ВАК  
и международную базу данных AGRIS*

**Учредитель и издатель:**  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский государственный аграрно-технологический университет  
имени академика Д.Н. Прянишникова»,  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, Россия

**Главный редактор:**  
Ю.Н. Зубарев, д-р с.-х. наук, профессор

**Члены редакционного совета:**

Э.Д. Акманаев (зам. гл. ред.), канд. с.-х. наук  
(г. Пермь, Россия);  
Х. Батье-Салес, д-р биологии (г. Валенсия, Испания);  
К.М. Габдрахимов, д-р с.-х. наук (г. Уфа, Россия);  
В.Д. Галкин, д-р техн. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Н. Домацкий, д-р биол. наук (г. Тюмень, Россия);  
С.Л. Елисеев, (зам гл. ред) д-р с.-х. наук  
(г. Пермь, Россия);  
О.З. Еремченко, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
А.М. Есоян, д-р техн. наук (г. Ереван, Армения);  
Н.Н. Зезин, д-р с.-х. наук (г. Екатеринбург, Россия);  
З. Йовович, д-р (г. Подгорица, Черногория);  
Р.Р. Исмагилов, д-р с.-х. наук (г. Уфа, Россия);  
Н.Л. Колясникова, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
Н.В. Костюченко, акад. АСХН РК, д-р техн. наук  
(г. Астана, Казахстан);  
Р. Кзылкая, д-р (г. Самсун, Турция);  
Л.В. Ляшева, д-р с.-х. наук (г. Тюмень, Россия);  
Е.Н. Мартынова, д-р с.-х. наук (Ижевск, Россия);  
Л.А. Михайлова, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
С.Г. Мударисов, д-р техн. наук (г. Уфа, Россия);  
Ф.Ф. Мухамадьяров, д-р техн. наук (г. Киров, Россия);  
А.А. Овчинников, д-р с.-х. наук (г. Троицк, Россия);  
Л.Ю. Овчинникова, д-р с.-х. наук (г. Троицк, Россия);  
Ж.А. Перевойко, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
М.В. Рогозин, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
Т.Н. Сивкова, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
В. Спалевич, д-р (г. Подгорица, Черногория);  
Л.В. Сычёва, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
Н.А. Татарникова, д-р ветеринар. наук (г. Пермь, Россия);  
Н.Н. Теринов, д-р с.-х. наук (г. Екатеринбург, Россия);  
В.И. Титова, д-р с.-х. наук (г. Н. Новгород, Россия);  
И.Ш. Фатыхов, д-р с.-х. наук (г. Ижевск, Россия);  
Т. Фишер, д-р естеств. наук (г. Бранденбург, Германия);  
И.К. Хабиров, д-р биол. наук (г. Уфа, Россия);  
В.Г. Черненко, акад. НАН ВШК, д-р с.-х. наук  
(г. Астана, Казахстан)

*Директор ИПЦ «Прокрост» – О.К. Корепанова  
Редактор – Е.А. Граевская  
Ответственный секретарь – А.С. Богатырева  
Перевод – О.В. Фотина*

Дата выхода в свет – 20.09.2018. Формат 60x84 $\frac{1}{4}$ . Усл. печ. л. 17,25.  
Тираж 500. Заказ № 154. Индекс издания 83881.  
Свободная цена.  
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре «ПрокростЪ».  
Адрес ИПЦ «ПрокростЪ» и редакции:  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23.  
Тел.: +7 (342) 217-95-42. <http://agrovest.psa.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2018

Scientific-practical journal founded in December 2012.  
The journal is published quarterly.  
Registered by the Federal Legislation Supervision Service  
in the sphere of communications, information technologies  
and mass communications (Roskomnadzor).  
MM Registration Certificate PI No. FS77-72617  
dated 4 April 2018, Moscow.

*Included into the Higher Attestation Commission list  
and indexed in the AGRIS international database*

**Establisher and publisher:**  
federal state budgetary educational institution  
of higher education  
Perm State Agro-Technological University Named after  
Academician D.N. Pryanishnikov,  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia

**Editors-in-Chief:**  
Iu.N. Zubarev, Dr. Agr. Sci., Professor

**Editorial Board:**

E.D. Akmanaev, (Deputy Chief Editor), Cand. Agr. Sci.,  
(Perm, Russia);  
J. BATTLE-SALES, Dr. (Valencia, Spain);  
K.M. Gabdrakhimov, Dr. Agr. Sci. (Ufa, Russia);  
V.D. Galkin, Dr. Tech. Sci. (Perm, Russia);  
V.N. Domatskii, Dr. Biol. Sci. (Tiumen, Russia);  
S.L. Eliseev, (Deputy Chief Editor), Dr. Agr. Sci. (Perm,  
Russia);  
O.Z. Eremchenko, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
A.M. Esoian, Dr. Tech. Sci. (Yerevan, Armenia);  
N.N. Zezin, Dr. Agr. Sci. (Yekateriburg, Russia);  
Z. Jovovic, PhD (Podgorica, Montenegro);  
R.R. Ismagilov, Dr. Agr. Sci. (Ufa, Russia);  
N.L. Kolyasnikova, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
N.V. Kostyuchenkov, Academician of SKATU,  
Dr. Tech. Sci. (Astana, Kazakhstan);  
R. Kizilkaya, PhD (Samsun, Turkey);  
L.V. Lyashcheva, Dr. Agr. Sci. (Tyumen, Russia);  
E.N. Martynova, Dr. Agr. Sci. (Izhevsk, Russia);  
L.A. Mikhailova, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);  
S.G. Mudarisov, Dr. Tech. Sci. (Ufa, Russia);  
F.F. Mukhamadjarov, Dr. Tech. Sci. (Kirov, Russia);  
A.A. Ovchinnikov, Dr. Agr. Sci., (Troitsk, Russia);  
L.Iu. Ovchinnikova, Dr. Agr. Sci. (Troitsk, Russia);  
Zh.A. Perevoiko, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);  
M.V. Rogozin, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
T.N. Sivkova, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
V. Spalevic, Dr. (Podgorica, Montenegro);  
L.V. Sycheva, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);  
N.A. Tatarnikova, Dr. Vet. Sci. (Perm, Russia);  
N.N. Terinov, Dr. Agr. Sci. (Ekaterinburg, Russia);  
V.I. Titova, Dr. Agr. Sci. (Nizhny Novgorod, Russia);  
I.Sh. Fatykhov, Dr. Agr. Sci. (Izhevsk, Russia);  
T. Fischer, Dr. (Brandenburg, Germany);  
I. K. Khabirov, Dr. Biol. Sci. (Ufa, Russia);  
V.G. Chemenok, Academician of NAHEA SK,  
Dr. Agr. Sci. (Astana, Kazakhstan)

*Director of the PPC «Prokrost» – O.K. Korepanova  
Editor – E.A. Grayevskaya  
Senior secretary – A.S. Bogatyreva  
Translation – O.V. Fotina*

Signed to print – 20.09.2018. Format 60x84 $\frac{1}{4}$ .  
Printed sheets 17,25. Ex. 500, Order No. 154. Postcode  
83881. Unfixed price. Printed at the Publishing and Poly-  
graphic Center «Prokrost».  
The PPC «Prokrost» and Editorial Department address:  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia  
Tel.: +7 (342) 217-95-42. <http://agrovest.psa.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© FSBEI HE Perm State Agro-Technological University, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

<b>Баранов Н.Ф., Фарафонов В.Г., Лопатин Л.А.</b> Исследование взаимодействия частиц с рабочими органами молотковой дробилки.....	4
<b>Бурков А. И., Глушков А. Л., Лазыкин В. А.</b> Разработка зерноочистительных машин, функционирующих по фракционной технологии.....	12
<b>Галкин В. Д., Галкин А. Д., Хандриков В. А., Басалгин С. Е.</b> Моделирование процессов послеуборочной обработки зерна и семян и технологии их подготовки .....	19

### АГРОНОМИЯ

<b>Акманаев Э. Д.</b> Формирование урожайности одноукосного и двуукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий.....	30
<b>Булатова Н. В., Чеботарёв Н. Т., Регорчук Н. В.</b> Влияние длительного последствия извести и внесения минеральных удобрений на кислотно-основные свойства дерново- подзолистой почвы и продуктивность многолетних трав.....	35
<b>Вафина Э. Ф., Фатыхов И. Ш., Исламова Ч. М.</b> Сроки посева и нормы высева в технологии возделывания ярового рапса на семена.....	42
<b>Волошин В. А.</b> Влияние известкования кислых почв на урожайность и качество многолетних бобовых трав (по материалам исследований в Пермском крае).....	48
<b>Зобнина Н.Л., Потапова Г.Н.</b> Урожайность, содержание белка и качество клейковины у сортов озимой пшеницы в опытах Уральского НИИСХ.....	54
<b>Кокшарова М.К., Лепи Ф.Р., Келик Л.А.</b> Влияние внешних факторов на образование микротубулей in vitro и использование их в оригинальном семеноводстве картофеля.....	60
<b>Кузина Е. В.</b> Влияние способов основной обработки почвы в сочетании с удобрениями на содержание основных элементов минерального питания.....	66
<b>Лебедева Т. И., Зубарев Ю. Н., Каменских Н. Ю.</b> Влияние способа обработки почвы в чистом пару и протравливания семян на урожайность озимых зерновых культур в Среднем Предуралье.....	72

## CONTENTS

### PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

<b>Baranov N.F., Farafonov V.G., Lopatin L.A.</b> Investigation of particle interaction with working bodies of hammer mill .....	4
<b>Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A.</b> Development of grain-cleaning machines working on fractional technology.....	12
<b>Galkin V. D., Galkin A. D., Khandrikov V. A., Basalgin S. E.</b> Modeling of post-harvest handling of grains and seeds and the technology of their preparation...	19

### AGRONOMY

<b>Akmanaev E. D.</b> Yield formation of single- and double crop red clover depending on agrometeorological conditions.....	30
<b>Bulatova N. V., Chebotarev N. T., Regorchuk N. V.</b> Effect of long-term afteraction of lime and application of mineral fertilizers on the acid-base properties of sod-podzolic soil and productivity of perennial grass.....	35
<b>Vafina E. F., Fatykhov I. Sh., Islamova Ch. M.</b> Seeding time and rate in the technology of spring rape cultivation for seeds.....	42
<b>Voloshin V. A.</b> The effect of liming acid soil on yield and quality of perennial legumes (research studies in Permskii krai).....	48
<b>Zobnina N.L., Potapova G.N.</b> Yield capacity, protein content and quality of gluten in winter wheat varieties in the experiments of the Ural Scientific and Research Institute of Agriculture .....	54
<b>Koksharova M. K., Lepp F. R., Kelik L. A.</b> Influence of external factors on the microtubers formation in vitro and their use in original potato seed production.....	60
<b>Kuzina E. V.</b> Influence of basic methods of soil tillage with an application of fertilizers on the content of main mineral nutrients.....	66
<b>Lebedeva T. I., Zubarev Iu. N., Kamensky N. Yu.</b> Influence of the method of pure fallow tillage and seeds treatment on the yield of winter crops in Middle Preduralie.....	72

<b>Нелюбина Ж. С., Касаткина П. И.</b> Влияние приемов посева на кормовую продуктивность лядвенца рогатого в Среднем Предуралье.....	79	<b>Nelyubina Zh. S., Kasatkina N. I.</b> Cultivation of bird's-foot trefoil for fodder purposes in one-species and mixed agrophytocenosis.....	79
<b>Тормозин М. А., Нагибин А. Е., Зырянцева А. А.</b> Сравнительное изучение сортообразцов люцерны в условиях Урала.....	86	<b>Tormozin M. A., Nagibin A. E., Zyryantseva A. A.</b> Comparative study of alfalfa varieties in the conditions of Ural.....	86
<b>Ухов Н. А., Ленточкин А. М., Широбоков П. Е.</b> Влияние способов использования двух промежуточных культур звена севооборота и последующей яровой пшеницы на засорённость и урожайность культур.....	93	<b>Ukhov P.A., Lentochkin A.M., Shirobokov P.E.</b> Influence of application methods of two intermediate crops in a crop rotation and following spring wheat on a weediness and yield capacity of crops.....	93
<b>Шанина Е. П., Стафеева М. А., Ковалёв А.Н.</b> Сорт картофеля Люкс: перспективы получения качественного оригинального материала с высоким количественным выходом мини-клубней в аэрогидропонном модуле.....	100	<b>Shanina E.P., Stafeeva M.A., Kovalev A.N.</b> Lux potato variety: prospects of obtaining the qualitative original material with a high quantitative yield of mini-tubers in aero-hydroponic module.....	100
<b>ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ</b>		<b>VETERINARY AND ZOOTECHNY</b>	
<b>Белов А. В., Ибишов Д. Ф., Расторгуйева С.Л.</b> Профилактика желудочковых аритмий у собак в постоперационный период хирургического лечения острого расширения- заворота желудка .....	106	<b>Belov A. V., Ibishov D. F., Rastorguyeva S. L.</b> Prevention of ventricular arrhythmia in dogs in the postoperative period of surgical treatment of acute dilatation-gastric torsion .....	106
<b>Маслова В.В., Солодников С. Ю., Триандафилова Г. А., Яковлева Е. Н., Гапечкина Е. Д.</b> Изучение острой токсичности пашки «Тамбей», ее термовозгонной основы, эфирных масел лимона, пихты и их смеси для разработки на их основе новых ветеринарных препаратов.....	111	<b>Maslova V. V., Solodnikov S. U., Triandafilova G. A., Yakovleva E. I., Gapechkina E. D.</b> The study of acute toxicity of the Tambei block, its thermo-sublimatory base, essential oils of lemon, fir, and their mixture for development of new veterinary preparations on their basis.....	111
<b>Николаева С. Ю., Аржанкова Ю. В.</b> Особенности обвалки бедер и голеней при использовании в кормлении цыплят-бройлеров разных форм сапропеля.....	115	<b>Nikolaeva S. Yu., Arzhankova Yu. V.</b> Thigh and shin boning specifics with broiler chickens fed with different sapropel forms.....	115
<b>Панькова Е. К.</b> Морфологический состав и органолептическая оценка мяса чистопородных и помесных свиней.....	122	<b>Pankova E. K.</b> Morphological composition and organoleptic assessment of meat of purebred and crossbred swine.....	122
<b>Чугунова Е. О.</b> Выделение сальмонелл из мясных продуктов, обсемененных Proteus spp. и Salmonella spp.....	127	<b>Chugunova E. O.</b> Salmonella isolation from meat products bacterized with Proteus spp. and Salmonella spp....	127
<b>Шацких Е.В., Фадеева Т. А.</b> Продуктивность и биологические особенности свиней при выпаивании органического подкислителя.....	131	<b>Shatskikh E. V., Fadeeva T. A.</b> Productivity and biological peculiarities of swine fed with organic acidifier.....	131

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.363.21

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

**Н.Ф. Баранов**, д-р техн. наук, профессор;

**В.Г. Фарафонов**, канд. физ.-мат. наук, доцент;

**Л.А. Лопатин**, аспирант,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

Октябрьский пр-т, 133, г. Киров, Россия, 610017

E-mail: [lopatin.la@mail.ru](mailto:lopatin.la@mail.ru)

*Аннотация.* Основным направлением модернизации устройств для измельчения зерновых материалов является разработка новых рабочих органов дробилок, обеспечивающих максимальное использование подведенной энергии и рабочего пространства дробильной камеры. В статье содержится описание конструкции молотковой дробилки, камера измельчения которой содержит в качестве пассивных рабочих органов кольцевые деки с рифлеными торцевыми поверхностями. Проведенные теоретические исследования описывают движение частиц после ударов молотков. По полученным уравнениям оценивали величину скорости и углы подлета к деке. Рассчитанные значения углов подлета частиц к деке позволяют определить угол наклона рабочей грани рифа деки, шаг рифов и могут быть использованы для проектирования оптимальной геометрии отбойных поверхностей деки. Согласно выведенным зависимостям, с учетом наибольшей вероятности угла подлета частиц к деке, в пределах  $6...13^\circ$ , угол рабочей грани рифа деки относительно торцевой стенки дробильной камеры должен составлять  $77...84^\circ$ . В лаборатории ФГБОУ ВО Вятская ГСХА изучали процесс взаимодействия частиц зернового материала с рабочими органами дробилки с целью идентификации характера соударения и определения доли энергозатрат в процессе взаимодействия воздушно-продуктового потока с кольцевыми деками дробильной камеры. Лабораторными исследованиями определен момент на дробильной камере, создаваемый вращающимся воздушно-продуктовым потоком, в зависимости от массы измельчаемого материала, скорости молотков и количества рифлей на кольцевых деках. Полученные в ходе экспериментов результаты показали, что в процессе работы дробилки на кольцевых деках реализуется  $14...41\%$  момента, создаваемого круговым потоком воздушно-продуктового слоя на дробильной камере.

*Ключевые слова:* измельчение, дробилка, кольцевая дека, межмолотковое пространство, удар молотка, скорости молотка и частицы, угол отлета, рифли дек.

**Введение.** В комбикормовой промышленности и на сельскохозяйственных предприятиях для дробления зерновых материалов широкое распространение получили молотковые дробилки [11]. Они просты по устройству и надежны в эксплуатации, однако возросшие требования к энергоэффективности и качеству готовой продукции требуют дальнейшего со-

вершенствования конструктивно-технологических параметров измельчающих машин. Поэтому задача, заключающаяся в снижении удельной энергоемкости процесса измельчения при получении готового продукта с равномерным гранулометрическим составом, и сегодня является актуальной.

В исследованиях по измельчению зерна рабочий процесс молотковых дробилок совершенствуется путем повышения эффективности воздействия рабочих органов на измельчаемый материал и ускоренного отвода готового продукта из камеры измельчения. При этом интенсификация процесса разрушения зерновых культур возможна за счет максимального использования подведенной энергии первичных ударов по зерну активными элементами – молотками, и вторичных ударов материала о пассивные рабочие органы – решето и деки [12, 13].

Эффективность воздействия молотков повышается выбором их оптимальной формы, расстановки и количества, а также увеличением их окружной скорости, что отражено в работах В.Р. Алешкина, А.А. Зеленева, Я.Л. Портнова, В.В. Степанова, Ф.С. Кирпичникова и других авторов [1, 10, 14, 15]. Ускоренный отвод готового продукта из дробильной камеры достигается путем увеличения площади сепарирующей поверхности и коэффициента живого сечения решета [5].

Затормаживанию движения воздушно-продуктового потока и, как следствие, увеличению относительной скорости соударения молотков с измельчаемым материалом способствует не только корпус дробильной каме-

ры с решетом, но и дека [3, 6, 9]. Ее роль в процессе измельчения не достаточно изучена. Особенность влияния деки состоит в том, что данный элемент дробилки участвует во вторичных ударах при разрушении материала, причем скорость соударения материала с декой больше скорости молотков. В связи с этим, создание условий для взаимодействия частиц с декой играет важную роль.

В результате анализа научных работ можно сделать вывод, что на повышение эффективности измельчения большое влияние оказывают геометрические параметры дек и сепарирующих поверхностей, организация воздушно-продуктового потока в дробильной камере и снижение скорости измельчаемого материала.

*Целью исследований* является анализ характера соударения рабочих органов дробилки с частицами материала и определение доли энергозатрат в процессе взаимодействия воздушно-продуктового потока с кольцевыми деками дробильной камеры.

**Методика.** В Вятской ГСХА предложена новая конструктивно-технологическая схема молотковой дробилки (патент РФ №2614990), общий вид которой представлен на рисунке 1 [4].

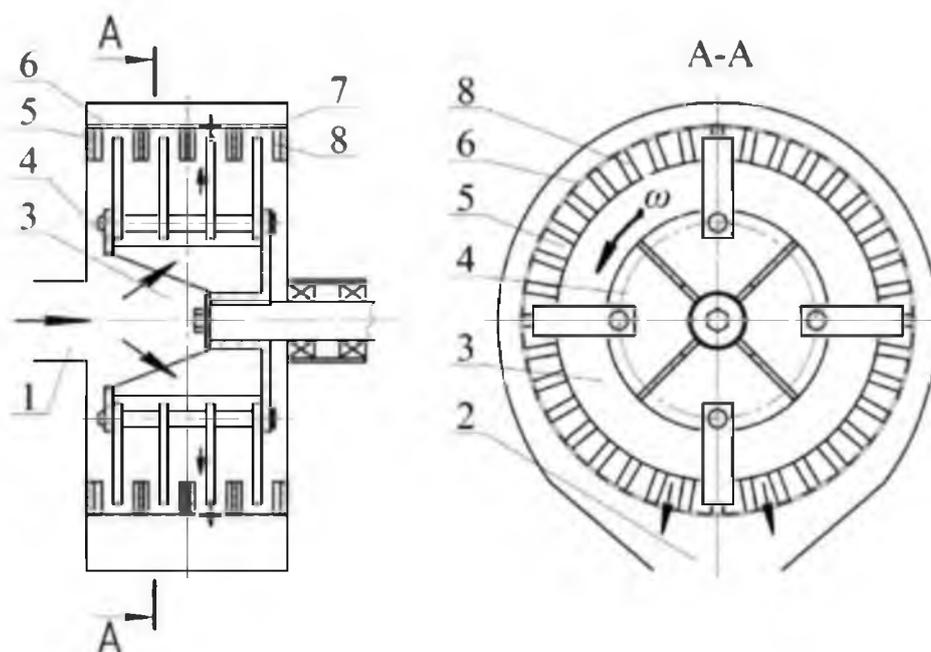


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема дробилки с кольцевыми деками:

1 – загрузочная горловина; 2 – выгрузной патрубок; 3 – дробильная камера; 4 – молотковый ротор; 5 – дека; 6 – решето; 7 – кольцевые каналы; 8 – торцевые поверхности дек.

Технологический процесс измельчения осуществляется следующим образом. Подлежащий измельчению материал (зерно) через загрузочную горловину 1 поступает в дробильную камеру 3, где молотковым ротором 4 получает первые удары и отбрасывается к периферии в кольцевые каналы 7, ударяется о решето 6 и деки 5, выполненные в виде колец. Отражаясь от решета 6 и рифленых торцевых поверхностей 8 дек 5, частицы замедляют свое движение, однако в зоне действия молоткового ротора они опять ускоряются. От многократных соударений с молотковым ротором 4, гранями рифлей дек 5 и решетом 6 материал (зерно) измельчается. Готовый продукт выводится из дробильной камеры через решето 6, охватывающее молотковый ротор 4 и кольцевые каналы 7, в выгрузную горловину 2.

Лабораторные исследования проведены на дробилке с установленной на подшипнике дробильной камерой, завешенной на трех пружинах (рис. 2). Отклонение дробильной камеры от начального положения позволяло определять момент, передаваемый от молоткового ротора через воздушно-продуктовый слой на деки и корпус дробильной камеры. Дробилка работала в закрытом режиме. Порция зерна измельчалась в течение нескольких секунд, при этом фиксировалось отклонение дробильной камеры от первоначального положения. По тарировочной характеристике пружин подвеса дробильной камеры определяли крутящий момент  $M$ , создаваемый движущимся воздушно-продуктовым слоем.

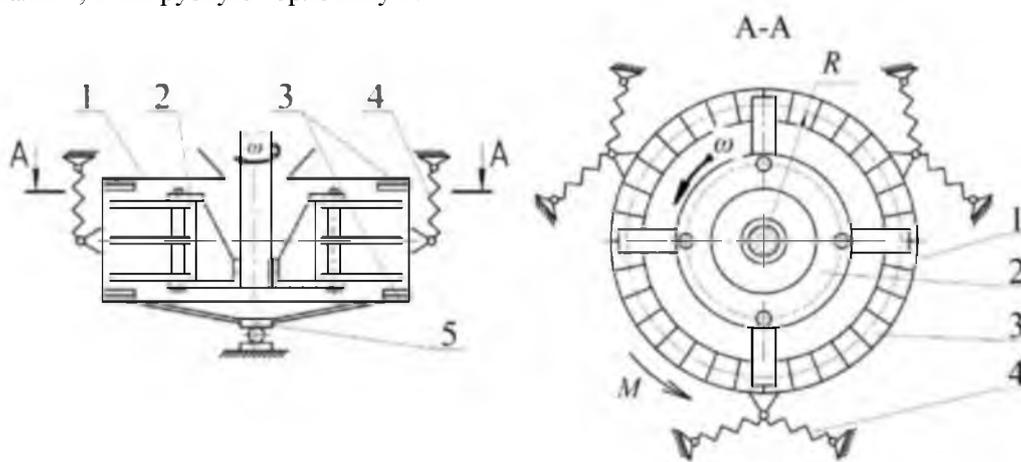


Рис. 2. Схема лабораторной дробилки с кольцевыми деками:

1 – дробильная камера; 2 – молотковый ротор; 3 – кольцевая дека; 4 – пружины подвеса дробильной камеры; 5 – опоры дробильной камеры.

**Результаты и обсуждение.** Рассмотрим взаимодействие активных и пассивных рабочих органов (молотков и кольцевых дек) с зерновым материалом, считая частицу правильной шарообразной формы, рабочую кромку молотка – скругленной, а удар – упругим. За систему отсчета координат следует принимать «систему молотка» (рис. 3), поскольку масса молотка  $M$  существенно больше массы частицы  $m$  ( $M \gg m$ ) [2, 7]. Тогда относительная скорость  $V_{отн}$  подлета частицы к поверхности молотка определяется:

$$V_{отн} = |V_M| - |V_{ч}|, \quad (1)$$

где  $|V_M|$ ,  $|V_{ч}|$  – модули скоростей молотка и частицы, соответственно.

В «системе молотка» после удара нормальная  $V'_{чн}$  и тангенциальная  $V'_{чт}$  составляющие скорости отлета частицы  $V_{ч}$  от поверхности молотка с учетом сил трения будут равны:

$$V'_{чн} = k \cdot V_{чн} = k \cdot V_{отн} \cdot \cos \varphi; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V'_{чт} &= V_{чт} - (1+k) \cdot f \cdot V'_{чн} = \\ &= V_{отн} \cdot \sin \varphi - (1+k) \cdot f \cdot V_{отн} \cdot \cos \varphi = \\ &= V_{отн} \cdot [\operatorname{tg} \varphi - (1+k) \cdot f] \cdot \cos \varphi, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент восстановления скорости;

$\varphi$  – угол падения частицы на кромку молотка;

$f$  – коэффициент трения материала частицы по молотку.

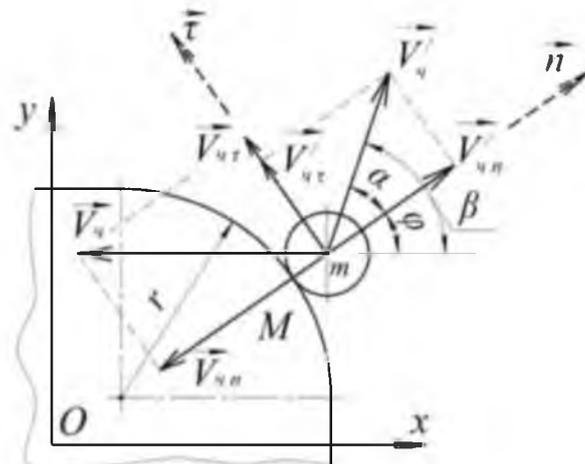


Рис. 3. Соударение частицы с закругленной кромкой молотка

Модуль скорости отлета частицы от кромки молотка равен:

$$|V'_ч| = \sqrt{V'^2_{чн} + V'^2_{чт}} = V_{отн} \cdot \sqrt{k^2 + [tg\varphi - (1+k) \cdot f]^2} \cdot \cos\varphi. \quad (4)$$

Сила трения действует с момента начала скольжения частицы при ударе о поверхность молотка, при этом выполняется условие:  $tg\varphi \leq (1+k) \cdot f$ . Отсюда определяется критическое значение угла падения  $\varphi \leq arctg[(1+k) \cdot f]$ , при котором учитывается сила трения. По опытным данным [8] при  $k=0.4$  и  $f=0.37$  угол падения  $\varphi$  будет равен:  $\varphi = arctg[(1+0.4) \cdot 0.37] = 27,38^\circ$ . Если  $\varphi < 27,38^\circ$ , то направление и скорость отлета частицы  $V'_ч$  от молотка в «системе молотка» совпадают с нормальной составляющей ско-

рости  $V'_{чн}$  ( $\alpha=0$ ). При больших углах падения ( $\varphi > 27,38^\circ$ ), угол отражения  $\alpha$  определится по формуле:

$$\alpha = arctg \left| \frac{tg\varphi - (1+k) \cdot f}{k} \right| \quad (5)$$

Переходя в «систему деки»  $x'O'y'$  (рис. 4), с учетом угла отлета частицы от поверхности молотка  $\beta = \varphi + \alpha$ , скорость частицы  $V'_{чд}$  после удара молотка составит:

$$V'_{чх'} = V_M + V'_{чх} = V_M + V'_ч \cdot \cos\beta; \quad (6)$$

$$V'_{чы'} = V'_{чы} = V'_ч \cdot \sin\beta; \quad (7)$$

Угол подлета  $\beta'$  частицы к деке рассчитается по формуле:

$$\beta' = arctg \frac{V'_{чы'}}{V'_{чх'}}. \quad (8)$$

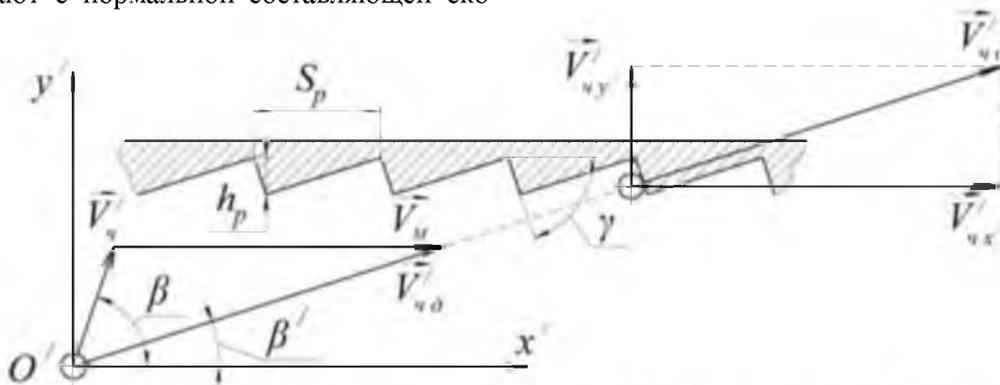


Рис. 4. Взаимодействие частицы с рабочей гранью рифа кольцевой деки

Исходя из угла подлета частиц к деке  $\beta'$  и угла наклона рабочей грани рифа деки  $\gamma$  относительно торцевой стенки дробильной камеры, определяется шаг рифов  $S_p$ :

$$S_p = \frac{h_p \cdot \sin [180 - (\beta' + \gamma)]}{\sin\beta' \cdot \sin\gamma}, \quad (9)$$

где  $h_p$  – высота рифа деки.

Представленные выше теоретические исследования движения частиц зерна в дробилке при заданных значениях  $V_{чн}=60...80$  м/с,  $k=0.4$  и  $f=0.37$  позволяют определить скорость и углы подлета частиц к деке  $\beta'=6...13^\circ$ . В результате рассчитаны геометрические параметры отбойных поверхностей кольцевых дек: угол

наклона рабочей грани рифа деки  $\gamma=90^\circ - \beta=90^\circ - (6...13^\circ) = 77...84^\circ$  и шаг рифов  $S_p$ , который предопределяет количество рифлей на кольцевых деках  $z = 16...32$  штук.

Взаимодействие частиц с рифами дек возможно оценить величиной момента  $M$ , передаваемого от молоткового ротора через воздушно-продуктовый слой на корпус дробильной камеры:

$$M = n \cdot c \cdot m_{cp} \cdot r \cdot p \cdot l \cdot V_{отн} \cdot [V'_{чх'} + (1+k) \cdot f \cdot V'_{чх'}] \cdot R, \quad (10)$$

где  $n$  – количество дек;

$c$  – концентрация частиц в воздушно-продуктовом потоке,  $m^{-3}$ ;

$m_{cp}$  – масса материала, циркулирующая в дробильной камере, кг;

$r$  – радиус скругления изношенной кромки молотка, м;

$p$  – доля частиц, движущаяся в направлении деки;

$l$  – длина рабочей кромки молотка, м;

$R$  – средний радиус кольцевой деки, м.

Анализ выражения (10) показывает, что момент  $M$  зависит от физико-механических свойств измельчаемого материала и конструктивно-кинематических параметров дробилки. С учетом конструкции и режимов работы экспериментальной установки построены графики зависимости момента, передаваемого молотковым ротором через воздушно-продуктовый поток на дробильную камеру, при различной скорости молотков и массы циркулирующего в камере измельчения материала (рис. 5).

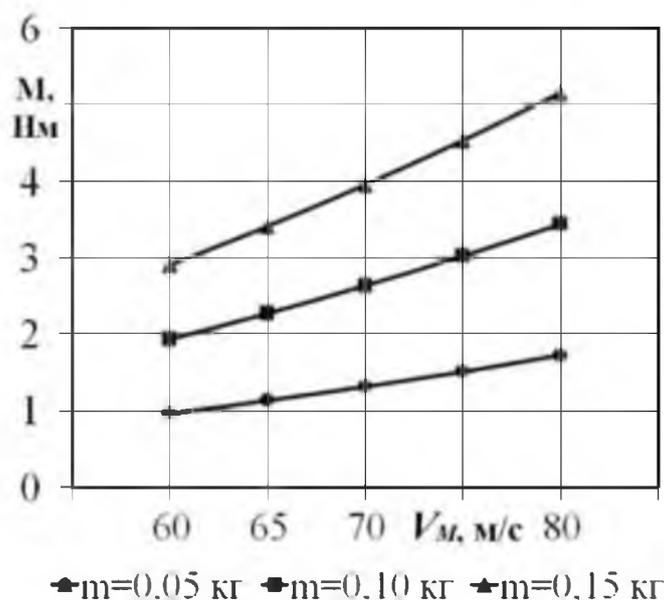


Рис. 5. Момент, создаваемый воздушно-продуктовым потоком, в зависимости от скорости молотков и массы циркулирующего в камере измельчения материала

С целью подтверждения теоретических исследований реализованы три эксперимента по матрице плана  $3^2$ . Исследовалось влияние массы циркулирующего в дробильной камере материала  $m$  (массы навески) и линейной скорости молотков  $V_m$  на момент  $M$ , передаваемый молотковым ротором через воздушно-продуктовый слой на дробильную камеру и на кольцевые деки, при различном количестве рифлей на деках  $z$ . Для сравнительных исследований проведены опыты при отсутствии дек – с гладкостенной дробильной камерой. Полу-

ченные в ходе экспериментов результаты представлены в таблице.

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии и построены двумерные сечения:

$$y_4 = 1,335 + 0,889x_1 + 0,169x_1^2 + 0,046x_1x_2; \quad (11)$$

$$y_5 = 1,171 + 0,462x_1 - 0,077x_2 - 0,277x_1^2 - 0,114x_2^2. \quad (12)$$

Матрица плана  $3^2$  и результаты экспериментальных исследований

Обозначения	Факторы		Критерии оптимизации						
	Уровни варьирования факторов	Масса навески измельчаемого материала $m$ , г	Скорость молотков $V_m$ , м/с	Момент $M$ , Нм					
				на дробильной камере		на кольцевых деках			
				количество рифлей кольцевых дек $z$ , шт.	при отсутствии кольцевых дек	с количеством рифлей $z$ , шт.			
			32	16		32	16		
		$x_1$	$x_2$						
Верхний (+1)		150	75	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_5/y_2$
Нулевой (0)		100	67,5						
Нижний (-1)		50	60						
Опыт 1		-1	-1	1,654	1,471	0,964	0,690	0,507	0,34
2		0	-1	2,788	2,661	1,655	1,133	1,006	0,38
3		+1	-1	4,288	3,235	1,901	2,387	1,334	0,41
4		-1	0	1,801	1,548	1,208	0,593	0,340	0,22
5		0	0	3,138	2,947	1,735	1,403	1,212	0,41
6		+1	0	4,635	3,695	2,288	2,347	1,407	0,38
7		-1	+1	1,875	1,601	1,381	0,494	0,220	0,14
8		0	+1	3,195	2,861	1,795	1,400	1,066	0,37
9		+1	+1	4,855	3,581	2,481	2,374	1,100	0,31

На рисунке 6 показано двумерное сечение, построенное по уравнению регрессии ( $y_5$ ), показывающее, что крутящий момент, реализуемый непосредственно на деках в ис-

следуемой области варьирования факторов, имеет максимум при массе циркулирующей нагрузки 0,13 кг и скорости молотков 65 м/с.

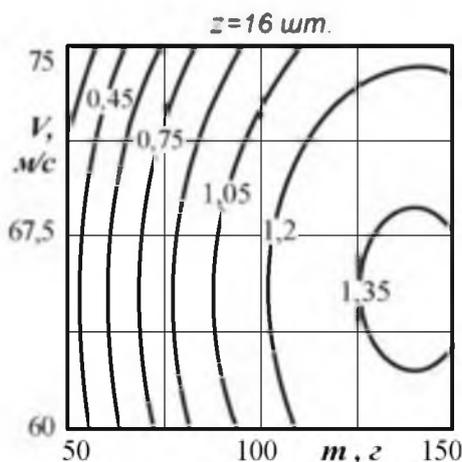


Рис. 6. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость момента на кольцевых деках с количеством рифлей  $z=16$  штук от массы навески измельчаемого материала  $m$  (фактор  $x_1$ ) и скорости молотков  $V$  (фактор  $x_2$ )

По результатам лабораторных опытов выявлено следующее. При установке кольцевых дек с рифлеными торцевыми поверхностями в камере измельчения происходит возрастание момента на величину  $y_5/y_2 \cdot 100\% = 14 \dots 41\%$  по сравнению с гладкостенной дробильной камерой. Это говорит о том, что увеличение площади контактного взаимодействия измельчаемого материала с рабочими поверхностями дробильной камеры позволяет максимально использовать кинети-

ческую энергию частиц на реализацию процесса измельчения, тем самым повышая эффективность дробления.

Таким образом, экспериментальные исследования по оценке момента, передаваемого молотковым ротором через воздушно-продуктовый слой на деки и корпус дробильной камеры, в целом подтверждают теоретические предпосылки. При этом отклонение результатов эксперимента от теоретических расчетов, например, при массе циркулиру-

шей нагрузки  $m=0,1$  кг, скорости молотков  $V_m=75$  м/с и количестве рифлей на кольцевых деках  $z=16$  штук, составляет 5,6%.

**Выводы.** 1. Установка кольцевых дек с рифлеными торцевыми поверхностями, в качестве пассивных рабочих органов, позволяет в максимальной степени использовать поверхности дробильной камеры для реализации процесса измельчения.

2. С учетом наибольшей вероятности угла подлета частиц  $\beta'$  к деке, в пределах  $6...13^\circ$ , угол рабочей грани рифа деки  $\gamma$  относительно торцевой стенки дробильной камеры должен составлять  $77...84^\circ$ .

3. В процессе работы дробилки на кольцевых деках реализуется 14...41% момента, создаваемого круговым потоком воздушно-продуктового слоя на дробильной камере.

#### Литература

1. Баранов Н.Ф., Фуфачев В.С., Баранов Р.Н. Совершенствование рабочего процесса дробилки фуражного зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2012. №9. С. 41–43.
2. Вараксин А.Ю. Столкновения в потоках газа с твердыми частицами. М.: Физматлит, 2008. 312 с.
3. Одогов В.А. К вопросу совершенствования рабочего процесса молотковой дробилки зерна // Тезисы докладов научной конференции аспирантов и соискателей (Науке нового века – знания молодых). Киров: Вятская ГСХА, 2001. С. 117-118.
4. Молотковая дробилка: Патент № 2614990 Российская Федерация, МПК В 02 С 13/00. №2016111801. Заявл. 29.03.2016; опубл. 03.04.17. Бюл. № 10. 6 с.
5. Поярков М.С. Влияние способа отвода измельченного материала из дробильной камеры молотковой дробилки на показатели ее работы и качество готового продукта // Материалы X Международ. науч.-практ. конф. (Наука – Технология – Ресурсосбережение), посвящ. 65-летию со дня образов. инженерного фак. Вятской ГСХА. Киров: ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2017. Вып. 18. С. 213–218.
6. Роторные дробилки: исследование, конструирование, расчет и эксплуатация / В.А. Бауман [и др.]; под ред. В.А.Баумана. М.: Машиностроение, 1973. 272 с.
7. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для втузов. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 416 с.
8. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия): учебник / Л.А. Глебов [и др.]. М.: ДеЛи принт, 2006. 816 с.
9. Филинков А.С. Повышение эффективности одно- и двухступенчатых дробилок зерна за счёт совершенствования конструктивно-технологических схем: дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2002. 226 с.
10. Hollander J. Berechnung und Analyse von Hammerbrechern: Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur / Jan Holländer. TU Bergakademie Freiberg, 2001. 225 p.
11. Kersten J., Net E., Rohde H.-R. Mischfutterherstellung: Rohware, Prozesse, Technologie // Agrimedia. 2004. 296 p.
12. Rychel R. Modellierung des Betriebsverhaltens von Rotorschleuderbrechern: Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur / Rafal Rychel. TU Bergakademie Freiberg, 2001. 149 p.
13. Savinyh P. Simulation of particle movement in crushing chamber of rotary grain crusher / P. Savinyh, A. Aleshkin, V. Nechaev, S. Ivanovs // 16th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. 2017. pp. 309-316.
14. Yang J.H. Load and wear experiments on the impact hammer of a vertical shaft impact crusher / J.H. Yang, H. Y. Fang, M. Luo // 4th Global Conference on Materials Science and Engineering (CMSE). 2015. Vol. 103. pp. 61-67.
15. Zhao X. Research on the New Combined Type Crusher Hammer / X. Zhao, H. Zhou, S. Rong // International Conference on Advanced Engineering Materials and Architecture Science. 2014. Vol. 488-489. pp. 1160–1164.

## INVESTIGATION OF PARTICLE INTERACTION WITH WORKING BODIES OF HAMMER MILL

**N.F. Baranov**, Dr. Eng. Sci., Professor

**V.G. Farafonov**, Cand. Phys. and Math. Sci., Associate Professor

**L.A. Lopatin**, Post-Graduate Student

Vyatka State Agricultural Academy

133, Oktyabrskiy prospect, Kirov, 610017, Russia

E-mail: [lopatin.la@mail.ru](mailto:lopatin.la@mail.ru)

#### ABSTRACT

The main direction for the modernization of grain mill devices is the development of new working bodies of mill, which ensure the maximum use of supplied energy and working space in a crushing chamber. The article describes the design of hammer mill that contains ring decks with corrugated end

surfaces as passive working bodies in its grinding chamber. Theoretical studies described the motion of particles after hammer strokes. The obtained equations were used for the estimation of velocity rate and approach angles to the deck. The calculated values of approach angles of particles to the deck allow us to determine the slope angle of deck working face, flute pitch, and can be used to design the optimal geometry of kick surfaces on deck. According to derived dependences, the angle of flute working face of deck referred to the end wall of crushing chamber should be 77...84° taking into account a significant chance of approach angle of particles to the deck, within 6 ... 13°. In the laboratory of the Vyatka State Agricultural Academy, the interaction process of grain particles with working bodies of mill was studied to identify the nature of impact and determine the share of energy costs in the interaction process between air-product stream and ring decks of crushing chamber. Laboratory studies determined the torque on crushing chamber created by rotating air-product stream depending on mass of crushing material, hammers velocity, and the number of flutes on ring decks. The results obtained during the experiments showed that 14...41% of the torque produced by the circular flow of air-product on crushing chamber is realized during the operation of mill on ring decks.

*Key words:* grinding, mill, ring deck, inter-hammer space, hammer stroke, hammer velocities and particles, angle of departure, deck flutes.

#### References

1. Baranov N.F., Fufachev V.S., Baranov R.N. Sovershenstvovanie rabocheho processa drobilki furazhnogo zema (Improvement of working process of forage grain mill), *Traktory i sel'hozmashiny*, 2012, No. 9, pp. 41–43.
2. Varaksin A.Ju. Stolknovenija v potokah gaza s tverdymi chasticami (Collisions in gas flows with solid particles), M, Fizmatlit, 2008, 312 p.
3. Odegov V.A. K voprosu sovershenstvovaniya rabocheho processa molotkovoj drobilki zema (On the improvement of working process of hammer mill), *Tezisy dokladov nauchnoj konferencii aspirantov i soiskatelej (Nauke novogo veka – znaniya molodyh)*, Kirov, Vyatskaya GSKHA, 2001, pp. 117-118.
4. Molotkovaja drobilka (Hammer mill), Patent No. 2614990 Rossijskaja Federacija, MPK V 02 S 13/00, No. 2016111801, Zajavl. 29.03.2016, opubl. 03.04.2017, Bjul. No. 10, 6 p.
5. Pojarkov M.S. Vlijanie sposoba otvoda izmel'chennogo materiala iz drobil'noj kamery molotkovoj drobilki na pokazateli ee raboty i kachestvo gotovogo produkta (The influence of offtake method of crushed material from a crushing chamber of hammer mill on the performance of its work and the quality of finished product), *Materialy X Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Nauka – Tehnologija – Resursoberezenie)*, posvjashh. 65-letiju so dnja obrazov. inzhenerenogo fak. Vjatskoj GSHA, Kirov, FGOBU VO Vjatskaja GSHA, 2017, Vyp. No. 18, pp. 213–218.
6. Rotomye drobilki: issledovanie, konstruirovanie, raschet i jekspluatacija (Rotary crushers: research, design, calculation and exploitation), V.A. Bauman [et al.]; pod red. V.A.Baumana, M, Mashinostroenie, 1973, 272 p.
7. Targ S.M. Kratkij kurs teoreticheskoj mehaniki (A brief course in theoretical mechanics), uchebn. dlja vtuzov, 10-e izd., pererab. i dop, M, Vyssh. shk., 1986, 416 p.
8. Tehnologicheskoe oborudovanie predpriyatij otrasli: zemopererabatyvajushhie predpriyatija (Technological equipment of enterprises in the industry: grain processing enterprises), uchebnik, L.A. Glebov [et al.], Moskov, DeLi print, 2006, 816 p.
9. Filinkov A.S. Povyshenie ehffektivnosti odno- i dvuhstupenchatyh drobilok zema za schyot sovershenstvovaniya konstruktivno-tehnologicheskikh skhem (Improving the efficiency of one- and two-stage grain mills by improving the design and technological plans), dis. ... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2002, 226 p.
10. Hollander J. Berechnung und Analyse von Hammerbrechern, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur, Jan Hollander, TU Bergakademie Freiberg, 2001, 225 p.
11. Kersten J., Nef E., Rohde H.-R. Mischfutterherstellung: Rohware, Prozesse, Technologie, Agrimedia, 2004, 296 p.
12. Rychel R. Modellierung des Betriebsverhaltens von Rotorschleuderbrechern, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur, Rafal Rychel, TU Bergakademie Freiberg, 2001, 149 p.
13. Savinyh P. Simulation of particle movement in crushing chamber of rotary grain crusher, P. Savinyh, A. Aleshkin, V. Nechaev, S. Ivanovs, 16th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 2017, pp. 309-316.
14. Yang J.H. Load and wear experiments on the impact hammer of a vertical shaft impact crusher, J.H. Yang, H. Y. Fang, M. Luo, 4th Global Conference on Materials Science and Engineering (CMSE), 2015, Vol. 103, pp. 61-67.
15. Zhao X. Research on the New Combined Type Crusher Hammer, X. Zhao, H. Zhou, S. Rong, International Conference on Advanced Engineering Materials and Architecture Science, 2014, Vol. 488-489, pp. 1160–1164.

## РАЗРАБОТКА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ПО ФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**А. И. Бурков**, д-р техн. наук, профессор;

**А. Л. Глушков**, канд. техн. наук;

**В. А. Лазыкин**, канд. техн. наук,

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

ул. Ленина, 166а, г. Киров, Россия, 610007

E-mail: [glandrev@yandex.ru](mailto:glandrev@yandex.ru)

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы совершенствования послеуборочной обработки зерна. Приведены устройство, технологический процесс новых зерноочистительных машин МПО-25Ф, АЗМ-10/5-ВРФ, СП-2Ф, разработанных в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, и результаты их работы в производственных условиях. Машина предварительной очистки МПО-25Ф выделяет из зернового вороха фракцию фуражного зерна воздушным потоком до решёт. Это увеличивает производительность всей технологической линии, снижает затраты на сушку влажного фуражного зерна и повышает качество основной фракции зерна. Эффективность очистки зернового вороха ячменя при работе машины МПО-25Ф по фракционной технологии составила 59,9...73,3 %, а при работе по поточной – 37,0...52,4 %. Воздушно-решётная машина АЗМ-10/5-ВРФ первично-вторичной очистки делит семенной материал на решётах на крупную и мелкую фракции и обрабатывает их в пневмосепарирующих каналах (ПСК) с разными скоростями. После очистки семена соответствуют по чистоте категориям ОС, ЭС, РС. В ряде случаев семена крупной фракции не требуют дополнительной обработки в триерах. Сепаратор пневматический СП-2Ф очищает семенной материал от трудноотделимых примесей по аэродинамическим свойствам и устанавливается после воздушно-решётных машин и триеров. Содержит двойной ПСК, разделительную камеру, инерционный пылеуловитель и диаметральный вентилятор. За один пропуск делит материал на четыре фракции: семена первого и второго сорта, соответствующие по чистоте категориям не ниже ЭС и РС, фуражную фракцию и неиспользуемые отходы. Новые зерноочистительные машины, работающие по фракционной технологии, снижают приведённые затраты на подготовку семян и могут применяться во всех климатических зонах РФ.

*Ключевые слова:* очистка зерна и семян, разделение на фракции по размерам и аэродинамическим свойствам.

**Введение.** Важным направлением совершенствования послеуборочной обработки зерна является применение фракционной технологии на этапах предварительной, первичной, вторичной и окончательной очистки с разделением по аэродинамическим свойствам, размерам, плотности и др.

Использование фракционной технологии наиболее эффективно на стадии предварительной очистки, при которой семенное зерно сушится в шадящем тепловом режиме, а фуражное – более жёстком, что сокращает затраты энергии, увеличивает производительность технологической линии, снижает травмирование

семян [1-4]. При обработке зернового вороха воздушным потоком можно выделить фракцию семян с более высокой всхожестью по сравнению с разделением на решётах [5]. Выделение фуражной фракции воздушным потоком или на решётах из влажного зернового вороха и последующее её плющение без сушки существенно снижает затраты на подготовку концентрированных кормов для животных [6].

Фракционирование на стадии первичной очистки чаще всего выполняется с использованием толщины и ширины зерновки (на решётах) [7-9], а на стадии вторичной и окончательной очистки семян – по скорости витания

компонентов очищаемого материала (в пневмосепарирующих каналах и разделительных камерах) [10-14].

Разнообразие климатических условий, размеров и специализации сельскохозяйственных предприятий определяет необходимость применения различных технологий и современных зерноочистительных машин для качественной и низко затратной послеуборочной обработки зерна и семян.

Цель исследования – выявление преимуществ зерноочистительных машин, работающих по фракционной технологии.

**Результаты.** В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока разработаны зерно- и семяочистительные машины МПО-25Ф, АЗМ-10/5-ВРФ, СП-2Ф, работающие по фракционной технологии на стадиях предварительной, первичной, вторичной и окончательной очистки [15].

Машина МПО-25Ф (рис. 1) предназначена для предварительной очистки зернового вороха с выделением воздушным потоком фуражной фракции. Особенностью данной машины является то, что она имеет два режима работы: по поточной и фракционной технологиям.

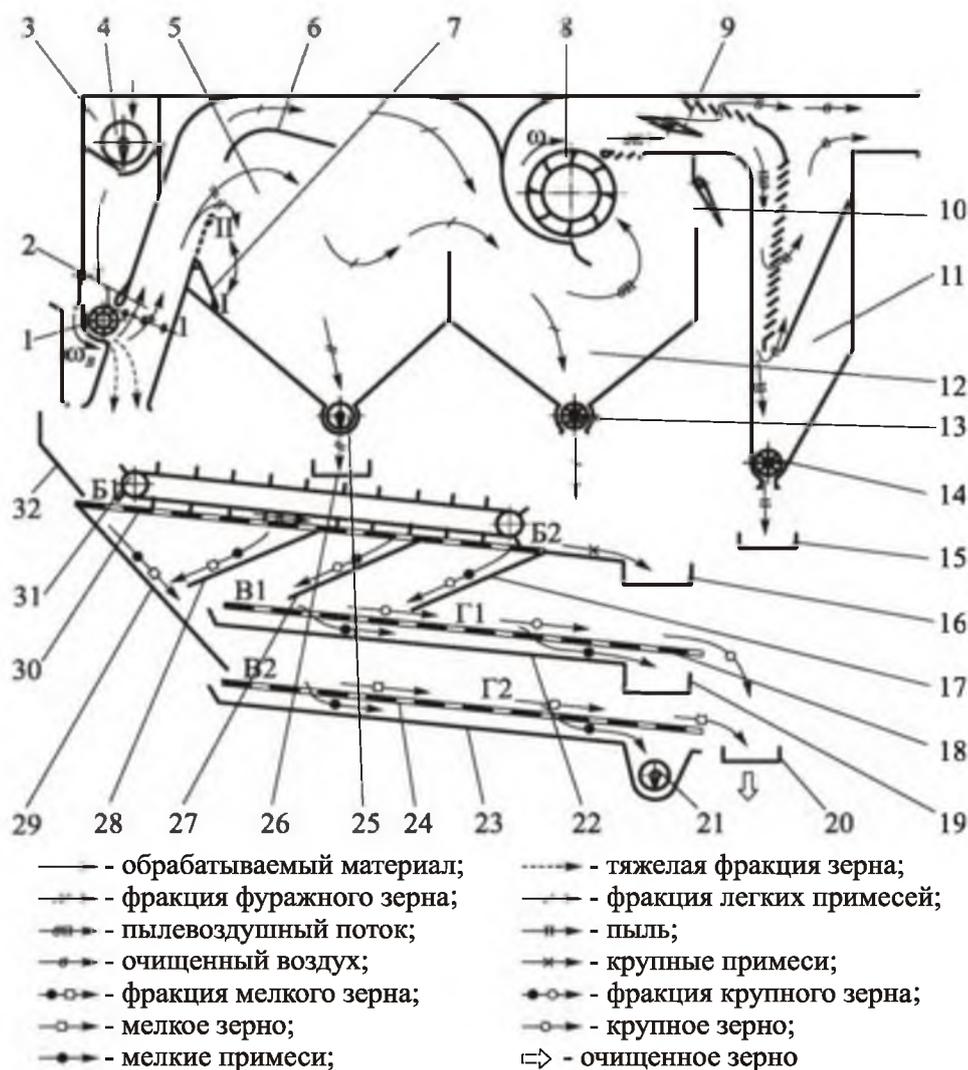


Рис. 1. Технологическая схема машины предварительной очистки зерна МПО-25Ф:  
 1 – питающий валик; 2 – наклонный пневмосепарирующий канал; 3 – приемная камера; 4 – шнек загрузочно-распределительного устройства; 5 – разделительная камера; 6 – отражательная плоскость; 7 – переключатель режима работы; 8 – диаметральный вентилятор; 9 – регулятор расхода воздуха; 10 – всасывающее окно осадочной камеры; 11 – инерционный жалюзийно-противоточный пылеуловитель; 12 – осадочная камера; 13, 14 – шлюзовые затворы; 15, 16, 19, 20, 26 – приемники фракций; 17, 27, 28 – скатные доски; 18, 24, 30 – решета; 22, 23 – скатные плоскости; 21, 25 – шнеки; 29 – съемный лоток; 31 – скребковый транспортер; 32 – перепускной лоток

При установке переключателя режима работы 7 в положение I машина работает по фракционной технологии. Легкие примеси выделяются из зернового вороха в осадочную камеру 12, а фуражная фракция (дробленое, щуплое, мелкое и поврежденное зерно) движется под отражательной плоскостью 6 и осаждается в разделительной камере 5.

При работе по поточной технологии переключатель 7 устанавливается в положение II. В этом варианте в ПСК 2 выделяются только легкие примеси, которые затем осаждаются в разделительной 5 и осадочной 12 камерах.

Агротехническая оценка машины МПО-25Ф на государственных приёмочных испытаниях (протокол № 06-40-2006) выполнена при обработке зернового вороха яровой пшеницы сорта Иргина и ярового ячменя сорта Зазерский засорённостью 10,94...18,00 % и 1,18...1,73%, влажностью 17,3...18,7 % и 23,7...27,7% на подачах 14,3...25,8 и 12,7...20,6 т/ч соответственно при допустимых потерях полноценного зерна в отходы (0,2%). Установлено, что при работе машины по фракционной технологии агротехнические показатели имеют более высокие значения по сравнению с работой по поточной технологии. Эффективность очистки зернового вороха пшеницы, в зависимости от подачи, составила 45,3...72,5 %, при очистке зернового вороха ячменя по поточной технологии – 37,0...52,4 % и по фракционной технологии – 59,9...73,3 %.

При этом на выходе получаем более чистое зерно (чистота  $Ч=96,04...99,07\%$ ) по сравнению с работой машины по поточной технологии ( $Ч=94,99...98,46\%$ ), что увеличивает производительность всего комплекса, повышает эффективность очистки семян и снижает их себестоимость.

Воздушно-решётная машина АЗМ-10/5-ВРФ предназначена для послеуборочной обработки зерновых культур по поточной и двухэтапной технологиям. При поточной технологии очистки машина функционирует в семенном или продовольственном режимах при производительности 5 и 10 т/ч соответственно. При двухэтапной технологии во время уборочных работ настраивается на режим

первичной очистки, после их окончания – на режим вторичной очистки.

Очищаемый материал поступает в загрузочное окно 3 (рис. 2) и устройством 4 равномерно распределяется по ширине пневмосистемы. Затем зерновая смесь питающим валиком 1 подается в первый ПСК 26, где выделяются легкие примеси, поступающие с отработанным воздухом в осадочную камеру 6, а зерно попадает на решето  $B_1$  верхнего яруса 25 решетного стана.

Зерновой материал на решете  $B_1$  делится на крупную и мелкую фракции. Крупная фракция зерна поступает на решето  $B_2$ , с которого удаляются крупные примеси (выход III), а зерно проходит на решето  $\Gamma_2$  среднего яруса 24.

Проход решета  $B_1$  поступает на сортировальное решето  $\Gamma_1$ , где наиболее крупное зерно перемещается на решето  $\Gamma_2$ , а менее крупное зерно с мелкими примесями падает на подсевное решето  $V_1$ . На сортировальном решете  $\Gamma_2$  происходит разделение зерна основной культуры на две фракции.

Наиболее выполненное зерно, где находится основная часть длинных примесей, сходом по решету  $\Gamma_2$  перемещается во второй ПСК 15, а мелкое зерно попадает на решето  $V_2$  нижнего яруса 23.

На подсевных решетках  $V_1$  и  $V_2$  из зерна выделяются мелкие сорные примеси и часть коротких примесей основной культуры, а сходом с них движутся по наклонной плоскости в третий ПСК 18 мелкие зерновки основной культуры и большинство оставшихся коротких примесей. Далее фракции зерна второй раз обрабатываются воздушным потоком. Причем скорость воздушного потока в канале 15 устанавливается несколько выше, чем в канале 18, поскольку скорости витания крупных зерновок основной культуры больше, чем мелких.

Процесс работы машины АЗМ-10/5-ВРФ исследован на приёмочных испытаниях при очистке семян ячменя сорта Биос 1, предварительно очищенных на машине ОВС-25 и высушенных в сушилке напольного типа (протокол № 06-77-2003). Подача зерна при исследованиях составляла  $G = 4,18...8,03$  т/ч.

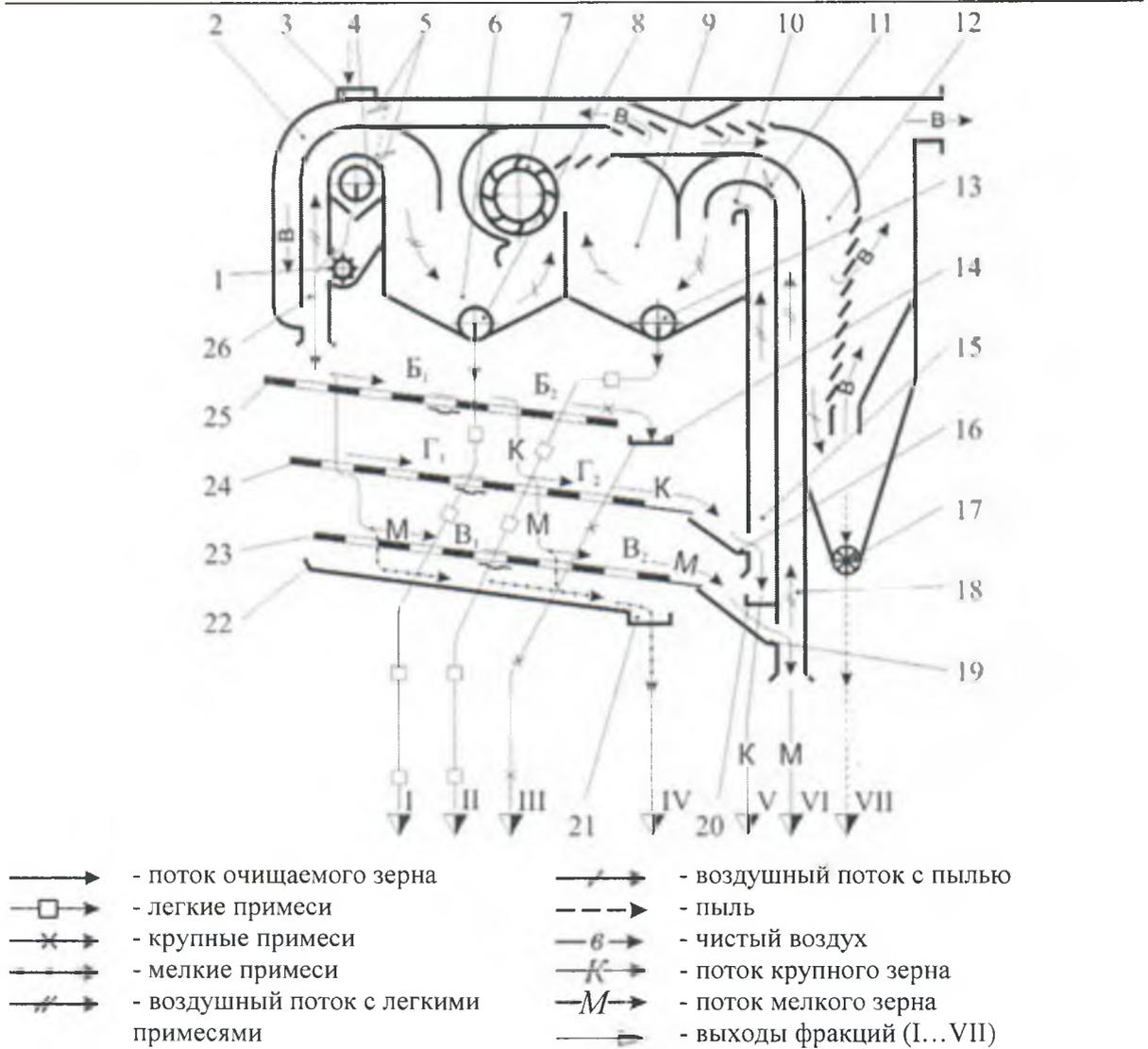


Рис. 2. Технологическая схема воздушно-решетной машины АЗМ- 10/5-ВРФ:

1 – питающий валик; 2 – воздухоподводящий канал; 3 – загрузочное окно; 4 - распределительное устройство; 5, 10, 11 – регулировочные заслонки; 6, 9 – осадочные камеры; 7 – диаметральный вентилятор; 8, 13, 17 – устройства вывода легких примесей и пыли; 12 – инерционный жалюзийно-противоточный пылеуловитель; 14, 20, 21 – лотки вывода фракций зерновой смеси; 15, 18 – второй и третий ПСК; 16, 19 – устройства ввода зерна в каналы послерешетной сепарации; 22 – поддон; 23, 24, 25 – ярусы решет нижний, средний и верхний; 26 – первый ПСК

Исходный материал ячменя сорта Биос 1, поступающий в машину, имел влажность  $W = 13,5\%$ , содержал 97,28% основного, 1,03% щуплого, дробленого зерна и 1,27% примесей, в том числе зерновок ржи – 387, пшеницы – 54, овса – 4, подмаренника цепкого – 6, овсюга – 2, горца вьюнкового – 3, мари белой – 12 шт./кг, т.е. не соответствовал категориям семян ОС, ЭС, РС по чистоте и содержанию семян других растений.

В результате очистки из ячменя выделено значительное количество семян сорняков и культурных растений на всех режимах работы

машины. Причём, без обработки в триерах содержание семян основной культуры составляет более 99,0%. Фракция крупных семян в первом опыте при подаче 4,18 т/ч соответствует по содержанию семян других растений категории ОС, в опытах 2...5 из-за большого количества зерновок ржи – категории РС. Фракция мелкого зерна в опытах 1 и 2 ( $G = 4,18$  и 4,88 т/ч) доведена по содержанию семян других растений до категории РС, а в других опытах – до категории РСт. Содержание семян ржи и пшеницы в опытах 3...5 в этой фракции составило 82...125 шт./кг.

Таким образом, воздушно-решётчатая машина АЗМ-10/5-ВРФ, разделяющая на решетах семена ячменя на крупную и мелкую фракции, после очистки в двойном ПСК с оптимальными скоростями воздушного потока доводит их по чистоте, соответствующей категориям ОС, ЭС и РС. При подаче 4,18 т/ч семена крупной фракции не требуют дополни-

тельной обработки в триерах.

Сепаратор пневматический СП-2Ф (рис. 3) предназначен для окончательной очистки и сортировки зерновых и зернобобовых культур, семян злаковых и бобовых трав от трудноотделимых примесей, отличающихся по аэродинамическим свойствам.

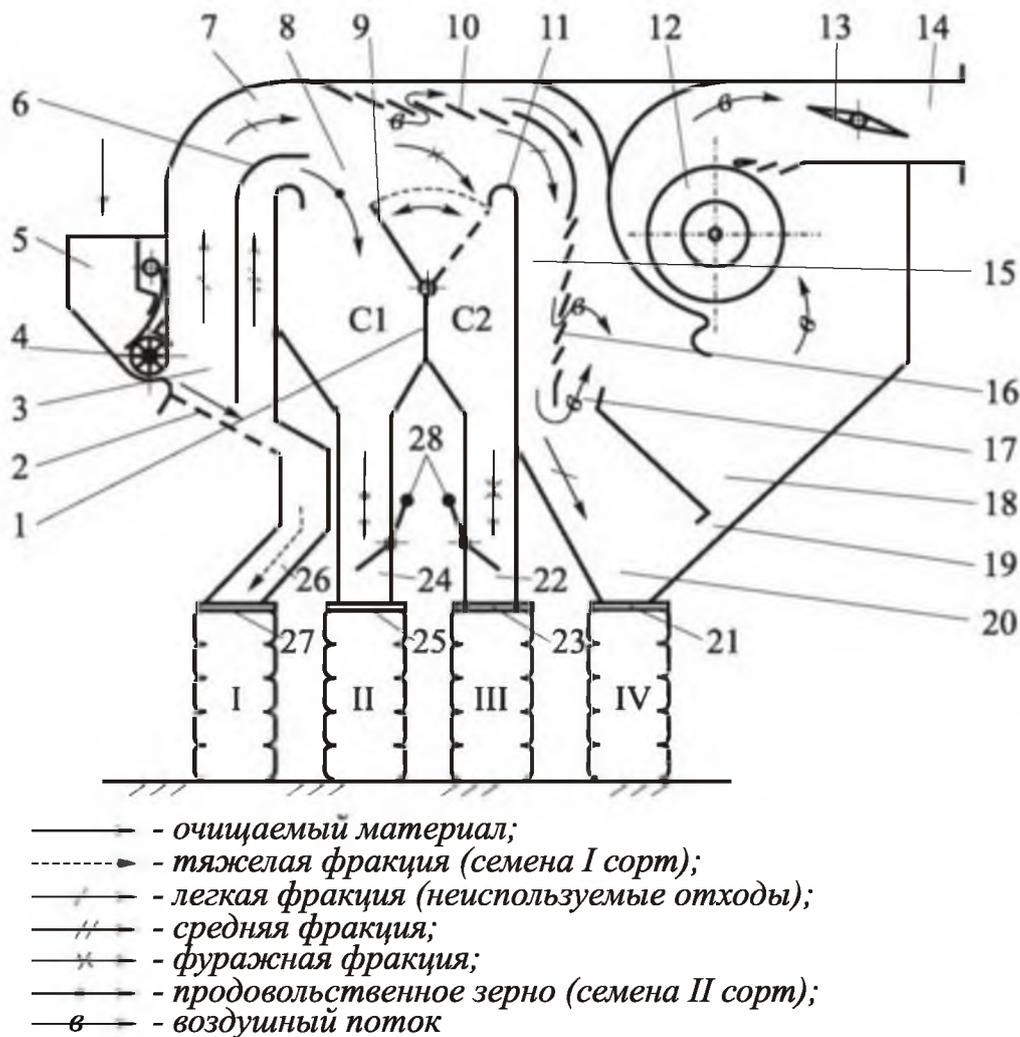


Рис.3. Технологическая схема фракционного пневмосепаратора семян:

1- перегородка; 2 - опорная сетка; 3 - пневмосепарирующий канал; 4 - устройство ввода; 5 - приемный бункер; 6 - сплошная разделительная перегородка; 7 - отвод ПСК; 8 - разделительная камера; 9 - поворотный клапан; 10 и 16 - горизонтальный и вертикальный участки жалюзийного очистителя; 11 - смежная стенка; 12 - диаметральный вентилятор; 13 - дроссельная заслонка; 14 - выходной патрубок; 15 - инерционный жалюзийно-противоточный пылеуловитель; 17 - противоточный очиститель; 18 - воздухоотводящая камера; 19 - перепускное окно; 20 - осадочная камера; 21, 23, 25, 27 - устройства вывода фракций материала; 22, 24, 26 - материалопроводы; 28 - заслонки; I, II, III, IV - мешки с фракциями семян I и II сорта, фуражного зерна и отходов

Данный сепаратор разделяет исходный материал на тяжелую фракцию (семена I сорта), продовольственное зерно (семена II сорта)

и фуражное зерно, а также выделяет из него легкие примеси (неиспользуемые отходы).

Агротехническая оценка сепаратора СП-2Ф проводилась при очистке семян клевера лугового сорта Кировский 159. Чистота исходного материала составляла 95,94...96,58 %. Отход основной культуры и примесей составил 3,42...4,06 %, из них семена сорняков – 1,94...3,0 %, семена других культур – 0,20...0,63 %, минеральная и органическая примеси – 0,19...0,60 % и 0,27...1,09 % соответственно. Основные виды других культур – семена тимофеевки луговой и овсяницы луговой, семена сорных растений – бодяк полевой, марь белая.

Содержание основной культуры в семенах I сорта при изменении подачи в пределах от 0,46 до 0,78 т/ч изменялось от 98,54 до 99,26 %, что соответствует нормам стандарта для категории семян ОС и ЭС (не менее 96,0). Выход семян I сорта на номинальном режиме составил 69,77 %.

В результате очистки практически полностью были выделены семена других культур. Их содержание составило не более 0,02 % при допустимом уровне 0,6 %.

Количество семян сорных растений в семенах I сорта составило 2000...3250 шт./кг. Их высокое содержание обусловлено наличием в исходном материале большого количества семян бодяка полевого, аэродинамические свойства которого схожи со свойствами семян клевера. Эффективность очистки семян составила 85,8...96,4 %, что соответствует требованиям ТЗ (не менее 80 %). Семена II сорта по чистоте соответствуют категории РС. Потери полноценных семян в отходы составили 5,4...7,5 %, что не превышает требований ТЗ (не более 10 %).

Таким образом, пневмосепаратор СП-2Ф обеспечивает за один пропуск выделение семян I сорта, соответствующих категории не ниже ЭС, и II сорта – категории не ниже РС при потерях в отход, не превышающих допустимых значений для машин окончательной очистки.

#### Выводы.

1. Машина МПО-25Ф при очистке зернового вороха пшеницы и ячменя по пневмофракционной технологии на подачах 14,3...25,8 и 12,7...20,6 т/ч при допустимых потерях в отходы имеет высокие значения эффективности – 45,3...72,5 и 59,9...73,3 % соответственно. При этом эффективность очистки зернового вороха ячменя по поточной технологии существенно ниже – 37,0...52,4 %. Чистота семенного зерна, обработанного по фракционной технологии, составляет 96,04...99,07 %, по поточной технологии – 94,99...98,46 %.

2. Воздушно-решётчатая машина АЗМ-10/5-ВРФ при очистке семян ячменя на подачах 4,18...8,03 т/ч, разделяющая на решётах семена на крупную и мелкую фракции, после очистки в двойном ПСК доводит их по чистоте, соответствующие категориям ОС, ЭС и РС. Семена крупной фракции при подаче 4,18 т/ч не требуют дополнительной обработки в триерах.

3. Сепаратор пневматический СП-2Ф при окончательной очистке семян клевера на подачах 0,46...0,78 т/ч выделяет семена первого сорта, соответствующие по чистоте категории не ниже ЭС, и второго сорта – не ниже категории РС при допустимых потерях в отходы.

#### Литература

1. Анишкин В.И. Научные основы приоритетов технического обеспечения растениеводства на период до 2010 года // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. (Земледельческая механика в растениеводстве, 17-18 дек. 2003 г.). ВИМ. 2003. Т. 146. С. 5-28.
2. Ермольев Ю.И., Шелков М.В., Московский М.Н. Фракционные технологии семенной очистки зерна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 6. С. 23-25.
3. Курбанов Р.Ф. Выбор технологии предварительной очистки с учетом свойств вороха зерновых культур // Сб. науч. тр. (Сельскохозяйственная наука Северо-Востока Европейской части России). Киров. 1995. Т. 4. С. 99-105.
4. Технология послеуборочной обработки семенного зерна с выделением фуражной фракции до сушки / Ф.Н. Эрк [и др.] // Селекция и семеноводство. 1985. № 3. С. 60-61.
5. Тарасенко А.П., Шередекин В.В., Тарасенко Р.А. Совершенствование предварительной обработки семенного зерна // Материалы 2-й Международной науч.-практ. конф. (Земледельческая механика в растениеводстве, 17-18 дек. 2003 г.). М.: ВИМ, 2003. Т. 148. С. 148-154.
6. Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Исупов В.И. Машины, агрегаты и комплексы послеуборочной обработки зерна и семян трав / Под ред. Н.П. Сычугова. Киров: изд-во ООО «ВЕСИ». 2015. 404 с.
7. Галкин В.Д. Ресурсо-энергосберегающая технология и усовершенствованные поточные линии для выделения из влажного и высушенного комбайнового вороха высококачественных семян зерновых культур // Юбилейный

сб. ст. инженерного факультета (Инженерная наука сельскохозяйственному производству). Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия. 2002. С. 237-240.

8. Ермольев Ю.И., Шелков М.В., Бутовченко А.В. Современные технологии и технические средства для очистки семенного зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. №3. С. 29-32.

9. Фракционирование зернового вороха на решётах / А.П. Тарасенко [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. №5. С. 26-29.

10. Технологические основы применения пневматических сортировальных столов в сельском хозяйстве / В.М. Дринча [и др.]. М.: Россельхозакадемия. 2003. 98 с.

11. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Ю.В. Еров [и др.]. Казань: «Слово», 2009. 104 с.

12. Westrup A/S [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Denmark: Slagelse, 2013. Режим доступа: <http://www.westrup.com/Products/>. (дата обращения: 15.05.2018).

13. Buhler Schmidt-Seeger, GmbH [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Schweiz: Uzwil, 2014. Режим доступа: <http://www.buhlergroup.com/europe/ru/>. (дата обращения: 15.05.2018).

14. PETKUS Wutha Technologie, GmbH [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Германия: Wutha Famroda, 2013. Режим доступа: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/sortieren/reiniger>. (дата обращения: 15.05.2018).

15. Бурков А.И. Разработка и совершенствование пневмосистем зерноочистительных машин. Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока». 2016. 380 с.

## DEVELOPMENT OF GRAIN-CLEANING MACHINES WORKING ON FRACTIONAL TECHNOLOGY

**A.I. Burkov**, Dr. Eng. Sci., Professor

**A.L. Glushkov**, Cand. Tech. Sci., Assistant Professor

**V.A. Lazykin**, Cand. Tech. Sci., Assistant Professor

N.V. Rudnitski Federal Agrarian Research Center of the North-East

166a, Lenina St., Kirov 610007 Russia

E-mail: [glandrev@yandex.ru](mailto:glandrev@yandex.ru)

### ABSTRACT

The article deals with the issues of improvement of post-harvest processing of grain through the use of grain-cleaning machines working on fractional technology. The device, technological process of new grain cleaning machines and the results of their work in production conditions are presented. Machine of preliminary cleaning MPO-25F allocates the forage into the air flow before the sieve. This increases the productivity, reduces costs of the drying process and improves grain quality. The efficiency of barley grain cleaning during the work of the machine MPO-25F fractional technology was 59.9 ... 73.3 %, and when working on streaming technology – 37.0...52.4 %. Air-and-screen cleaner AZM-10/5-VRF divides the seed material on the sieve into large and small fractions and processes them in pneumatic channels at different speeds. After cleaning, seeds accords to the purification categories Original Seeds, Elite Seeds, and Reproductive Seeds. In some cases, seeds of large fraction does not require additional processing in trieur. It contains double pneumatic separating channel, separation chamber, inertial dust collector, and diametral fan. Pneumatic separator SP-2F cleans the seed material from difficult-to-separate impurities by aerodynamic properties and is installed after air-sieve machines and trieurs. For one pass the material is divided into four fractions: first and second grade seeds, forage and unused waste. New grain cleaning machines working on fractional technology reduce the cost of seed preparation and can be used in all climatic zones of the Russian Federation.

*Key words: grain and seed cleaning, division into fractions by size and aerodynamic properties.*

### References

1. Aniskin V.I. Nauchnye osnovy prioritetov tehnikeskogo obespechenija rastenievodstva na period do 2010 goda (Scientific basis of priorities of technical support of crop production for the period up to 2010), Materialy 2-j Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. (Zemledel'cheskaja mehanika v rastenievodstve, 17-18 dek. 2003 g.), VIM, 2003, T. 146, pp. 5-28.

2. Ermol'ev Ju.I., Shelkov M.V., Moskovskij M.N. Frakcionnye tehnologii semennoj ochistki zerna (Fractional technologies of seed grain cleaning), Traktory i sel'skhozajstvvennye mashiny, 2005, No 6, pp. 23-25.

3. Kurbanov R.F. Vybor tehnologii predvaritel'noj ochistki s uchetom svojstv voroha zemnykh kul'tur (Choice of technology of preliminary cleaning taking into account the properties of grain crops heap), Sb. nauch. tr. (Sel'skhozjajstvennaja nauka Severo-Vostoka Evropejskoj chasti Rossii), Kirov, 1995, T. 4, pp. 99-105.
4. Tehnologija posleuborochnoj obrabotki semennogo zerna s vydeleniem furazhnoj frakcii do sushki (Technology of post-harvest processing of seed grain with separation of feed fraction before drying), F.N. Jerk [i dr.], Selekcija i semenovodstvo, 1985, No. 3, pp. 60-61.
5. Tarasenko A.P., Sheredekin V.V., Tarasenko R.A. Sovershenstvovanie predva-ritel'noj obrabotki semennogo zerna (Improvement of seed grain pretreatment), Materialy 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. (Zemledel'cheskaja mehanika v rastenievodstve, 17-18 dek. 2003 g.), M., VIM, 2003, T.148, pp.148-154.
6. Sychugov N.P., Sychugov Ju.V., Isupov V.I. Mashiny, agregaty i komplekсы posleuborochnoj obrabotki zerna i semjan trav (Machines, units and complexes of post-harvest processing of grain and grass seeds), Pod red. N.P. Sychugova, Kirov, izd-vo OOO "VESI", 2015, 404 p., il.
7. Galkin V.D. Resurso-jenergoberegajushhaja tehnologija i sovershenstvovannye potochnye linii dlja vydelenija iz vlazhnogo i vysushennogo kombajnovogo voroha vy-sokokachestvennykh semjan zemnykh kul'tur (Resource-energy-saving technology and advanced production lines for the extraction of high-quality seeds of grain crops from the wet and dried hea), Jubilejnyj sb. st. inzhenernogo fakul'teta (Inzhenernaja nauka sel'skhozjajstvennomu proizvodstvu), Kirov, Vjatskaja gosudarstvennaja sel'skhozjajstvennaja akademija, 2002, pp. 237-240.
8. Ermo'ev Ju.I., Shelkov M.V., Butovchenko A.V. Sovremennye tehnologii i tehnicheckie sredstva dlja ochistki semennogo zerna (Modern technologies and technical means for seed grain cleaning), Sel'skhozjajstvennye mashiny i tehnologii, 2012, No3, pp. 29-32.
9. Frakcionirovanie zernovogo voroha na reshjotah (Grain heap fractionation on sieves), A.P. Tarasenko [i dr.], Sel'skhozjajstvennye mashiny i tehnologii, 2012, No5, pp. 26-29.
10. Tehnologicheskie osnovy primeneniya pnevmaticeskikh sortiroval'nykh stolov v sel'skom hozjajstve (Technological bases of application of pneumatic sorting tables in agriculture), V.M. Drincha [i dr.], M., Rossel'hozjakademija, 2003, 98 p.
11. Innovacii v posle-uborochnoj obrabotke zerna i semjan (Innovations in post-harvest processing of grain and seeds), Ju.V. Erov [i dr.], Kazan', "Slovo", 2009, 104 p.
12. Westrup A/S [Electronic resource], Denmark, Slagelse, 2013, Access mode: <http://www.westrup.com/Products/>, (date of circulation 15/05/2018).
13. Buhler Schmidt-Seeger, GmbH [Electronic resource], Schweiz, Uzwil, 2014, Access mode: <http://www.buhlergroup.com/europe/ru/>, (date of circulation 15/05/2018).
14. PETKUS Wutha Technologie, GmbH [Electronic resource], Germany, Wutha Famroda, 2013, Access mode: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/sortieren/reiniger>, (date of circulation 15/05/2018).
15. Burkov A.I. Razrabotka i sovershenstvovanie pnevmosistem zernoochistitel'nykh mashin (Development and improvement of pneumatic systems of grain cleaning machines), Kirov, FGBNU "NIISH Severo-Vostoka", 2016, 380 p.

УДК 631.362

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА И СЕМЯН И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПОДГОТОВКИ

**В. Д. Галкин**, д-р техн. наук, профессор;  
**А. Д. Галкин**, д-р техн. наук;  
**В. А. Хандриков**, канд. техн. наук;  
**С. Е. Басалгин**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
Героев Хасана, 113, Пермь, Россия, 614025,  
E-mail: [engineer@pgsha.ru](mailto:engineer@pgsha.ru)

*Аннотация.* Информационная модель процессов послеуборочной обработки зерна, доставляемого от комбайнов, представлена в виде двух групп операций. Первая из них включает операции, направленные на предварительную нормализацию зерна по засоренности и влажности, а во вторую группу входят процессы по разделению семенной фракции. В качестве оценок совокупности операций с номинальными расходными характеристиками являются: числовые характеристики расходов получаемых семян, их выход или потери в отходы, засоренность примесей.

ми, вероятности сохранения полей допусков на засоренность поштучно-учитываемыми примесями, затраты энергии на подготовку семян. Для процессов первого блока получены выражения, позволяющие рассчитать влажность зерновой смеси после ее предварительной очистки, засоренность и расходную характеристику высушенного зерна, энергетические затраты на проведение первой группы операций. Предложены усовершенствованные процессы предварительной очистки, сушки и очистки высушенных семян. Технологические схемы положены в основу разработки машин и оборудования: сепаратор предварительной очистки с цилиндрическим решетом, колонковые зерносушилки сотового типа, емкости для приема влажного зерна и хранения зерна и семян, которое в настоящее время выпускается ООО «Техноград» Пермского края. Производственные исследования машины предварительной очистки на зерновом ворохе ячменя показали, что при производительности, превышающей 14 т/ч, степень отделения мелких примесей составляет 60% при потерях семян основной культуры до 0,05%. Семяочистительные линии производительностью 10 и 2,5 т/ч прошли производственную проверку в учхозе вуза и показали, при выходе семян категории ЭС более 70%, снижение затрат электроэнергии и сокращение потерь семян в отходы не менее чем на 30%.

*Ключевые слова:* моделирование, технология, технологическая операция, машины, оборудование.

**Введение.** Значительный вклад в разработку технологий послеуборочной обработки зерна и семян, теорию рабочих процессов машин и оборудования внесли В.П. Горячкин, М.Н. Летошнев, Г.Д. Терсков, С.А. Васильев, В.В. Гортинский, Н.Г. Гладков, П.М. Заика, И.Е. Кожуховский, С.Д. Птицын, Г.Т. Павловский, Г.Е. Листопад, В.М. Цединовский, С.М. Григорьев и другие.

В настоящее время над созданием усовершенствованных технологий и машин для послеуборочной обработки зерна и семян на сельскохозяйственных предприятиях работают как отечественные научные школы [1-7] В.И. Анискина, д-ра техн.наук, профессора, академика РАСХН, А.Н. Зюлина, д-ра техн.наук, профессора (ВИМ); А.В. Авдеева, д-ра техн.наук, профессора (ВИСХОМ); Ю.И. Ермольева, д-ра техн.наук, профессора (ДГТУ); Н.П. Сычугова, д-ра техн.наук, профессора д.т.н., (Вятская ГСХА); А.И. Буркова, д-ра техн.наук, профессора (НИИСХ Северо-Востока, г. Киров); В.Е. Саитова, д-ра техн.наук, профессора (НИИСХ Северо-Востока, г. Киров), Е.М. Зиминая, д-ра техн.наук, профессора (Костромская ГСХА); Н.И. Косилова, д-ра техн.наук, профессора (Челябинский ГАУ); А.П. Тарасенко, д-ра техн.наук, профессора и В.В. Кузнецова, д-ра техн.наук, профессора (Воронежский ГАУ) и другие, так и зарубежные [13-15]. Научная продукция этих коллективов реализована в агрегатах, выпускаемых ГСКБ ОАО «Зерноочистка» и отдельных машинах и оборудова-

нии, поставленных на производство ОАО «Воронежсельмаш», «Брянксельмаш» и предприятиях регионального сельхозмашиностроения в Пермском крае, Вологодской, Кировской, Костромской, Новосибирской, Челябинской и других областях. Результаты исследований отечественных ученых положены в основу технических заданий на проектирование агрегатов и комплексов послеуборочной обработки зерна и семян.

Дальнейшие исследования в области механизации послеуборочной обработки зерна и семян должны быть направлены на повышение эффективности работы агрегатов и комплексов в конкретных зональных условиях, например, в зонах с повышенной влажностью зернового вороха при уборке. В этих условиях зерновой ворох имеет влажность 22% и более, в исходном материале содержатся примеси, отделение которых представляет весьма трудную задачу. Это ведет к повышению затрат на подготовку семян и увеличению потерь семян высших категорий в отходы.

В этой связи, создание эффективных технологий и поточных линий, способных в увлажненных зонах России, при требуемой производительности сократить потери семян категорий ОС и ЭС и снизить затраты на их обработку, является важной проблемой, решение которой внесет существенный вклад в увеличение зерна в регионах страны.

*Цель исследований* – моделирование процессов послеуборочной обработки зерна и семян и разработка технологии их подготовки.

**Методика исследований.** При разработке технологии использованы теоретические и экспериментальные методы исследований.

**Результаты исследований.** Информационная модель процессов послеуборочной обработки зерна, доставляемого от комбайнов, представлена в виде двух групп операций. Первая из них включает операции, направленные на предварительную нормализацию зерна по засоренности и влажности, а во вторую группу входят процессы по разделению компонентов семенной фракции.

Условия работы первой группы процессов определяются расходной характеристикой  $Q_1(t)$  зернового потока, направляемого на предварительную очистку, влажностью  $W_1(t)$  компонентов зерновой смеси и ее засоренностью  $Z_{11}(t)$ . Управление процессом осуществляется за счет технологий предварительной очистки, сушки, рациональных параметров рабочих органов машин.

К условиям функционирования второй группы операций относятся: числовые характеристики подачи  $Q_{11}(t)$  зернового потока, поступающего в машину первичной очистки, относительное содержание компонентов  $Z_{11}(t)$ , не выделенных на предварительной очистке.

Управление процессом основной очистки и сортирования проводится за счет выбора технологии, включающего операции по выделению биологически ценных семян по комплексу признаков (аэродинамические свойства, толщина, ширина, длина и плотность семян и др.), а также параметров и режимов работы сепарирующих машин.

Оценками эффективности технологии являются числовые характеристики расходов подготовленных семян  $q_k(t)$ , их засоренности  $Z_{k1}(t)$ , показатели технологической надежности  $R_{ДБ}$ , затраты  $\mathcal{E}_I$ ,  $\mathcal{E}_{II}$ ,  $\mathcal{E}_C$  на подготовку семян и их потери в отходы. Наиболее эффективной будет такая технология производства семян, которая обеспечит при заданной производительности и качестве исходного материала наименьшие потери семян в отходы, меньшие энергозатраты при вероятности сохранения поля допуска на засоренность получаемых семян трудновыделимыми примесями не менее 0,8. Структурная модель положена в основу решения задачи анализа рассматриваемых

процессов и разработки технологии подготовки семян. Если зерновая смесь, состоящая из  $Z_0$  дозревших семян влажностью  $W_1$  и примеси влажностью  $W_{11}$  с относительным содержанием  $Z_{11}$ , поступает на сепарирующий рабочий орган, то при вероятности выделения примесей  $\varepsilon$  и потерях зерна  $\Pi_0$  на основе уравнения материального баланса влажность зерновой смеси на выходе из сепарирующего рабочего органа определится по формуле:

$$W_2 = [1 - (Z_{11} + \Pi_0)]W_3 + 3_{11}\varepsilon W_3 + W_{11}Z_{11}(1 - \varepsilon). \quad (1)$$

Так как потери зерна в неиспользуемые отходы составляют 0,05% от массы поступающего зерна, то принимая  $\Pi_0 \rightarrow 0$ , получим:

$$W_2 = (1 - Z_{11})W_3 + 3_{11}\varepsilon W_3 + W_{11}Z_{11}(1 - \varepsilon). \quad (2)$$

После преобразований, будем иметь:

$$W_2 = W_3 + Z_{11}(1 - \varepsilon)(W_{11} - W_3). \quad (3)$$

Так как величины  $Z_{11}$ ,  $W_{11}$ ,  $W_3$  являются случайными, то полученное выражение примет вид:

$$W_{no} = \left[ \begin{array}{c} (m_{311}m_{w11} + \\ + r_{311w11}\sigma_{311}\sigma_{w11}) - \\ - (m_{311}m_{w3} + \\ + r_{311w3}\sigma_{311}\sigma_{w3}) \end{array} \right] (1 - \varepsilon_n) + m_{w3}, \quad (4)$$

где  $m_{311}$ ,  $\sigma_{311}$  – числовые характеристики засоренности зерновой смеси высоковлажными примесями, дол. ед.;

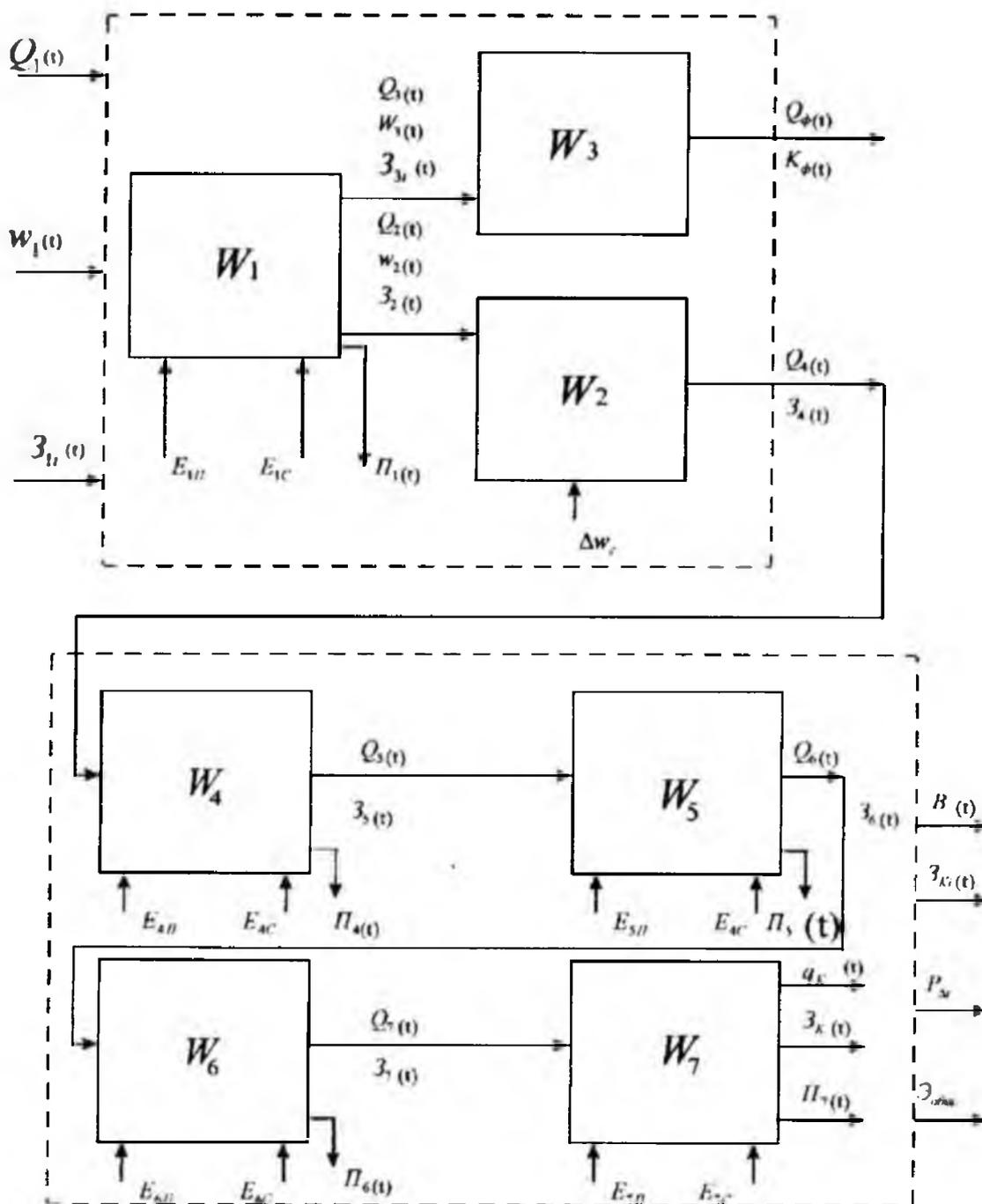
$m_{w11}$ ,  $\sigma_{w11}$  – числовые характеристики влажности примесей, %;

$m_{w3}$ ,  $\sigma_{w3}$  – числовые характеристики влажности зрелого зерна основной культуры, %;

$r_{311w11}$  – коэффициент корреляции между влажностью примесей и их относительным содержанием, и между влажностью зерна основной культуры и засоренностью его высоковлажными примесями;

$\varepsilon_n$  – степень выделения высоковлажных примесей, дол. ед.

Полученное выражение позволяет рассчитать влажность зерновой смеси после очистки от компонентов, влажность которых выше влажности зрелого зерна.



$W_1 - W_7$  – операторы моделей: подготовки комбайнового вороха к сушке ( $W_1$ ); сушки семенной фракции ( $W_2$ ); доведения до состояния, приспособленного к хранению фуражного зерна ( $W_3$ ); первичной очистки ( $W_4$ ); разделения по длине ( $W_5$ ); вторичной очистки ( $W_6$ ); окончательной очистки ( $W_7$ )

Рис. 1. Структурная модель технологии подготовки семян зерновых культур

Расходная характеристика  $Q_{k1}(t)$  зернового вороха после машины предварительной очистки и сушки согласно уравнения материального баланса примет вид:

$$Q_{k1} = (m_{Q_{ок}} + m_{Q_U} + m_{Q_H}) - (\varepsilon_{U11}m_{Q_u} + \varepsilon_H m_{Q_H} + W + \Pi_{ок}). \quad (5)$$

где  $m_{Q_{ок}}$  – среднее значение подачи семян основной культуры, поступающих на предварительную очистку;

$m_{Q_u}$  – среднее значение подачи зерновых примесей, подаваемых в машину и используемых на фуражные цели;

$m_{Qн}$  – среднее значение подачи неиспользуемых примесей;

$\varepsilon_{un}$  – степень отделения используемых примесей;

$\varepsilon_{Hн}$  – степень отделения неиспользуемых примесей;

$W$  – количество удаляемой влаги из семян основной культуры и примесей, оставшихся после предварительной очистки;

$\Pi_{ок}$  – масса семян основной культуры, теряемых в единицу времени с неиспользуемыми отходами.

После раскрытия скобок, выражение (1) примет вид:

$$Q_{k1} = m_{Qок} \varepsilon_{ок} + m_{Qu}(1 - \varepsilon_u) + m_{Qн}(1 - \varepsilon_H) - W, \quad (6)$$

где  $\varepsilon_{ок}$  – степень отделения высококачественных семян из зернового вороха, дол. ед.

Количество удаляемой влаги из  $i$ -го компонента зернового потока определяют по формуле [9]:

$$W_i = Q_i \frac{W_{iH} - W_k}{100 - W_k}, \quad (7)$$

где  $Q_i$  – расходная характеристика  $i$ -го компонента, поступающего на сушку;

$W_{iH}$  – начальная влажность  $i$ -го компонента;

$W_k$  – влажность материала после сушки.

Подставив выражение (7) в (6) получим:

$$Q_{k1} = \frac{m_{Qок} \varepsilon_{ок} + m_{Qu}(1 - \varepsilon_u) - m_{Qок} \varepsilon_{ок} \frac{W_{окH} - W_k}{100 - W_k} - m_{Qu}(1 - \varepsilon_u) \frac{W_{uH} - W_k}{100 - W_k} - m_{Qн}(1 - \varepsilon_H) \frac{W_{нH} - W_k}{100 - W_k}}{100 - W_k}, \quad (8)$$

После преобразований выражение (8) примет вид:

$$Q_{k1} = m_{Qок} \varepsilon_{ок} \left(1 - \frac{W_{окH} - W_k}{100 - W_k}\right) + m_{Qu}(1 - \varepsilon_u) \left(1 - \frac{W_{uH} - W_k}{100 - W_k}\right) + m_{Qн}(1 - \varepsilon_H) \left(1 - \frac{W_{нH} - W_k}{100 - W_k}\right). \quad (9)$$

Приводя (9) к общему знаменателю, получим:

$$Q_{k1} = \frac{m_{Qок} \varepsilon_{ок} (100 - W_{окH}) + m_{Qu}(1 - \varepsilon_u)(100 - W_{uH}) + m_{Qн}(1 - \varepsilon_H)(100 - W_{нH})}{100 - W_k}. \quad (10)$$

Представим расходные характеристики компонентов зерновых потоков в следующем виде [8]:

$$\begin{aligned} m_{Qок} &= m_{Q1} m_{r1} + r_{Q1r1} \sigma_{Q1} \sigma_{r1}; \\ m_{Qu} &= m_{Q1} m_{zu} + r_{Q1zu} \sigma_{Q1} \sigma_{zu}; \\ m_{Qн} &= m_{Q1} m_{zn} + r_{Q1zn} \sigma_{Q1} \sigma_{zn}. \end{aligned} \quad (11)$$

где:  $m_{Q1}$ ,  $m_{Qu}$ ,  $m_{Qн}$ ,  $m_{r1}$ ,  $m_{zu}$ ,  $m_{zn}$  – средние значения подачи зернового потока поступающего в машину предварительной очистки, используемых, неиспользуемых примесей и относительного содержания высококачественных семян основной культуры во влажном зерновом ворохе, используемых и неиспользуемых примесей в дол. ед.;

$r_{Q1r1}$ ,  $r_{Q1zu}$ ,  $r_{Q1zn}$  – коэффициенты корреляции между подачей комбайнового вороха и относительным содержанием в нем высококачественных семян; между относительным содержанием используемых и неиспользуемых примесей в исходном материале и расходной характеристикой зернового потока, поступающего на предварительную очистку;

$\sigma_{Q1}$ ,  $\sigma_{r1}$ ,  $\sigma_{zu}$ ,  $\sigma_{zn}$  – средние квадратические отклонения подачи зерновой смеси в машину предварительной очистки и относительного содержания в ней высококачественных семян, используемых и неиспользуемых примесей.

Подставив выражения (11) в (10), будем иметь:

$$Q_{k1} = \frac{\left( \begin{aligned} &(m_{Q1} m_{r1} + r_{Q1r1} \sigma_{Q1} \sigma_{r1}) \\ &(1 - \Pi_c)(100 - W_{окH}) + \\ &+ (m_{Q1} m_{zu} + r_{Q1zu} \sigma_{Q1} \sigma_{zu}) \\ &(1 - \varepsilon_u)(100 - W_{uH}) + \\ &+ (m_{Q1} m_{zn} + r_{Q1zn} \sigma_{Q1} \sigma_{zn}) \\ &(1 - \varepsilon_H)(100 - W_{нH}) \end{aligned} \right)}{(100 - W_k)}, \quad (12)$$

где  $\Pi_c$  – потери семян в неиспользуемые отходы, в дол. ед.

При наличии в ворохе компонентов с различными свойствами выражение (12) примет вид:

$$Q_{k1} = \frac{\left( \begin{aligned} &\left[ \begin{aligned} &m_{Q1} m_{r1} + r_{Q1r1} \sigma_{Q1} \sigma_{r1} \\ &(1 - \Pi_c)(100 - W_{окH}) \end{aligned} \right] + \\ &+ \sum_{i=1}^{t_u} \left[ \begin{aligned} &(m_{Q1} m_{zi} + r_{Q1zi} \sigma_{Q1} \sigma_{zi}) \\ &(1 - \varepsilon_i)(100 - W_{iH}) \end{aligned} \right] + \\ &+ \sum_{j=1}^{t_n} \left[ \begin{aligned} &(m_{Q1} m_{zj} + r_{Q1zj} \sigma_{Q1} \sigma_{zj}) \\ &(1 - \varepsilon_j)(100 - W_{jH}) \end{aligned} \right] \end{aligned} \right)}{(100 - W_k)}, \quad (13)$$

Тогда, относительное содержание  $i$ -го или  $j$ -го компонентов в зерновом материале, по-

ступающем на основную очистку, можно определить:

$$Z_{k1ij} = \frac{(m_{Q1}m_{zij} + r_{Q1zij})(1 - \varepsilon_{ij})(100 - W_{ji})}{Q_k} \quad (14)$$

Выражения (13) и (14) позволяют прогнозировать количественную и качественную характеристики зерна, поступающего в машины основной очистки.

В основу разработки энергетической модели нормализации влажного зерна, путем предварительной очистки и удаления влаги, положено выражение:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_{по} + \mathcal{E}_{ок} + \sum_{i=1}^k \mathcal{E}_i \quad (15)$$

где  $\mathcal{E}_{по}$  – энергия, расходуемая на разделение влажного вороха при предварительной очистке;

$\mathcal{E}_{ок}$  – энергия, затрачиваемая на сушку семенной фракции;

$\mathcal{E}_i$  – энергия, затрачиваемая на сушку семян  $i$ -го вида используемой примеси;

Подводимая энергия расходуется на нагрев высушиваемого материала, испарение из него влаги, потери.

Затраты энергии на нагрев при сушке материала, подаваемого в единицу времени, определяется [9]:

$$\mathcal{E}_{нагр} = G_1(\theta_2 - \theta_1)C_m \quad (16)$$

где  $G_1$  – расходная характеристика потока материала  $i$ -го компонента;

$\theta_2$  – допустимая температура нагрева компонента;

$\theta_1$  – начальная температура компонента;  
 $C_m$  – теплоемкость компонента, Кдж/(кг\*К).

С учетом (16) энергия, расходуемая на нагрев, определится по выражению:

$$\mathcal{E}_{нагр} = (G_{ок}C_{ток} + \sum_{i=1}^k G_{ипр}C_{mi})(\theta_2 - \theta_1) \quad (17)$$

где  $G_{ок}$ ,  $G_{ипр}$  – расходные характеристики семян и  $i$ -го вида примеси;

$C_{ток}$ ,  $C_{mi}$  – теплоемкости семян и  $i$ -го вида не выделенной при очистке примеси.

Теплоемкость компонента материала определяется по зависимости [9]:

$$C_T = \frac{100 - W_1}{100} C_{сух} + \frac{W_1}{100} C_B \quad (18)$$

где  $W_1$  – влажность компонента, направляемого в сушилку;

$C_{сух}$  – теплоемкость сухого вещества компонента ( $C_{сух} = 0,96 \dots 1,55$  Кдж/кг.к);

$C_B$  – теплоемкость воды ( $C_B = 4,19$  Кдж/кг\*К).

Пусть зерновой ворох поступает на очистку с расходной характеристикой семян  $G_{ок в}$ , а примесей –  $G_{ипр в}$ . Тогда расходные характеристики семян и примесей, после предварительной очистки, примет вид:

$$G_{ок} = G_{ипр в}(1 - \Pi_{ок}) \quad (19)$$

$$G_{i пр} = G_{i пр в}(1 - \varepsilon_i),$$

где  $\Pi_{ок}$  – потери семян в отходы;

$\varepsilon_i$  – вероятность отделения  $i$ -го вида примеси.

С учетом (19) выражение (17) запишется в виде:

$$\mathcal{E}_{нагр} = \left[ \frac{G_{ок в}(1 - \Pi_{ок})C_{ток} + \sum_{i=1}^k G_{ипр в}(1 - \varepsilon_i)C_{mi}}{\sum_{i=1}^k G_{ипр в}(1 - \varepsilon_i)C_{mi}} \right] (\theta_2 - \theta_1) \quad (20)$$

Расходная характеристика семян, поступающих на очистку определится:

$$G_{ок в} = Q_1(1 - Z_1) \quad (21)$$

а примесей:

$$G_{ипр} = Q_1 Z_i \quad (22)$$

где  $Q_1$  – расходная характеристика зернового потока, поступающего на очистку;  $Z_1$  – общая засоренность вороха;  $Z_i$  – засоренность вороха  $i$ -тым компонентом.

С учетом (21) и (22) выражение (20) примет вид:

$$\mathcal{E}_{нагр} = Q_1 \left[ \frac{(1 - Z_1)(1 - \Pi_{ок})C_{ток} + \sum_{i=1}^k Z_i(1 - \varepsilon_i)C_{mi}}{\sum_{i=1}^k Z_i(1 - \varepsilon_i)C_{mi}} \right] (\theta_2 - \theta_1) \quad (23)$$

Подставляя выражение для  $C_{ток}$  и  $C_{mi}$  (23) примет вид:

$$\mathcal{E}_{нагр} = Q_1 \left[ \frac{\left( \frac{(1 - Z_1)(1 - \Pi_{ок})}{100} C_{сух} + \frac{W_{об}}{100} C_B \right) + \sum_{i=1}^k Z_i(1 - \varepsilon_{ik})}{\left( \frac{100 - W_{ik}}{100} C_{сух} + \frac{W_{ik}}{100} C_B \right) + \sum_{i=1}^k Z_i C_i(1 - \varepsilon_{ic})} \right] (\theta_2 - \theta_1) \quad (24)$$

Расход энергии, необходимой на испарение влаги, определяется по выражению [9]:

$$\mathcal{E}_{исп} = r_n \frac{dW}{dt} \quad (25)$$

где  $r_n$  – скрытая теплота парообразования ( $r_n = 2500$  Кдж/кг);

$\frac{dW}{dt}$  - количество влаги, испаряемое в единицу времени, кг/ч.

Количество испаряемой влаги зависит от эффективности работы сепараторов влажного

зерна, производительности зерносушилки, количества удаляемой влаги и определяется по формуле:

$$\frac{dW}{dt} = Q_1 \left[ (1 - \beta_1)(1 - \Pi_{ок}) \frac{W_{ок} - W_k}{100 - W_k} + \sum_{i=1}^n \beta_{ik} (1 - \varepsilon_{ik}) \frac{W_{ik} - W_k}{100 - W_k} + \sum_{i=1}^k \beta_{ic} (1 - \varepsilon_{ic}) \left( \frac{W_{ic} - W_k}{100 - W_k} \right) \right] \quad (26)$$

Подставив (26) в (25), получим:

$$\mathcal{E}_{исп} = r_n \left\{ \begin{aligned} & (m_{Q_1} m_{r_1} + r_{Q_1 r_1} \sigma_{Q_1} \sigma_{r_1}) (1 - \Pi_{ок}) \frac{W_{ок} - W_k}{100 - W_k} + \\ & + \sum_{i=1}^n \left[ (m_{Q_1} m_{\beta_{ik}} + r_{Q_1 \beta_{ik}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ik}}) (1 - \varepsilon_{ik}) \frac{W_{ik} - W_k}{100 - W_k} \right] + \\ & + \sum_{i=1}^k (m_{Q_1} m_{\beta_{ic}} + r_{Q_1 \beta_{ic}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ic}}) (1 - \varepsilon_{ic}) \frac{W_{ic} - W_k}{100 - W_k} \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

Энергия, теряемая на нагрев конструктивных элементов зерносушилки, определится:

где  $\nu$  - доля энергии, теряемая сушилкой, в долях единицы (по данным [9]  $\nu=0,02...0,03$ ).

$$\mathcal{E}_{пот} = \nu \mathcal{E}_{исп}, \quad (28)$$

С учетом выражения (28) будем иметь:

$$\mathcal{E}_1 = \left\{ \begin{aligned} & (m_{Q_1} m_{r_1} + r_{Q_1 r_1} \sigma_{Q_1} \sigma_{r_1}) (1 - \Pi_{ок}) \left( \frac{100 - W_{ок}}{100} C_{сух} + \frac{W_{ок}}{100} C_B \right) + \\ & + \sum_{i=1}^n \left[ (m_{Q_1} m_{\beta_{ik}} + r_{Q_1 \beta_{ik}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ik}}) (1 - \varepsilon_{ik}) \left( \frac{100 - W_{ik}}{100} C_{сух} + \frac{W_{ik}}{100} C_B \right) \right] + \\ & + \sum_{i=1}^k (m_{Q_1} m_{\beta_{ic}} + r_{Q_1 \beta_{ic}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ic}}) (1 - \varepsilon_{ic}) \left( \frac{100 - W_{ic}}{100} C_{сух} + \frac{W_{ic}}{100} C_B \right) \end{aligned} \right\} (\theta_2 - \theta_1) + \\ + \nu r_n \left\{ \begin{aligned} & (m_{Q_1} m_{r_1} + r_{Q_1 r_1} \sigma_{Q_1} \sigma_{r_1}) (1 - \Pi_{ок}) \frac{W_{ок} - W_k}{100 - W_k} + \\ & + \sum_{i=1}^n \left[ (m_{Q_1} m_{\beta_{ik}} + r_{Q_1 \beta_{ik}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ik}}) (1 - \varepsilon_{ik}) \frac{W_{ik} - W_k}{100 - W_k} \right] + \\ & + \sum_{i=1}^k (m_{Q_1} m_{\beta_{ic}} + r_{Q_1 \beta_{ic}} \sigma_{Q_1} \sigma_{\beta_{ic}}) (1 - \varepsilon_{ic}) \frac{W_{ic} - W_k}{100 - W_k} \end{aligned} \right\} + \mathcal{E}_{то} \quad (29)$$

Выражение позволяет рассчитать потребность в энергии на сушку в зависимости от характеристик подачи, влажности компонентов материала, относительного содержания компонентов в зерновой смеси, степени отделения примесей и режимов сушки.

В основу модели второго блока операций, направленных на очистку высушенных семян, для расчета относительного содержания любого компонента в конечном продукте и его

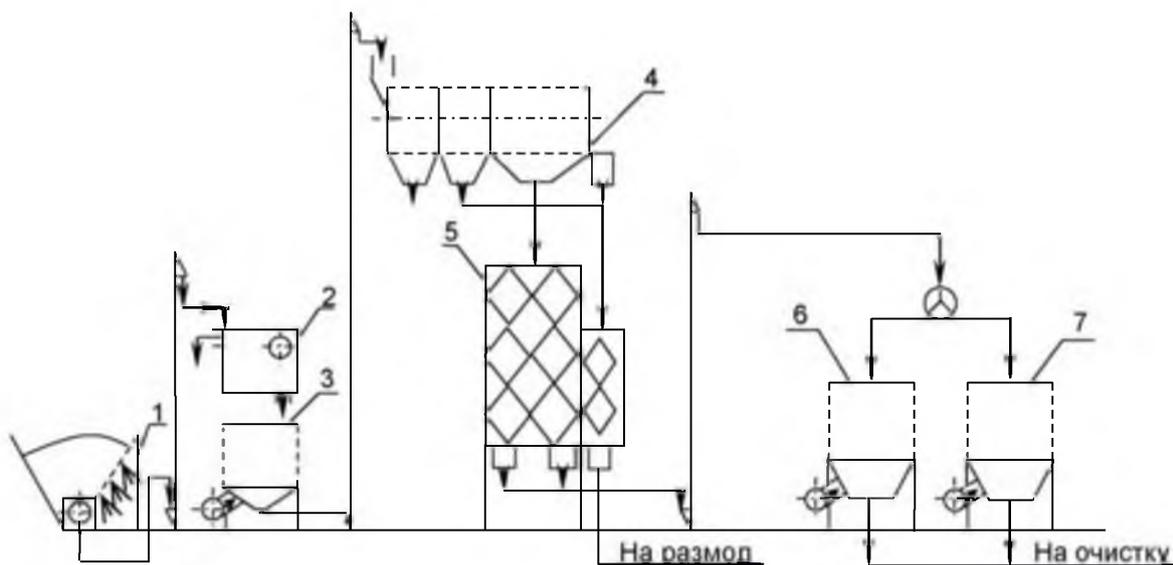
выхода, положена методика, предложенная профессором А.Ф. Кошурниковым [9].

На основе исследований разработана технология предварительной очистки с сушкой семенной фракции (рис. 2) и очистки высушенных семян (рис. 3).

Фуражная фракция может сушиться при повышенной температуре, направляться на плющение или экструдирование. Первая технология (рис. 2) реализуется агрегатом, включающим: зерноприемник -1 вороха; воздушно-

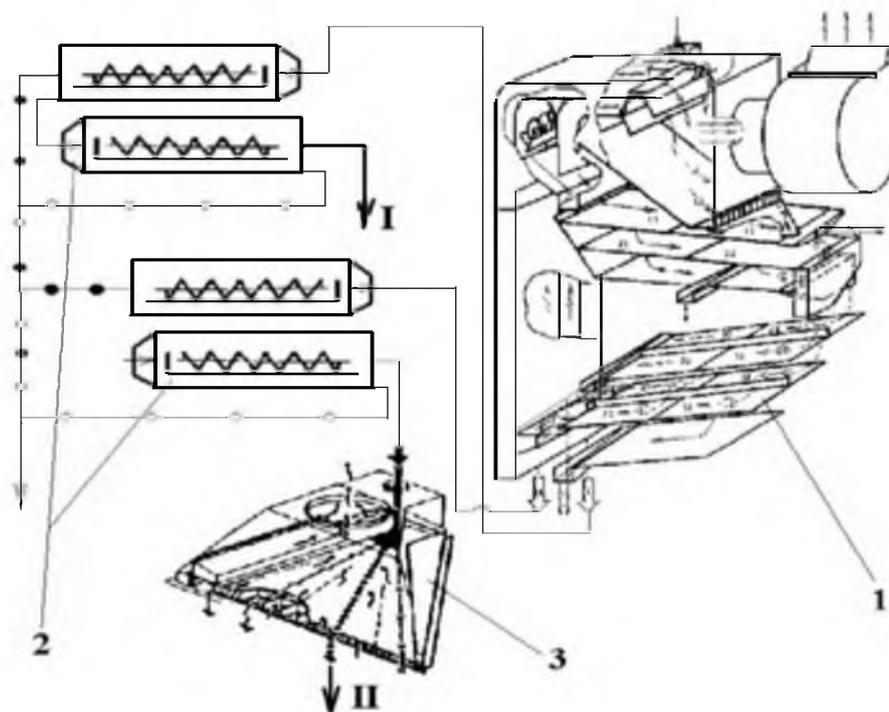
решетную машину 2 (первая ступень); модуль для проведения второй ступени очистки с разделением зернового потока машиной с цилиндрическим решетом 4 на семенную и кормовую фракции, зерносушилку 5 сотового типа, бункеры 6 и 7. Сушка семян проходит по двухстадийной технологии.

вую фракции, зерносушилку 5 сотового типа, бункеры 6 и 7. Сушка семян проходит по двухстадийной технологии.



1-прием зернового вороха от комбайнов; 2-предварительная очистка (1-я ступень); 3 – временное хранение зерна (семян); 4-предварительная очистка (2-я ступень); 5 сушка семенной и фуражной фракции; 6,7- отлежка, охлаждение и временное хранение семян перед очисткой.

Рис. 2 Схема технологии предварительной очистки и сушки семян



1 - первичная и вторичная очистка в воздушно-решетной машине, 2 - разделение по длине в триере, 3 - окончательная очистка на пневмосортировальном столе

Рис.3 Схема технологии фракционной очистки высушенных семян

Проведено исследование процесса предварительной очистки на линии «Агрокомплекс «Кунгурский» Кунгурского района. В качестве исходного материала использован зерновой ворох ячменя со средними значениями влажности 22,3 %, объемной массы 0,659 кг/дм<sup>3</sup> и засоренности 0,56 %. Опыты проведены на ворохоочистителе диаметром 1,2 м, производства ООО «Техноград», при средней производительности 14,2 т/ч при частотах вращения решета 18; 20; 22; 25 1/мин., которые изменяли двигателем, снабженным частотным регулятором. В качестве оценок эффективности очистки приняты: полнота отделения мелких примесей – Е<sub>м</sub> и потери зерна в отходы – П. При обработке результатов получены дифференциальная и интегральная функции распределения зернового вороха по толщине семян.

Степень выделения мелких примесей – Е вычисляли после обработки 9-ти навесок массой 200 г., очищенных семян на решете с продолговатыми отверстиями шириной 1,5 мм на решетном классификаторе (для каждой частоты вращения решета). Потери зерна – П с крупными примесями определяли после разборки 9-ти навесок сходовых фракций решета, взятых за 30 секунд работы машины на каждой частоте вращения цилиндра.

Определена рациональная частота вращения решета – 20 1/мин. На этом режиме работы при влажности материала свыше 22 %, степень выделения мелких примесей превышает 60 %, а потери семян сходом не превышают допустимого значения.

Колонковые зерносушилки сотового типа серии СоСС испытаны специалистами Кировской МИС и выпускаются производительностью от 2 до 16 т/ч и более наряду с машинами предварительной очистки с цилиндрическими решетками ООО «Техноград» по заявкам предприятий. Технология фракционной очистки высушенных семян [10-12] (рис. 3),

реализуемая агрегатами производительностью 10 и 2,5 т/ч на базе серийно выпускаемых, модернизированных и вновь разработанных машин, прошла производственную проверку в учхозе вуза и показала снижение затрат электроэнергии и сокращение потерь семян в отходы не менее чем на 30 %. Выход семян от подачи в первую машину линии превысил 70 %. При этом вероятность сохранения поля допуска на засоренность семян поштучно-учитываемыми примесями фракций семян составляет 0,864 – 0,926.

#### **Выводы.**

1. Получены математические модели для анализа процессов послеуборочной обработки зерна и семян и предложены технологические схемы предварительной очистки с сушкой семенной фракции и очистки семян кондиционной влажности, направленные на повышение производительности и снижение затрат на подготовку посевного материала категорий ОС и ЭС с показателями качества, регламентируемыми государственным стандартом.

2. Для реализации технологий разработаны и выпускаются ООО «Техноград»: машина предварительной очистки с цилиндрическим решетом, колонковые зерносушилки сотового типа, емкости для приема влажного зерна и хранения зерна и семян. Производственные исследования машины предварительной очистки на зерновом ворохе ячменя показали, что при производительности, превышающей 14 т/ч, степень отделения мелких примесей составляет 60% при допустимых потерях в отходы семян основной культуры. Модернизированные линии очистки высушенных семян производительностью 10 и 2,5 т/ч прошли производственную проверку в учхозе вуза и показали, при выходе посевного материала категории ЭС более 70 %, снижение затрат электроэнергии и сокращение потерь семян в отходы составляет не менее чем на 30 %.

#### **Литература**

1. Анискин В.И., Окунь Г.С. Технологические основы оценки работы зерносушильных установок. М.: ВИМ, 2003. 167 с.
2. Дринча В.М., Борисенко И.Б. Применение и функциональные возможности пневмосортировальных столов // Научно-практический журнал НВ НИИСХ. № 2 (83). 2008. С. 33-35.
3. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. 384 с.
4. Сычугов Н.П., Сычугов Ю.В., Юсупов В.И. Машины, агрегаты и комплексы послеуборочной обработки зерна и семян трав. Киров: Изд-во «ВЕСИ», 2015. 404 с.

5. Бурков А.И. Разработка и совершенствование пневмосистем зерноочистительных машин. Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2016. 380 с.
6. Ульрих Н.Н., Космовский Ю.А. К методике оценки разделения зернового материала при сравнительных испытаниях машин // Научно-технический бюллетень ВИМ. М., 1975. Вып. 25. С. 32-35.
7. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Мироненко Д.Н. Качество очистки семян на пневмосортировальных столах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. №3. С. 10-11.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. 576 с.
9. Кошурников А.Ф., Кошурников Д.А., Кыров А.А. Анализ технологических процессов, выполняемых сельскохозяйственными машинами, с помощью ЭВМ: учеб. пособ. Ч. II. Пермь, 1998. 381 с.
10. Способ разделения зерновых смесей: патент РФ на изобретение № 2340410. Оpubл. 10.12.2008. Б.И. №34.
11. Галкин В.Д., Хандриков В.А., Хавыев А.А. Сепарация семян в вибропневмооживленном слое: технология, техника, использование: монография/ Под общ. ред. В.Д. Галкина. Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2017. 170 с.
12. Разработка методики настройки вибропневмосепаратора усовершенствованной конструкции при очистке пшеницы от трудноотделимых примесей / В.Д. Галкин [и др.] // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 14-22.
13. Westrup A/S. Denmark: Slagelse, 2013 [Electronic resource]. URL: <http://www.westrup.com/Products/>. (date of the application: 15.05.2018).
14. Buhler Schmidt-Seeger, GmbH. Schweiz: Uzwil, 2014 [Electronic resource]. URL: <http://www.buhlergroup.com/europe/ru/>. (date of the application: 15.05.2018).
15. PETKUS Wutha Technologie, GmbH. Deutschland: Wutha Farnroda, 2013 [Electronic resource]. URL: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/sortieren/reiniger>. (date of the application: 15.05.2018).

## MODELING OF POST-HARVEST HANDLING OF GRAINS AND SEEDS AND THE TECHNOLOGY OF THEIR PREPARATION

**V. D. Galkin**, Dr. Tech. Sci., Professor;

**A. D. Galkin**, Dr. Tech. Sci., Professor;

**V. A. Khandrikov**, Cand. Tech. Sci.;

**S. E. Basalgin**, Cand. Tech. Sci.

Perm State Agro-Technological University

113 Geroev Khasana St., Perm 614025 Russia

E-mail: [engineer@pgsha.ru](mailto:engineer@pgsha.ru)

### ABSTRACT

The information model of post-harvest handling of grain delivered from haversters is presented in the form of two groups of operations. The first one includes operations aimed at the preliminary normalization of grain contamination and moisture, and the second group includes processes for fractioning of seed. The estimates of aggregate operations with nominal discharge characteristics are as follows: numerical characteristics of the costs of the resulting seeds, their output or loss in waste, the contamination by impurities, probability of preserving the tolerance zones for contamination by the piece-recorded impurities, the energy cost of preparing the seeds. For the processes of the first block, expressions are obtained that allow calculating the moisture content of the grain mixture after its pre-handling, contamination and consumption characteristics of the dried grain, energy costs for the first group of operations. The improved processes of pre-handling, drying and purification of dried seeds are proposed. Technological schemes are the basis for the development of machinery and equipment, which is currently produced by LLC "Tekhnograd", Perm region. Following technologies developed and produced by LLC "Tekhnograd" are implemented: pre-cleaning separator with cylindrical sieve, core cell type capacity dryers for the reception and storage of wet grain, grain and seed. Production studies of the pre-cleaning machine on the barley grain heap showed, with a performance exceeding 14 t/h, the degree of separation of small impurities is 60% with losses of seeds of the main crop to

0.05%. Seed-cleaning lines with a capacity of 10 and 2.5 t/h passed industrial testing at the training farm of the University and showed the Elite Seed category more than 70% at the output, reducing energy costs and the loss of seeds in waste not less than 30%.

*Key words: modeling, technology, technological operations, machinery and equipment.*

#### References

1. Aniskin V.I., Okun' G.S. Tekhnologicheskie osnovy otsenki raboty zemosushil'nykh ustanovok (Technological basis of evaluation of grain drying plants), M., VIM, 2003, 167 p.
2. Drincha V.M., Borisenko I.B. Primenenie i funktsional'nye vozmozhnosti pnevmosortiroval'nykh stolov (The use and functionality pneumo-hydraulic tables), Nauchno-prakticheskii zhurnal NV NIISKh, No. 2 (83), 2008, pp. 33-35.
3. Drincha V.M. Issledovanie separatsii semyan i razrabotka mashinnykh tekhnologii ikh podgotovki (Study of seed separation and development of machine technologies for their preparation), Voronezh, Izd-vo NPO «MODEK», 2006, 384 p.
4. Sychugov N.P., Sychugov Yu.V., Yusupov V.I. Mashiny, agregaty i komplekсы posleuborochnoi obrabotki zerna i semyan trav (Machines, units and complexes of post-harvest processing of grain and grass seeds), Kirov, Izd-vo «VESI», 2015, 404 p.
5. Burkov A.I. Razrabotka i sovershenstvovanie pnevmosistem zemoochistitel'nykh mashin (Development and improvement of pneumatic systems of grain cleaning machines), Kirov, FGBNU «NIISKh Severo-Vostoka», 2016, 380 p.
6. Ul'rikh N.N., Kosmovskii Yu.A. K metodike otsenki razdeleniya zernovogo materiala pri sravnitel'nykh ispytaniyakh mashin (The methodology for the evaluation of separation of the grain material in the comparative testing machines), Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VIM, M., 1975, Vyp. 25, pp. 32-35.
7. Tarasenko A.P., Orobinskii V.I., Mironenko D.N. Kachestvo ochistki semyan na pnevmosortiroval'nykh stolakh (Quality cleaned seeds on pneumo-hydraulic tables), Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva, 2009, No. 3, pp. 10-11.
8. Venttsel' E.S. Teoriya veroyatnostei (Probability theory), M., Nauka, 1969, 576 p.
9. Koshurnikov A.F., Koshurnikov D.A., Kyrov A.A. Analiz tekhnologicheskikh protsessov, vypolnyaemykh sel'skokhozyaistvennyimi mashinami, s pomoshch'yu EVM (Analysis of technological processes of agricultural machinery, with the help of computers), ucheb. posob., Ch. II, Perm', 1998, 381 p.
10. Sposob razdeleniya zernovykh smesei (Method of separation of grain mixtures), patent RF na izobretenie No. 2340410, Opubl. 10.12.2008, B.I. No. 34.
11. Galkin V.D., Khandrikov V.A., Khavyev A.A. Separatsiya semyan v vibropnevmozhizhemnom sloe: tekhnologiya, tekhnika, ispol'zovanie (Separation of seeds in vibropneumotables layer: technology, machinery, use), monografiya, Pod obshch. red. V.D. Galkina, Perm', IPTs «Prokrost'''», 2017, 170 p.
12. Razrabotka metodiki nastroyki vibropnevmoseparatora usovershenstvovannoi konstruktsii pri ochistke pshenitsy ot trudnotdelimyykh primesei (Development of methods of configuring vibro-pneumotables improved design in the purification of wheat from non-separated impurities), V.D. Galkin [i dr.], Permskii agrarnyi vestnik, 2018, No. 1 (21), pp. 14-22.
13. Westrup A/S. Denmark, Slagelse, 2013 [Electronic resource], URL: <http://www.westrup.com/Products/>. (date of the application: 15.05.2018).
14. Buhler Schmidt-Seeger, GmbH. Schweiz, Uzwil, 2014 [Electronic resource], URL: <http://www.buhlergroup.com/europe/ru/>. (date of the application: 15.05.2018).
15. PETKUS Wutha Technologie, GmbH. Deutschland, Wutha Famroda, 2013 [Electronic resource], URL: <http://russian.petkus.de/produkte/-/info/sortieren/reiniger>. (date of the application: 15.05.2018).

## АГРОНОМИЯ

УДК 633.321 : 581.543

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОДНОУКОСНОГО И ДВУУКОСНОГО КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Э. Д. Акманаев, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990,  
E-mail: [akmanay@mail.ru](mailto:akmanay@mail.ru)

*Аннотация.* В работе приведены данные по урожайности сухого вещества клевера лугового двух типов: одноукосного (сорт Пермский местный) и двуукосного (сорт Трио). Цель наших исследований состояла в выявлении особенностей формирования урожайности сухого вещества одноукосного и двуукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий. Полевые опыты проведены в девяти закладках на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых среднекультуренных почвах на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. При проведении опытов использованы общепринятые методики. Vegetационные периоды были контрастными, слабозасушливыми были 2000, 2005, 2008-2010 гг., засушливым оказался 2001 г., влажными были 2004 и 2011 гг., избыточно влажным – 2007 г. Рассматриваемые сорта обеспечивают по годам и в среднем за годы исследований одинаковую урожайность. Вместе с тем, урожайность сортов клевера зависела от агрометеорологических условий. Минимальная урожайность 2,3-2,9 т/га сухого вещества была сформирована в засушливый 2010 год при индексе среды – 4,8, а максимальная – 9,1-10,8 т/га – в 2000-2001 и 2011 гг. при индексе 2,5-2,7. Проведенный анализ по данным урожайности сухого вещества одноукосного и двуукосного сортов клевера лугового первого года пользования и агрометеорологическим условиям позволяет сделать вывод, что формирование урожая первого укоса в большей степени зависит от суммы активных температур, а второй укос зависит больше от суммы осадков в период от отрастания до укосной спелости.

*Ключевые слова:* тип клевера лугового, сорт, индекс среды, гидротермический коэффициент, урожайность, сухое вещество, линейная корреляция.

**Введение.** В Пермском крае площади посевов многолетних трав сократились до 455,6 тыс. га. Вместе с тем, увеличилась доля бобовых трав на 17,8% или до 294,9 тыс. га. Среди многолетних бобовых культур важная роль принадлежит клеверу луговому как источнику белка и средства, повышающего плодородие почвы. Культивируемые травосмеси состоят в основном из клевера с тимофеевкой и овсяницей [1].

Клевер луговой характеризуется высокой продуктивностью. Знание биологии культуры

и соблюдение агротехники возделывания позволяют получать с одного гектара 8-10 т сухого вещества [2-4].

Клевер луговой в Нечерноземной зоне страны дает возможность получать корм с ранней весны до поздней осени. Интенсивный рост его начинается при среднесуточной температуре воздуха 50<sup>o</sup>С, т.е. примерно через две недели после таяния снега, а заканчивается поздней осенью. Это позволяет его использовать в зеленом конвейере для производства травяной муки, гранул, брикетов, сенажа, се-

на, силоса, а также в качестве пастбищных культур [3, 5-6].

Различают два типа клевера лугового: позднеспелый, или одноукосный, и раннеспелый, или двуукосный, которые существенно отличаются по биологическим особенностям и реакции на экологические условия [7-10].

*Цель* наших исследований состояла в выявлении особенностей формирования урожайности сухого вещества одноукосного и двуукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий. В задачи исследований входило: определение урожайности сортов клевера лугового; расчет коэффициентов линейной корреляции между урожайностью сортов клевера лугового и агрометеорологическими условиями.

**Методика.** Объектами исследований выступали допущенные к возделыванию в Пермском крае сорта клевера лугового Пермский местный (одноукосный) и Трио (двуукосный). Полевые опыты закладывали на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых по гранулометрическому составу почвах. По агрохимической характеристике почвы можно охарактеризовать как среднекультуренные с содержанием гумуса от 1,4 до 3,2%;  $pH_{КС1}$  – от 4,6 до 6,2; сумма обменных оснований – от 15,4 до 25,6 мг-экв. на 100 г почвы; гидролитическая кислотность – 1,0-4,8 мг-экв. на 100 г почвы; подвижный фосфор – от 64 до 194 мг/кг почвы; обменный калий –

от 76 до 147 мг/кг почвы. При проведении опытов использованы общепринятые методики [11-14]. Агротехника возделывания клевера лугового соответствовала зональным рекомендациям [15]. Урожай скашивали дважды, двуукосный клевер давал два полноценных укоса, а одноукосный – один, и во втором укосе – отаву.

В годы проведения учетов урожайности клевера лугового погодные условия были контрастными. По шкале, предложенной Г.Т. Селяниновым [16], слабозасушливыми были 2000, 2005, 2008-2010 гг., засушливым оказался 2001 г., влажными были 2004 и 2011 гг., избыточно влажным – 2007 г.

Существенность разницы между показателями урожайности сухого вещества клевера лугового определяли дисперсионным анализом, тесноту и форму связи между урожайностью и погодными условиями – по методике, изложенной Б.А. Доспеховым [11].

**Результаты.** Данные по урожайности сухого вещества клевера лугового свидетельствуют о том, что рассматриваемые сорта обеспечивают по годам и в среднем за годы исследований одинаковую урожайность. Вместе с тем, урожайность сортов клевера зависела от агрометеорологических условий. Минимальная урожайность была сформирована в засушливый 2010 год при индексе среды – 4,8, а максимальная в 2000-2001 и 2011 гг. при индексе 2,5-2,7 (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сухого вещества сортов клевера лугового I г.п., т/га

Сорт	Год									Среднее по сорту
	2000	2001	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	
Пермский местный	10,7	10,2	7,6	7,8	7,9	6,0	4,8	2,3	10,8	7,6
Трио	9,1	9,9	7,4	7,6	8,4	5,9	4,1	2,9	9,4	7,2
Среднее по году	9,9	10,1	7,5	7,7	8,2	6,0	4,5	2,6	10,1	7,4
Индекс среды	2,5	2,7	0,1	0,3	0,8	-1,4	-2,9	-4,8	2,7	

*Примечание:* в среднем  $F\phi < F_{05}$

Проведенные расчеты коэффициента линейной корреляции между урожайностью сухого вещества и гидротермическим коэффициентом (ГТК) показали различия по сортам и укосам (табл. 2).

В первом укосе для сорта Пермский местный получена слабая зависимость, с ко-

лебаниями по периодам развития от обратной слабой до прямой умеренной. Во втором укосе для данного сорта в начале развития (отрастание – ветвление) наблюдается прямая слабая взаимосвязь, а по мере развития (ветвление – бутонизация) установлена обратная высокая зависимость.

Коэффициенты линейной корреляции между урожайностью сухого вещества сортов клевера лугового I г.п. и ГТК по периодам их развития, среднее за 2000, 2001, 2004, 2005, 2007-2011 гг.

Период развития	Первый укос		Второй укос	
	Пермский местный	Трио	Пермский местный	Трио
Отрастание – ветвление	-0,27	0,19	0,28	0,28
Ветвление – бутонизация	0,32	-0,19	-0,74	0,14
Бутонизация – цветение	-0,08	0,24	–	-0,58
Отрастание – цветение	0,19	0,45	–	0,13

У двухукосного сорта Трио в целом за первый укос установлена прямая умеренная зависимость урожайности от ГТК, хотя по периодам развития она колебалась от обратной слабой до прямой слабой. Для второго укоса характерна прямая слабая связь при заметной отрицательной связи в период бутонизации – цветения.

ГТК является комплексным показателем, поэтому важно оценить зависимость уровня урожайности клевера от отдельных агрометеорологических показателей.

теорологических показателей.

Урожай первого укоса одноукосного и двухукосного сортов клевера лугового больше зависит от суммы активных температур, нежели от суммы осадков (табл. 3). В целом за период формирования урожая связь с теплообеспеченностью отрицательная. Вместе с тем, урожайность второго укоса клевера лугового зависит больше от суммы осадков, и связь в целом положительная.

Таблица 3

Коэффициенты линейной корреляции между урожайностью сухого вещества сортов клевера лугового I г.п. и агрометеорологическими условиями по периодам их развития, среднее за 2000, 2001, 2004, 2005, 2007-2011 гг.

Период развития	Пермский местный			Трио		
	продолжительность периода, дни	сумма активных температур, ОС	сумма осадков, мм	продолжительность периода, дни	сумма активных температур, ОС	сумма осадков, мм
Первый укос						
Отрастание – ветвление	-0,26	-0,35	-0,50	-0,38	-0,44	-0,12
Ветвление – бутонизация	-0,11	-0,16	0,44	-0,20	-0,26	-0,11
Бутонизация – цветение	0,21	0,46	-0,01	0,69	0,44	0,28
Отрастание – цветение	-0,44	-0,41	0,08	-0,39	-0,48	0,22
Второй укос						
Отрастание – ветвление	0,15	0,05	0,34	0,00	-0,08	0,45
Ветвление – бутонизация	0,14	0,10	0,45	-0,12	-0,32	0,10
Бутонизация – цветение	–	–	–	0,11	0,19	-0,68
Отрастание – цветение	–	–	–	0,00	-0,14	0,16

Тем не менее, по отдельным периодам развития имеются нюансы. У одноукосного сорта в первом укосе в период «ветвление – бутонизация» от суммы осадков, а в период «бутонизация – цветение» от суммы активных температур установлена умеренная прямая зависимость ( $r = 0,44-0,46$ ). То есть в начале развития растений урожайность клевера

Пермский местный больше зависит от влагообеспеченности, а позже (бутонизация – цветение) – от температуры воздуха. Второй укос рассматриваемого сорта всецело зависит от количества осадков, выпавших за период «отрастание – бутонизация».

У сорта Трио по сравнению с клевером Пермский местный выявлена тенденция уве-

личения тесноты связи с продолжительностью периода «бутонизация – цветение». Также в данный период развития установлена умеренная тесная взаимосвязь урожайности от суммы активных температур. Следовательно, продолжительный теплый период от бутонизации до цветения для этого сорта более выгоден. В начале отрастания второго укоса у данного сорта получена умеренная тесная зависимость с влагообеспеченностью в период «отрастание – ветвление». Таким образом, влагозависимость у раннеспелого клевера во втором укосе менее продолжительная, чем у позднеспелого.

Таким образом, взаимосвязь формирования урожайности сухого вещества одноукосного сорта Пермский местный и двухукосного сорта

Трио от агрометеорологических условий сопоставима. При этом следует констатировать, что сорт Пермский местный более влагозависим, особенно во втором укосе. Для раннеспелого сорта большее значение имеет температура в период «бутонизация – цветение».

**Выводы.** Проведенный анализ по данным урожайности сухого вещества одноукосного и двухукосного сортов клевера лугового первого года пользования и агрометеорологическим условиям позволяет сделать вывод, что формирование урожая первого укоса в большей степени зависит от суммы активных температур, а второго укоса – от суммы осадков за период от отрастания до укосной спелости.

#### Литература

1. Золотарев В.Н., Косолапов В.М., Переpravо Н.И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. №1(56). С. 28-34.
2. Посьпанов Г.С., Воронкова Т.В. 100 ц сена клевера лугового без азотных подкормок // *Кормопроизводство*. 1983. № 5. С. 13-14.
3. Волошин В.А. Вопросы полевого кормопроизводства в Предуралье. Пермь: Изд-во «От и До», 2012. 380 с.
4. Rogers H.H. *Field crops. Grasses*. Cambridge, 1971. p. 17-18.
5. Зубарев Ю.Н. Вопросы полевого травосеяния в Предуралье. М.: РГАУ-МСХА, 2003. 275 с.
6. Касаткина Н.И., Фатыхов И.Ш. Приемы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье: монография. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. 244 с.
7. Williams R. *Red Clover Investigations* // *Welsh Plant Breeding Station*. 1927. Series H. № 7. P. 10-12.
8. Лисицын П.И. Вопросы биологии красного клевера. М.: ОГИЗ, 1947. 345 с.
9. Мухина Н.А. Клевер красный. Л.: Колос, 1971. 88 с.
10. Касаткина Н.И. Биологические особенности и урожайность семян и зеленой массы перспективных сортов клевера лугового // *Материалы XX научно-практической конференции Ижевской ГСХА*. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2000. С. 22-25.
11. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
12. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР / Под общ. ред. М.А. Фелина*. М., 1985. 20 с.
13. *Методика полевых опытов с кормовыми культурами / Всесоюзный НИИ кормов им. В.Р. Вильямса*. М., 1971. 158 с.
14. *Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Под ред. Ю.К. Новоселова, Г.Д. Харьковца, Н.С. Шеховцевой*. М., 1983. 197 с.
15. Акманаев Э.Д. *Инновационные технологии в агробизнесе: учебное пособие / Э.Д. Акманаев; под общ. ред. Ю.Н. Зубарева, С.Л. Елисеева, Е.А. Ренева*; М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
16. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. 1928. Вып. 20. С. 165-177.

## YIELD FORMATION OF SINGLE- AND DOUBLE CROP RED CLOVER DEPENDING ON AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS

**E. D. Akmanaev**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Professor,  
Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)

#### ABSTRACT

The paper presents data on the yield of dry matter of clover of two types: single-crop (Perm local variety) and double-crop (Trio variety). The purpose of our research was to identify the features of the

yield formation of dry matter of one-and two-crop red clover depending on agrometeorological conditions. Field experiments were carried out in nine tabs on the sod-podzolic heavy-loamy medium-cultivated soils on the training and scientific experimental field of the Perm State Agro-Technological University. During the experiments, conventional methods were used. Growing periods were contrasting, the years 2000, 2005, 2008-2010 were weakly arid, 2001 was dry, 2004 and 2011 were wet, 2007 – extra wet. Considered varieties provide each year and in average for years of studies the same yields. At the same time, the yield of clover varieties depended on agrometeorological conditions. The minimum yield of 2.3-2.9 t/ha of dry matter was formed in the dry year 2010 at the index of environment -4.8, and the maximum yield – 9.1-10.8 t / ha in 2000-2001 and 2011 at the index 2.5-2.7. The analysis according to the yield of dry matter single- and double crop varieties of red clover of the first year of use and agrometeorological conditions allows the conclusion that the formation of the harvest of the first mowing to a greater degree depends on the amount of active temperatures, and that of the second mowing depends more on the amount of rainfall in a period of regrowth before mowing ripeness.

*Key words: red clover, variety, index, environment, hydro-thermal coefficient, yield, dry matter, a linear correlation.*

#### References

1. Zolotarev V.N., Kosolapov V.M., Perepravo N.I. Sostoyanie travoseyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii i Volgo-Vyatskom regione (State of herbage and prospects of seed production of perennial grasses in Russia and the Volga-Vyatka region), *Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2017, No. 1(56), pp. 28-34.
2. Posypanov G.S., Voronkova T.V. 100 ts sena klevera lugovogo bez azotnykh podkormok (100 centner hay clover without nitrogen fertilizing), *Kormoproizvodstvo*, 1983, No. 5, pp. 13-14.
3. Voloshin V.A. Voprosy polevogo kormoproizvodstva v Predural'e (Questions of field forage production in the Preduralie), Perm', Izd-vo «Ot i Do», 2012, 380 p.
4. Rogers H.H. *Foreedg crops. Grasses*, Cambridge, 1971, pp. 17-18.
5. Zubarev Yu.N. Voprosy polevogo travoseyaniya v Predural'e (The field grass cultivation in the Preduralie), M., RGAU-MSKha, 2003, 275 p.
6. Kasatkina N.I., Fatykhov I.Sh. Priemy vzdelyvaniya mnogoletnikh bobovykh trav v Srednem Predural'e (Methods of cultivation of perennial legumes in the Middle Preduralie), monografiya, Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKhA, 2008, 244 p.
7. Williams R. Red Clover Investigations, Welsh Plant Breeding Station, 1927, Series H, No. 7, pp. 10-12.
8. Lisitsyn P.I. Voprosy biologii krasnogo klevera (Aspects of biology of red clover), M., OGIZ, 1947, 345 p.
9. Mukhina N.A. *Klever krasnyi (Red clover)*, L., Kolos, 1971, 88 p.
10. Kasatkina N.I. Biologicheskie osobennosti i urozhainost' semyan i zelenoi massy perspektivnykh sortov klevera lugovogo (Biological features and yield of seeds and green mass of promising varieties of clover), *Materialy XX nauchno-prakticheskoi konferentsii Izhevskoi GSKhA, Izhevsk, Izhevskaya GSKhA*, 2000, pp. 22-25.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experience), M., ID Al'yans, 2011, 352 p.
12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Methods of state variety testing of agricultural crops), Gosudarstvennaya komissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri Ministerstve sel'skogo khozyaistva SSSR, Pod obshch. red. M.A. Fedina, M., 1985, 20 p.
13. Metodika polevykh opytov s kormovymi kul'turami (Methods of field experiments with forage crops), Vsesoyuznyi NII kormov im. V.R. Vil'yamsa, M., 1971, 158 p.
14. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami (Guidelines for conducting field experiments with forage crops), Pod red. Yu.K. Novoselova, G.D. Khar'kova, N.S. Shekhovtsevoi, M., 1983, 197 p.
15. Akmanaev E.D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agribusiness): uchebnoe posobie, E.D. Akmanaev, pod obshch.red. Yu.N. Zubareva, S.L. Eliseeva, E.A. Reneva, M-vo s.-kh. RF, FGBOU VPO Permskaya GSKhA, Perm', FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 335 p.
16. Selyaninov G.T. O sel'skokhozyaistvennoi otsenke klimata (On the agricultural assessment of climate), *Trudy po sel'skokhozyai-stvennoi meteorologii*, 1928, Vyp. 20, pp. 165-177.

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ИЗВЕСТИ И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Н. В. Булатова, научный сотрудник;

Н. Т. Чеботарёв, д-р с.-х. наук;

Н. В. Регорчук, заведующая агрохимической лабораторией,

ФГБНУ НИИСХ Республики Коми,

ул. Ручейная, 27, г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 167023

E-mail: [bulatova-n18@yandex.ru](mailto:bulatova-n18@yandex.ru)

*Аннотация.* Исследования проводили на опытном участке НИИСХ Республики Коми в условиях многолетнего полевого стационарного опыта. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. В год закладки опыта (1983 год) для нейтрализации повышенной кислотности ( $pH_{KCl}$  3,9-4,4) внесли доломитовую муку в дозах 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 и 2,5 по величине гидролитической кислотности (г.к.). В дальнейшем изучали последствие известкования при ежегодном внесении минеральных удобрений (N30-60P30-45K45-60) на изменения кислотно-основных свойств почвы и продуктивность сеяных трав. Установлено, что однократное известкование сильнокислой почвы в дозах 1,0; 2,0 и 2,5 г.к. оказывает длительное нейтрализующее действие на кислотность почвы, устраняет повышенное содержание обменного алюминия в почве до безвредного для растений уровня, повышает количество обменных оснований в почве. На 6-й год после внесения доломитовая мука в дозе 1,0 г.к. обеспечила перевод сильнокислой почвы в разряд слабокислой ( $pH$  5,1), в дозах 2,0 и 2,5 г.к. – близких к нейтральным ( $pH$  5,6-6,0). Содержание обменного алюминия в почве на 8-й год действия доломита снизилось до нулевого уровня. Наибольшее нейтрализующее действие мелиоранта в дозах 1,0-2,5 г.к. проявилось на 10-й год после внесения. Через 32 года после внесения доломитовой муки в дозе 1,0 г.к. кислотность почвы поддерживается на среднекислом уровне ( $pH$  4,6), в дозах 2,0 и 2,5 г.к. – на слабокислом – близком к нейтральному уровню ( $pH$  5,1-5,6). Степень насыщенности обменными основаниями составила 72-77%, что указывает на слабую нуждаемость почв в известковании. Известкование в дозах 0,25 и 0,5 г.к. было недостаточным для нейтрализации повышенной кислотности почвы. Реакция почвенной среды оставалась сильнокислой. Ежегодное внесение минеральных удобрений на фоне последствия извести в дозе 2,5 г.к. за 2011-2015 гг. обеспечило наибольшую продуктивность клеверо-тимофеечной смеси – в среднем 3,5 тыс. кормовых единиц с 1 га.

*Ключевые слова:* доломитовая мука, доза, минеральные удобрения, почвенная кислотность, алюминий, обменные основания.

**Введение.** Большинство пахотных земель Республики Коми расположено на подзолистых почвах, генетической особенностью которых является повышенная кислотность и низкая обеспеченность почвы питательными веществами. По данным станции агрохимической службы «Сыктывкарская», в республике в связи с резким снижением объемов известкования в почвах сельскохозяйственного

назначения продолжается процесс подкисления. В 2016 г. кислые почвы ( $pH < 5,6$ ) занимали 91% сельскохозяйственных угодий [1]. Наибольшая доля (34%) принадлежит сильнокислым почвам ( $pH < 4,5$ ). Ежегодного известкования в объемах 3-4 т/га недостаточно для нейтрализации почвенной кислотности. Получение устойчиво высокой продуктивности сельскохозяйственных культур на таких поч-

вах возможно при проведении первоочередного мероприятия – известкования.

Внесение извести оказывает многостороннее действие на почву, а через неё – и на растения. Повышенное количество обменного алюминия, свойственное для кислых почв, пагубно влияет на корневую систему сельскохозяйственных культур, вызывая снижение поглощения питательных веществ [2-4].

Изменение кислотно-основных свойств почвы при взаимодействии мелиоранта с почвой определяется множеством факторов, основными из которых являются почвенно-климатические условия, вид мелиоранта и его доза. Климат территории республики умеренно континентальный, характеризуется холодной зимой и умеренно теплым летом. Количество осадков превышает испарение влаги, что ведёт к избыточному увлажнению. В условиях промывного водного режима региона значительная часть питательных элементов, особенно кальция, вымывается в низлежащие слои почвы [5-7]. Доломитовая мука, в состав которой, кроме углекислого кальция, входит углекислый магний ( $MgCO_3$ ), в качестве мелиоранта почвы служит источником кальциевого и магниевого питания растений.

Значительные изменения физико-химических параметров подзолистых почв происходят при внесении полной дозы мелиоранта, которые проявляются на протяжении 15-20 лет [8]. Действие более высоких доз известковых удобрений изучено недостаточно.

*Целью* наших исследований являлось изучение длительного последствия возрастающих доз доломитовой муки при внесении минеральных удобрений на изменения кислотно-основных свойств дерново-подзолистой почвы и продуктивность многолетних трав.

**Методика.** Исследования проводили на опытном участке НИИСХ Республики Коми в условиях многолетнего стационарного опыта. Опыт был заложен в 1983 году на участке, освоенном на месте вырубленного леса. Рельеф участка – равнинный. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя до закладки опыта:  $pH_{KCl}$  – 3,9-4,4, Нг – 5,2-7,1 мг-экв./100 г, содержание обменного кальция – 2,7-6,6, обменного магния – 0,8-1,1 мг-экв./100 г, гумуса – 1,3-1,8%, обменного алюминия – 1,4-3,0 мг-экв./100 г (по Соколову).

В качестве мелиоранта однократно в год закладки опыта вносили доломитовую муку в дозах 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 и 2,5 по величине гидролитической кислотности (г.к.), с учётом влажности (15 %) и нейтрализующей способности (92 %). В последующие годы изучали последствие этих доз извести.

Ежегодно на фоне известкования почвы и без него вносили минеральные удобрения в форме аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия, в отдельные годы применяли нитроаммофоску. Дозы минеральных удобрений, рассчитанные по выносу питательных элементов на планируемую урожайность сеяных трав, составили N30-60P30-45K45-60.

В первый год исследований на опытном участке посеяли овёс с подсевом многолетних трав. В последующие годы выращивали однолетние ( вико-овсяная или горохо-овсяная смесь) и многолетние травы ( клеверотимофеечная травосмесь). Многолетние травы использовали 5 лет. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур – общепринятая для данной зоны.

Общая площадь делянки 50 м<sup>2</sup>. Повторность трёхкратная.

Почвенные образцы на химический анализ отбирали осенью с глубины 0-20 см. В пробах определяли  $pH_{KCl}$  – по ГОСТ 26483-85, Нг – по ГОСТ 26212-84, содержание кальция и магния – по ГОСТ 26428-85, подвижного алюминия – по Соколову.

Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы STATVIA.

**Результаты.** Многолетние исследования (1983-2014 гг.) показали, что изменение кислотности почвы зависело от дозы внесённого мелиоранта. Известкование в дозе 0,25 и 0,5 г.к. было недостаточным для нейтрализации повышенной кислотности почвы. При внесении доломитовой муки в дозе 0,25 г.к. незначительное повышение pH с 4,4 (до закладки опыта) до 4,6 было отмечено на третий год её последствия (рис. 1). В последующие годы сохранялась сильноокислая реакция почвенной среды (pH 4,0-4,3). Гидролитическая кислотность сохранялась на уровне 3,5-5,6 мг-экв./100 г почвы (рис. 2).

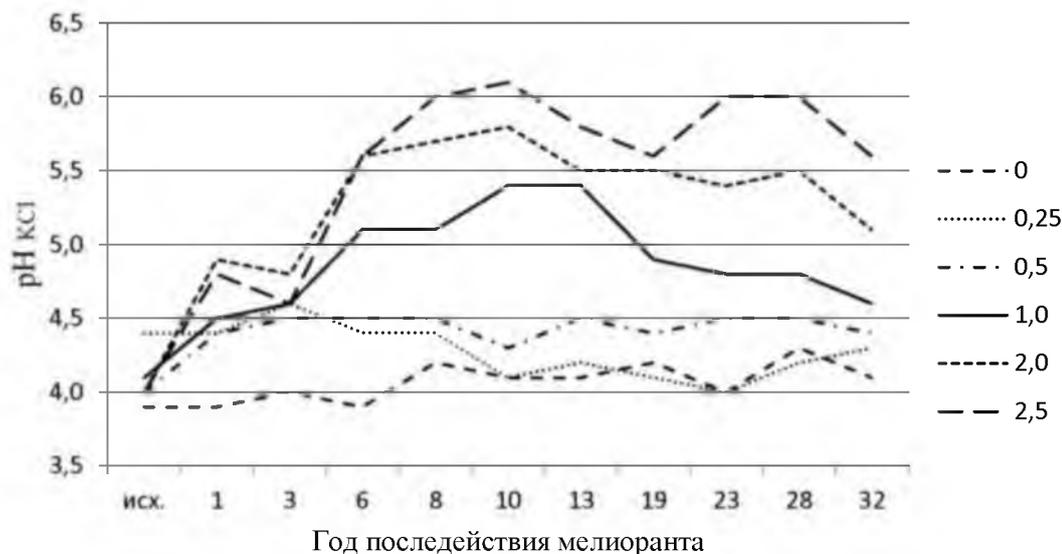


Рис. 1. Динамика кислотности почвы в зависимости от доз доломитовой муки при внесении минеральных удобрений

В первый год действия мелиоранта в дозе 0,5 г.к. кислотность почвы снизилась на 0,4 ед. с 4,0 до 4,4 рН. Затем последствие этой дозы доломита было малозаметным, почва оста-

валась сильнокислой. Гидролитическая кислотность изменялась от 7,1 (исходно) до 2,8-6,1 мг-экв./100 г почвы.



Рис. 2. Динамика гидролитической кислотности почвы в зависимости от доз доломитовой муки при внесении минеральных удобрений

Качественный сдвиг величины рН отмечен от действия доломитовой муки в дозе 1,0 г.к. В год внесения этой дозы доломита кислотность почвы снизилась на 0,4 ед. На 6-й год действия мелиоранта рН почвы повысилась до 5,1, что соответствовало слабокислой реакции почвенной среды. Наибольшее нейтрализующее влияние полной дозы известки было отмечено на 10-й год её последствия. Кислотность почвы поддерживалась на

уровне 5,4 ед. на протяжении четырёх лет, затем наблюдалось постепенное подкисление почвенного раствора до 4,6 рН. Устойчивое снижение гидролитической кислотности с 5,9 (исходно) до 2,2 мг-экв./100 г отмечалось на 8-й год после известкования, сохраняясь впоследствии на уровне 2,5-3,6 мг-экв./100 г.

Более высокие дозы доломитовой муки взаимодействовали с почвой в течение длительного срока. В первый год действия изве-

сти в дозах 2,0 и 2,5 г.к. кислотность почвы снизилась на 0,8-0,9 ед. – с 4,0 до 4,8-4,9 рН. Внесение этих доз доломита обеспечило перевод сильнокислой почвы в разряд близких к нейтральным (рН 5,6-6,0) на 6-й год последействия. Снижение кислотности до 5,8 ед. на фоне последействия дозы 2,0 г.к. и до 6,1 ед. на фоне 2,5 г.к. продолжалось на протяжении четырёх лет. В последующие годы исследований почвенная реакция почвенной среды на этих вариантах поддерживалась на слабокислом-нейтральном уровне, благоприятном для выращивания большинства сельскохозяйственных культур.

По мере нейтрализации почвенной кислотности на фоне известкования уменьшалась и гидролитическая кислотность почвы. Через

32 года после внесения доломита в дозах 2,0 и 2,5 г.к. гидролитическая кислотность почвы снизилась на 3,8-4,4 мг-экв./100 г по сравнению с исходной (1983 г.) и составила 2,6 и 2,1 мг-экв./100 г.

При известковании почвы доломитовой мукой в дозах 1,0 г.к. и выше содержание обменного алюминия в почве интенсивно снижалось и на 8-й год последействия мелиоранта достигло нулевого уровня (рис. 3). Через 32 года после известкования, при подкислении почвы, его содержание повысилось до 0,2-0,3 мг-экв./100 г. Внесение меньших доз доломита способствовало снижению исходно повышенного содержания алюминия в почве, но его количество сохранялось на токсичном для растений уровне.

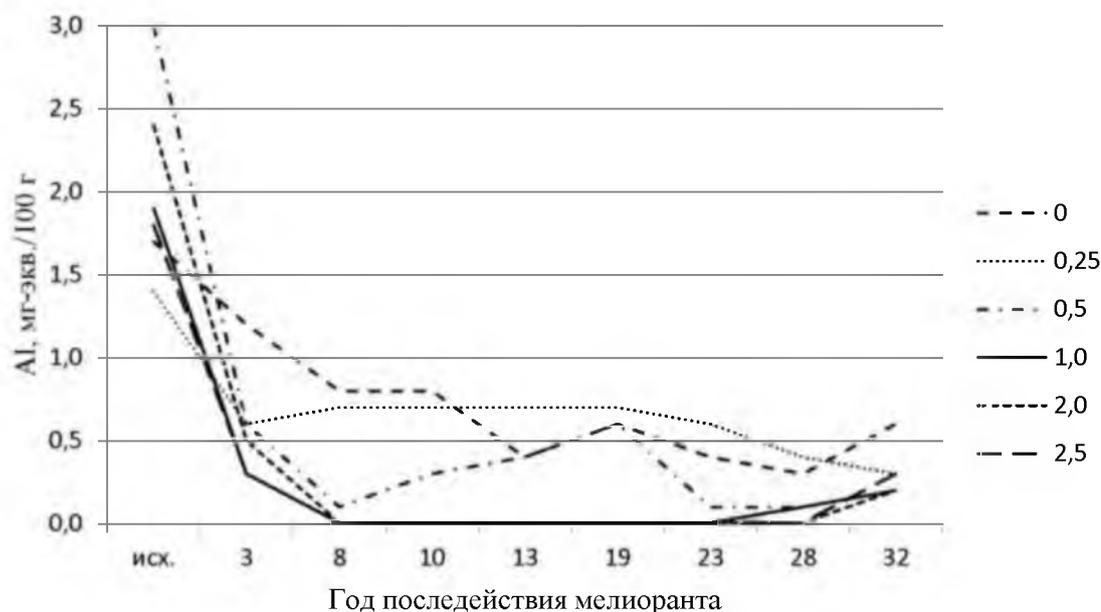


Рис. 3. Динамика содержания обменного алюминия в почве в зависимости от доз доломитовой муки при внесении минеральных удобрений

Внесение доломитовой муки способствовало повышению содержания обменных оснований в почве. На фоне внесения мелиоранта в дозах 0,25 и 0,5 г.к. степень насыщенности основаниями уже на третий год последействия возросла с 36-48 % до 52-55 %, и сохранялась на уровне 52-74 % на протяжении всего периода исследований (рис. 4). На восьмой год последействия извести в дозах 1,0 г.к. и выше содержание кальция в почве повысилось до 5,6-6,0, магния – до 2,6-3,3 мг-экв./100 г. Сте-

пень насыщенности почвы основаниями составила 80-90 %. Затем отмечалось постепенное снижение количества обменных оснований в почве вследствие их вымывания и выноса с урожаем. Через 32 года после внесения доломитовой муки в дозах 1,0-2,5 г.к. степень насыщенности основаниями составила 72-77 %, что указывает на слабую нуждаемость почв в известковании. На фоне последействия извести в дозах 0,25 и 0,5 г.к. этот показатель составил 64 %.



Рис. 4. Динамика степени насыщенности почвы основаниями в зависимости от доз доломитовой муки при внесении минеральных удобрений

В 2011-2015 гг. на опытном участке выращивали клеверо-тимофеечную травосмесь 1-5 года пользования. Исследования показали, что ежегодное внесение минеральных удобрений на фоне длительного последствие доломитовой муки способствовало повышению продуктивности многолетних трав. Наиболь-

ший сбор кормовых единиц – 3,5 тыс./га – получен на фоне последствие извести в дозе 2,5 г.к., что на 35% превысило фон без известкования (табл.). Последствие меньших доз мелиоранта обеспечило дополнительно 0,5-0,6 тыс. кормовых единиц с 1 га.

Таблица

Влияние последствие возрастающих доз доломитовой муки на продуктивность клеверо-тимофеечной смеси при внесении минеральных удобрений, в среднем за 2011-2015 гг.

Доза извести, г.к.	Сбор кормовых единиц, тыс./га	Прибавка	
		тыс./га	%
0	2,6	-	-
0,25	3,2	0,6	23,1
0,5	3,1	0,5	19,2
1,0	3,2	0,6	23,1
2,0	3,2	0,6	23,1
2,5	3,5	0,9	34,6
НСР05		0,3	

**Выводы.** 1. Однократное известкование сильнокислой почвы, освоенной после выруб-ки леса, доломитовой мукой в дозах 1,0; 2,0 и 2,5 г.к. улучшает кислотно-основные свойства почвы. На 6-8-й годы после известкования проявляется устойчивое нейтрализующее действие кислотности почвы; повышенное содержание обменного алюминия в почве снижается до нулевого уровня, повышается количество обменных оснований в почве.

2. Через 32 года после известкования в дозе 1,0 г.к. кислотность почвы поддержива-

ется на среднекислом уровне (рН 4,6), в дозах 2,0 и 2,5 г.к. – на слабокислом-близком к нейтральному уровню (рН 5,1-5,6). Степень насыщенности основаниями составила 72-77%, что указывает на слабую нуждаемость почв в известковании.

3. Действие доломитовой муки в дозах 0,25 и 0,5 г.к. было малозаметным. Сохранялась сильная кислотность почвы.

4. Ежегодное внесение минеральных удобрений на фоне длительного последствие доломитовой муки в дозе 2,5 г.к. обес-

печило наибольшую продуктивность клеверотимофеечной смеси 1-5 годов пользования – в среднем за год 3,5 тыс./га кормовых единиц.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 0674-2018-0007 по Программе ФНИИ государственных академий наук на 2013-2020 годы, ЕГИСУ НИОКТР № АААА-А18-118011890200-3.*

#### Литература

1. Макаровский П. А. Плодородие почв сельскохозяйственных угодий Республики Коми // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 6. С. 5–9.
2. Витковская С. Е., Яковлев О. Н., Шаврина К. Ф. Влияние возрастающих доз доломитовой муки на кислотные свойства дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2016. № 7. С. 3–11.
3. Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф. Влияние известкования на фоне длительного действия и последствие удобрений на физико-химические показатели дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 2001. № 9. С. 1103–1110.
4. Rengel Z. Aluminium toxicity to plant cells is related to disturbance of cytosolic calcium homeostasis // Urgent questions of ecological plant physiology in XXI century: Abstr. Int. Conf. Syktyvkar, 2001. Pp. 13-14.
5. Литвинович А. В., Небольсина З. П. Продолжительность действия известковых мелиорантов в почвах и эффективность известкования // Агрохимия. 2012. № 10. С. 79–94.
6. Интенсивность миграции кальция из дерново-подзолистой супесчаной почвы, произвесткованной различными дозами мелиоранта (по данным модельного опыта) / Литвинович А. В. [др.] // Агрохимия. 2015. № 6. С. 84–89.
7. Osei B. A. Effects of different lime application rates and time on some chemical properties of an acid soil in Ghana // Soil Use Manag. 2007. V. 11. Is. 1. Pp. 25-29.
8. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / Шильников И. А. [др.]. М.: ВНИИА, 2008. 340 с.
9. Елькина Г. Я. Оптимизация минерального питания растений на подзолистых почвах. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 280 с.
10. Хомченко А. А., Булатова Н. В., Чеботарёв Н. Т. Влияние извести и минеральных удобрений на агрохимические свойства и продуктивность дерново-подзолистой почвы // Земледелие. 2016. № 6. С. 28–30.
11. Криптапоните И., Майкштенене С. Влияние длительного применения разных систем удобрения на плодородие тяжелосуглинистой почвы и продуктивность севооборота // Агрохимия. 2005. № 11. С. 34–42.
12. Изменение продуктивности культур и агрохимических показателей почвы в 9-й ротации севооборота в многолетнем полевом опыте при применении удобрений / Титова В. И. [др.] // Агрохимия. 2013. № 7. С. 25–32.
13. Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф. Действие и последствие удобрений на плодородие дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы // Агрохимия. 2005. № 1. С. 5–13.
14. Булатова Н. В., Регорчук Н. В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и урожайность многолетних трав при длительном применении минеральных удобрений на фоне известкования // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 5. С. 28–33.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## EFFECT OF LONG-TERM AFTERACTION OF LIME AND APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE ACID-BASE PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL AND PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASS

**N. V. Bulatova**, Researcher

**N. T. Chebotarev**, Dr. Agr. Sci.

**N. V. Regorchuk**, Head of the Agrochemical Laboratory

Research Institute of Agriculture of the Republic of Komi

27, Rucheynaya St., Syktyvkar, the Republic of Komi, Russia, 167023

E-mail: [bulatova-n18@yandex.ru](mailto:bulatova-n18@yandex.ru)

#### ABSTRACT

The research was carried out on a trial field of the Scientific and Research Institute of Agriculture of the Republic of Komi in the conditions of perennial field stationary experiment. The research was conducted on sod-podzolic medium-loamy soil. In the year of experiment (1983), dolomite powder was introduced in a dose of 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 and 2.5 according to the values of hydrolytic acidity (h.a.) for its neutralization (when pH<sub>KCl</sub> is equal to 3.9-4.4). The follow up research dealt with the

effect of liming on changes in the acid–base properties of soil and productivity of cultivated grasses with the annual application of mineral fertilizers (N30-60P30-45K45-60). It is established that a single liming of high-acid soil in doses of 1.0, 2.0 and 2.5 h.a. has a long neutralizing effect on soil acidity, decreases a high content of exchange aluminum in soil to a harmless for plants level, increases the number of exchangeable bases in soil. In the 6th year, dolomite powder introduced in a dose of 1.0 h.a. decreased a high level of soil acidity to a low (pH 5.1), in doses of 2.0 and 2.5 h.a. – close to neutral (pH 5.6–6.0). In the 8th year of dolomite action, the content of exchange aluminum in soil decreased to a zero level. The most neutralizing effect of ameliorant in doses of 1.0–2.5 h.a. was observed in the 10th year after application. 32 years since dolomite powder was applied in a dose of 1.0 h.a., soil remained at a medium acid level (pH 4.6), in doses of 2.0 and 2.5 h.a. – at a slightly acid level (pH 5.1–5.6) close to a neutral. The degree of exchangeable bases saturation was 72–77%, which indicates a weak need for soil liming. Liming in doses of 0.25 and 0.5 h.a. was insufficient to neutralize an increased acidity of soil. The reaction of soil medium remained strongly acid. Annual application of mineral fertilizers against afteraction of lime in a dose of 2.5 h.a. in 2011–2015 provided the highest productivity of perennial grasses – in average 3.5 thousands of forage units per 1 ha.

*Key words: dolomite powder, dose, mineral fertilizers, soil acidity, aluminum, exchange bases.*

#### References

1. Makarovskiy P. A. Plodorodie pochv selskohozyaystvennykh ugodiy Respubliki Komi (Soil fertility of agricultural lands of the Republic of Komi), Dostizheniya nauki i tehniki APK, 2017, No. 6, pp. 5–9.
2. Vitkovskaya S. E., Yakovlev O. N., Shavrina K. F. Vliyaniye vozrastayushchikh doz dolomitovoy muki na kislotno-osnovnyye svoystva demovo-podzolistoy pochvy (Influence of increasing doses of dolomite powder on acid-base properties of sod-podzolic soil), Agrokimiya, 2016, No. 7, pp. 3–11.
3. Mineev V. G., Gomonova N. F. Vliyanie izvestkovaniya na fone dlitel'nogo deystviya i posledeystviya udobreniy na fiziko-himicheskie pokazateli demovo-podzolistoy pochvy (Influence of liming against long-term action and afteraction of fertilizers on physical and chemical parameters of sod-podzolic soil), Pochvovedenie, 2001, No. 9, pp. 1103–1110.
4. Rengel Z. Aluminium toxicity to plant cells is related to disturbance of cytosolic calcium homeostasis, Urgent questions of ecological plant physiology in XXI century, Abstr. Int. Conf. Syktyvkar, 2001, pp. 13–14.
5. Litvinovich A. V., Nebol'sina Z. P. Prodolzhitel'nost deystviya izvestkovykh meliorantov v pochvakh i effektivnost izvestkovaniya (Duration of lime ameliorants in soils and the effectiveness of liming), Agrohimiya, 2012, No. 10, pp. 79–94.
6. Intensivnost migratsii kaltsiya iz demovo-podzolistoy supeschanoy pochvy, proizvestkovannoy razlichnyimi dozami melioranta (po dannym model'nogo opyta) (The intensity of calcium migration from sod-podzolic sandy soil chalked by different doses of ameliorant (according to the model experiment)), Litvinovich A. V. [i dr.], Agrohimiya, 2015, No. 6, pp. 84–89.
7. Osei B. A. Effects of different lime application rates and time on some chemical properties of an acid soil in Ghana, Soil Use Manag., 2007, V. 11, Is. 1, pp. 25–29.
8. Izvestkovaniye kak faktor urozhaynosti i pochvennogo plodorodiya (Liming as a factor of yield capacity and soil fertility), Shilnikov I. A. [i dr.], Moscow, VNIIA, 2008, 340 p.
9. Yel'kina G. Ya. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya rasteniy na podzolistykh pochvakh (Optimization of the mineral nutrition of plants on podzolic soils), Ekaterinburg, UrO RAN, 2008, 280 p.
10. Khomchenko A. A., Bulatova N. V., Chebotarev N. T. Vliyaniye izvesti i mineral'nykh udobreniy na agrokhimicheskiye svoystva i produktivnost' demovo-podzolistoy pochvy (Influence of lime and mineral fertilizers on agrochemical properties and productivity of sod-podzolic soils), Zemledeleye, 2016, No. 6, pp. 28–30.
11. Crichtonite I., Mixtrene S. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya raznih sistem ydobreniya na plodorodie tyajelosynglinistoi pochvi i produktyvnost' sevooborota (Influence of continuous application of different fertilization systems on the fertility of heavy loamy soil and productivity of crop rotation), Agrokimiya, 2005, No. 11, pp. 34–42.
12. Izmeneniye produktyvnosti kul'tur i agrokhimicheskikh pokazateley pochvy v 9-y rotatsii sevooborota v mnogoletnem polevom opyte pri primenenii udobreniy (Changes in the productivity of crops and agrochemical indicators of soil in the 9th rotation of crop rotation in a long-term field experiment with the application of fertilizers), Titova V. I. [i dr.], Agrokimiya, 2013, No. 7, pp. 25–32.
13. Mineev V. G., Gomonova N. F. Deystviye i posledeystviye udobreniy na plodorodiye demovo-podzolistoy srednesuglinistoy pochvy (Effect and afteraction of fertilizers on fertility of sod-podzolic medium loamy soil), Agrokimiya, 2005, No. 1, pp. 5–13.
14. Bulatova N. V., Regorchuk N. V. Plodorodie demovo-podzolistoy pochvy i urozhaynost' mnogoletnih trav pri dlitel'nom primenenii mineral'nykh udobreniy na fone izvestkovaniya (Fertility of sod-podzolic soil and yield of perennial grasses with long-term use of mineral fertilizers against liming), Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2017, No. 5, pp. 28–33.
15. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. (Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results). 5-e ed., additional and revised), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.

## СРОКИ ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА НА СЕМЕНА

Э. Ф. Вафина, канд. с.-х. наук, доцент;

И. Ш. Фатыхов, доктор с.-х. наук, профессор;

Ч. М. Исламова, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

Email: [yaf-ef@mail.ru](mailto:yaf-ef@mail.ru)

*Аннотация.* В течение трех вегетационных периодов (2007-2009 гг.) изучено формирование урожайности семян ярового рапса при разных сроках посева и нормах высева. В полевом опыте изучали три срока посева (фактор А): 1) ранний (посев проведен в возможно ранний срок – через 3 сут. от него) (контроль), 2) средний (посев через 6-12 сут. от возможно раннего), 3) поздний (посев через 15-21 сут. от возможно раннего) и четыре нормы высева семян (фактор В), шт. всхожих семян на 1 га: 1) 1 млн, 2) 2 млн, 3) 3 млн (контроль), 4) 4 млн. Рапс высевали непотравленными семенами в экспериментальном севообороте кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (АО «Учхоз Июльское ИжГСХА»). Опыты проводили на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве с содержанием в пахотном слое гумуса 2,00...2,25 %, подвижного фосфора 205...288 мг/кг почвы, обменного калия 163...331 мг/кг почвы, обменная кислотность 5,6. Яровой рапс Галант формировал наибольшую урожайность семян 1,43 т/га при посеве в средний срок с нормой высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га. При данных параметрах приемов посева к уборке сохранилось 118 шт./м<sup>2</sup> продуктивных растений, на каждом из которых было 52 стручка и 595 семян. Более высокая урожайность семян обусловлена развитием оптимальной – 40,3 тыс. м<sup>2</sup>/га площади листьев, обеспечившей формирование фотосинтетического потенциала 1709 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га. Каждая 1000 ед. фотосинтетического потенциала посевов среднего срока с нормой высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га формировала 0,84 кг семян рапса.

*Ключевые слова:* яровой рапс, срок посева, норма высева, урожайность, фотосинтез.

**Введение.** Сельское хозяйство представляет собой сложную производственно-биологическую систему [1], в которой необходима адаптация технологии возделывания полевых культур, так как природные ресурсы включены в процесс возделывания сельскохозяйственной продукции [2]. Производство рапса, как и каждой полевой культуры, основано на использовании характерных только ему факторов повышения эффективности, связанных, в свою очередь, с использованием биологических процессов жизнедеятельности растений [3]. Выбор срока посева и нормы высева способствует созданию оптимальных условий для роста и развития растений [4-6], поэтому изучению данных вопросов в технологии возделывания ярового рапса посвящены исследования многих ученых [7-11].

*Цель* – разработать оптимальные пара-

метры посева в технологии возделывания ярового рапса на семена. Задачи: определить урожайность семян при разных сроках посева и нормах высева; научно обосновать полученную урожайность элементами её структуры, показателями фотосинтетической деятельности посевов.

**Методика.** Опыт по изучению сроков посева и норм высева в технологии возделывания ярового рапса Галант на семена проводили на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» в течение трех вегетационных периодов (2007-2009 гг.). В полевом опыте изучали три срока посева (фактор А): А1 – ранний (возможно ранний (при физической спелости почвы) – через 3 сут. от возможно раннего) (контроль), А2 – средний (через 6-12 сут. от возможно раннего), А3 – поздний (через 15-21 сут. от возможно раннего) и че-

тыре нормы высева семян (фактор В), шт. всхожих семян на 1 га: В1 – 1 млн, В2 – 2 млн, В3 – 3 млн (контроль), В4 – 4 млн. Повторность вариантов в опыте четырехкратная, расположение методом расщепленных делянок в два яруса со смещением, учетная площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>. Полевые и лабораторные исследования проводили по общепринятым методикам [12, 13]. Рапс высевали непротравленными семенами в экспериментальном севообороте кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. Обработку почвы (основную и предпосевную) проводили в соответствии с рекомендациями зональной системы земледелия [14].

Полевые опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Содержание в пахотном слое гумуса – среднее (2,00-2,25 %), подвижного фосфора – от высокого до очень высокого (205-288 мг/кг почвы), обменного калия – от повышенного до очень высокого (163-331 мг/кг почвы), обменная кислотность – близкая к нейтральной (рН<sub>КС1</sub> 5,6).

Первая декада мая 2007 г. характеризовалась невысокой температурой воздуха (3,9 °С ниже нормы) и достаточным количеством выпавших осадков (35 % от их общей суммы за месяц), что явилось причиной затягивания

посева. Календарная дата первого срока посева – 15 мая. В третьей декаде мая воздух прогрелся до 20,3°С, при этом выпало 4,7 мм осадков, что явилось причиной снижения полевой всхожести семян при первом и втором сроках посева. Дата раннего срока посева в 2008 г. – 8 мая. Недостаток осадков в июне (27 % от нормы) способствовал более быстрому переходу растений из вегетативной фазы развития в генеративную. Ранний срок посева в 2009 г. провели 13 мая. В дальнейшем через 2 сут. после посева выпала большая часть (61 %) месячной нормы осадков в виде ливневого дождя, в результате образовалась почвенная корка, период посев-всходы затянулся, всходы появлялись неравномерно. Большая часть третьей декады мая и начало первой декады июня характеризовались пониженной среднесуточной температурой воздуха (отклонение от нормы –1,4...–9,3 °С) и умеренном количестве осадков (23 мм). Июль и август по сумме выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха были близки к средне-многолетним значениям.

**Результаты.** На формирование урожайности семян рапса оказывали влияние метеорологические условия вегетационного периода и изучаемые параметры посева (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян рапса в зависимости от сроков посева и норм высева, т/га

Срок посева (А)	Норма высева, шт. всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	1 млн	2 млн	3 млн (к)	4 млн				
2007 г.								
Ранний (к)	0,72	0,82	0,97	0,91	0,86			
Средний	0,82	0,93	1,46	1,42	1,16			
Поздний	0,39	0,60	0,94	0,86	0,80			
Среднее (В)	0,64	0,78	1,12	1,06				
2008 г.								
Ранний (к)	0,59	0,75	1,08	1,03	0,86			
Средний	0,77	1,07	1,37	1,21	1,11			
Поздний	0,44	0,52	0,68	0,61	0,56			
Среднее (В)	0,60	0,78	1,04	0,95				
2009 г.								
Ранний (к)	0,77	0,85	1,00	0,91	0,88			
Средний	0,94	1,19	1,46	1,32	1,23			
Поздний	0,44	0,50	0,66	0,54	0,54			
Среднее (В)	0,71	0,85	1,04	0,92				
Среднее 2007-2009 гг.								
Ранний (к)	0,69	0,81	1,00	0,97	0,87			
Средний	0,84	1,06	1,43	1,32	1,16			
Поздний	0,42	0,54	0,76	0,67	0,60			
Среднее (В)	0,65	0,80	1,06	0,99				
НСР 05	2007 г.		2008 г.		2009 г.		среднее 2007-2009 гг.	
	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.
А	0,04	0,02	0,04	0,03	0,08	0,04	0,03	0,02
В	0,04	0,02	0,05	0,03	0,08	0,05	0,03	0,02

В условиях 2007 г. урожайность семян 0,86 т/га в контрольном варианте по срокам посева была больше, чем урожайность при позднем сроке (0,80 т/га), но уступала урожайности (1,16 т/га), полученной в варианте со средним сроком посева. Норма высева рапса 3 млн шт. всхожих семян на 1 га во все изучаемые сроки посева имела преимущество по урожайности перед другими изучаемыми в опыте нормами высева. В условиях 2008 и 2009 гг. при раннем сроке посева сформировалась урожайность семян 0,86 и 0,88 т/га соответственно. При следующем сроке она возросла на 0,25 и 0,35 т/га соответственно. Посев рапса в поздний срок обусловил снижение урожайности семян на 0,55 и 0,69 т/га относительно урожайности предыдущего срока посева. В среднем по фактору А (срок посева) с увеличением нормы высева от 1 до 3 млн шт. всхожих семян на 1 га урожайность повышалась с 0,60 до 1,04 т/га в 2008 г. и с 0,71 до 1,04 т/га в 2009 г. В целом по опыту за 2008 и 2009 гг. существенно меньшая урожайность семян 0,44 т/га была получена в варианте с поздним сроком посева и нормой высева 1 млн шт. всхожих семян на 1 га, большая – 1,37 т/га и 1,46 т/га – при среднем сроке и

норме высева 3 млн шт./га. В среднем за 2007-2009 гг. выявлено, что относительно более благоприятные условия для развития рапса складывались при среднем сроке посева и норме высева семян 3 млн шт./га. При данных параметрах посева рапс сформировал наибольшую 1,43 т/га урожайность семян в опыте. Полученные нами данные полевых опытов отличаются от результатов исследований других авторов по приемам посева ярового рапса в условиях Среднего Предуралья [11], что связано, скорее всего, с использованием на посев в наших экспериментах непротивленных семян, а также, возможно, с особенностями сорта.

Выживаемость растений за вегетацию 50 % при раннем и позднем сроках посева уступала аналогичному показателю 55 % варианта со средним сроком посева (табл. 2). На выживаемость растений за период вегетации значительное влияние оказывала норма высева семян. При всех изучаемых сроках посева она снижалась с повышением нормы высева. Увеличение количества высеваемых семян способствовало возрастанию густоты стояния продуктивных растений к уборке, в среднем по срокам посева от 50 до 106 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 2

Выживаемость растений рапса за вегетацию и густота стояния растений к уборке в зависимости от сроков посева и норм высева (среднее за 2007-2009 гг.)

Срок посева (А)	Норма высева, шт. всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	1 млн	2 млн	3 млн (к)	4 млн				
Выживаемость растений за вегетацию, %								
Ранний (к)	70	55	41	34	50			
Средний	72	56	52	41	55			
Поздний	71	46	45	37	50			
Среднее (В)	71	52	46	37				
Густота стояния продуктивных растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>								
Ранний (к)	49	73	90	94	77			
Средний	53	85	118	122	95			
Поздний	49	67	91	103	78			
Среднее (В)	50	75	100	106				
Продуктивные стручки, шт.								
Ранний (к)	51	45	39	34	42			
Средний	59	56	52	46	53			
Поздний	31	28	25	23	27			
Среднее (В)	47	43	39	34				
Семян на растении, шт.								
Ранний (к)	513	493	443	414	466			
Средний	695	650	595	577	629			
Поздний	386	360	338	315	350			
Среднее (В)	531	501	459	435				
НСР 05	Выживаемость, %		Растений, шт./м <sup>2</sup>		Стручков, шт.		Семян, шт.	
	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл.эф.	ч. р.	гл.эф.
А	4	2	4	2	3	2	17	10
В	4	2	4	3	3	2	16	10

Наименьшее количество стручков – 27 шт. и семян – 350 шт. на растении рапса сформировалось при позднем сроке посева (табл. 2). Загущение посевов также способствовало снижению продуктивности одного растения: 23 стручка и 315 семян при норме высева 4 млн шт. всхожих семян на 1 га (в среднем по изучаемым срокам посева).

Площадь листьев в посевах ярового рапса была меньшей в фазе розетки растений (5,7-9,5 тыс. м<sup>2</sup>/га), достигала наибольших значений в фазе ветвления (19,8-30,6 тыс. м<sup>2</sup>/га). В фазе цветения площадь листьев снижалась до 17,2-26,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, в фазе зеленого стручка листья на растениях засыхали и опали, площадь листьев в посевах уменьшалась до 11,3-17,1 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. 3).

Таблица 3

Площадь листьев рапса по фазам вегетации в зависимости от сроков посева и норм высева, тыс. м<sup>2</sup>/га (среднее за 2007-2009 гг.)

Срок посева (А)	Норма высева, шт. всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	1 млн	2 млн	3 млн (к)	4 млн				
Фаза розетки								
Ранний (к)	4,9	6,6	8,8	8,1	7,1			
Средний	8,1	9,1	12,1	11,0	10,1			
Поздний	4,1	5,7	7,5	7,0	6,1			
Среднее (В)	5,7	7,1	9,5	8,7				
Фаза ветвления								
Ранний (к)	17,5	22,7	28,7	26,8	23,9			
Средний	26,1	33,4	40,3	37,9	34,4			
Поздний	15,8	19,2	23,6	21,7	20,1			
Среднее (В)	19,8	25,1	30,6	28,8				
Фаза цветения								
Ранний (к)	15,9	20,1	27,2	25,6	22,2			
Средний	23,3	25,9	32,9	30,2	28,1			
Поздний	12,5	15,2	20,7	18,3	16,7			
Среднее (В)	17,2	20,4	26,9	24,7				
Фаза зеленого стручка								
Ранний (к)	10,3	12,5	16,5	15,2	13,6			
Средний	15,2	18,1	21,7	19,2	18,6			
Поздний	8,5	10,7	13,1	12,0	11,1			
Среднее (В)	11,3	13,8	17,1	15,5				
НСР <sub>05</sub>	Фаза							
	розетки		ветвления		цветения		зеленого стручка	
	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.
А	0,3	0,2	1,9	1,3	1,3	0,5	1,2	0,5
В	0,3	0,2	1,7	1,0	1,2	0,7	1,1	0,7

Независимо от изучаемых норм высева, большую площадь листьев во все фазы развития рапса имели посевы среднего срока (через 6-12 сут. от возможно раннего). Преимущество среднего срока посева по данному показателю в фазе розетки по отношению к контролю составило 3,0, в фазе ветвления – 10,5, в фазе цветения – 5,9, в фазе зеленого стручка – 5,0 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наименьшую в опыте площадь листьев по фазам развития имели посевы позднего срока.

Норма высева также оказывала влияние на площадь листьев посевов рапса. При раннем сроке посева в фазе розетки с увеличением количества высеванных семян от 1 до 4 млн шт./га площадь листьев менялась от 4,9 до 8,8

тыс. м<sup>2</sup>/га. При повышении нормы высева на 1 млн шт./га площадь листьев возрастала, существенно превышая площадь листьев при предыдущей норме высева, достигая наибольшего значения при норме высева 3 млн шт. всхожих семян 1 га. Дальнейшее увеличение нормы высева семян вызывало существенное снижение площади листьев. При среднем и позднем сроках посева в фазе розетки наибольшую площадь листьев (12,1 и 7,5 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно) наблюдали в варианте с нормой высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Наибольшую в опыте площадь листьев посевы формировали в фазе ветвления. При индексе листовой поверхности 4...5 посев как

оптическая система функционирует в оптимальном режиме, так как поглощается наибольшее количество ФАР [13]. Оптимальную площадь листьев 40,3 тыс. м<sup>2</sup>/га посева сформировали в фазе ветвления при среднем сроке с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га. В фазе цветения и зеленого стручка норма высева семян 3 млн шт./га при среднем сроке посева обеспечивала большую площадь листьев (32,9 и 21,7 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно) в сравнении с данным показателем в вариантах с другими изучаемыми нормами высева.

Срок посева рапса обусловил формирование разного фотосинтетического потенциала (ФП) посевов. Посев в ранний срок за период розетка-зеленый стручок обеспечил ФП 1149 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га, что существенно превышало на 441 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га ФП посевов позднего срока, но уступало аналогичному показателю 1467 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га варианта со средним сроком посева (НСР05 для главных эффектов по фактору А 13 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га). Выявлены изменения ФП по вариантам опыта с разными нормами высева. Так, независимо от срока посева разница между значениями ФП при высева рапса с нормой высева семян 1 и 4 млн шт./га составила 356 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га при НСР<sub>05</sub> для главных эффектов по фактору В 22 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га. Наибольший в опыте

ФП 1709 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га имели посева, сформированные при среднем сроке посева и норме высева семян 3 млн шт./га. Общеизвестно, что урожайность биомассы, в том числе её хозяйственно-ценной части, зависит от величины фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза. По данным 2007-2009 гг. при возрастании значения ФП посевов рапса показатель ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза), наоборот, снижался, что связано с возможным затенением нижних листьев при формировании большей их площади, а также с действием абиотических факторов, обеспечивших относительно невысокий уровень накопления сухого вещества растениями.

Чистая продуктивность фотосинтеза была выше в посевах с меньшей нормой высева семян: 2,55 и 2,31 г/м<sup>2</sup> в сут. при посеве в ранний и средний срок с нормой 1 млн шт./га, 3,05-3,12 г/м<sup>2</sup> в сут. при позднем сроке посева с нормами высева 1 и 2 млн шт./га. Норма высева семян рапса 3 и 4 млн шт./га при раннем и среднем сроках посева обеспечивала ЧПФ на одном уровне.

На каждую тысячу единиц фотосинтетического потенциала посевов сформировалось 0,71-0,89 кг семян рапса (табл. 4).

Таблица 4

Количество семян рапса, сформированного одной тысячей единиц фотосинтетического потенциала, в зависимости от сроков посева и норм высева, кг

Срок посева (А)	Норма высева, шт. всхожих семян на 1 га (В)			
	1 млн	2 млн	3 млн (к)	4 млн
Ранний (к)	0,81	0,75	0,72	0,75
Средний	0,71	0,75	0,84	0,84
Поздний	0,77	0,80	0,89	0,87

Продуктивность каждой тысячи единиц фотосинтетического потенциала была более высокой (0,81 кг) в посевах раннего срока при норме высева семян 1 млн шт./га, в посевах среднего и позднего сроков (0,84-0,89 кг) – при норме высева 3 и 4 млн шт./га.

**Выводы.** Средний срок посева обусловил наибольшую – 1,16 т/га урожайность семян, что существенно превышало урожайность рапса при раннем – 0,87 т/га и позднем – 0,60 т/га сроках посева. При данном сроке посева наибольшую урожайность 1,43 т/га обеспечила норма высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га. Полученная урожайность сформировалась

при густоте продуктивных растений 118 шт./м<sup>2</sup>, количестве стручков и семян на растении 52 шт. и 595 шт. соответственно, при наибольшей площади листьев 40,3 тыс. м<sup>2</sup>/га в фазе ветвления и фотосинтетическом потенциале 1709 тыс. м<sup>2</sup> × сут./га. Каждая тысяча единиц ФП при посеве рапса в средний и поздний сроки с нормой высева 3 и 4 млн шт. всхожих семян на 1 га формировала 0,84-0,89 кг семян. При раннем сроке посева большая продуктивность 1000 ед. ФП (0,81 кг семян) выявлена при норме высева семян 1 млн шт./га.

## Литература

1. Буздалов И.Н. Интенсификация, земельная рента, эффективность. Избранные труды в 3-х томах. М.: ЭРД, 2008. Т. 1. 326 с.
2. Исмагилов Р.Р., Уразлин М.Х., Гайфуллин Р.Р. Адаптивная технология возделывания полевых культур. Уфа: БГАУ, 2006. 162 с.
3. Нурлыгаянов Р.Б., Давлетшин Д.С. Эффективность и перспективы производства ярового рапса в Республике Башкортостан. Немчиновка: НИИСХ ЦРНЧЗ (МосНИИСХ), 2013. 100 с.
4. Angadi S.V., Cutforth H.W., Conkey M.C., San Y. Early seeding improves the sustainability of canola and mustard production on the Canadian Semiarid prairie // *Canad. J. Plant Sc.* 2004. Vol. 84. № 4. Pp. 705–711.
5. Klaus M., Makowski N. Unkrauter im Raps gezielt bekampfen // *Top agrar Spezial*, 1992. S. 22-26.
6. Upadhyay B. M., Smith E. G., Clayton G. W. Economic evolution of seeding decisions in hybrid and open – pollinated herbicide – resistant canola // *Canad. J. Plant Sc.* 2005. Vol. 85. № 4. Pp. 768–769.
7. Доронин С.В. Нормы высева семян на разных фонах минерального питания и сорта ярового рапса на Северо-Востоке Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 1988. 23 с.
8. Акманаев Э.Д., Пешина Ю.С. Влияние нормы высева ярового рапса на продуктивность звена севооборота «озимая культура – яровой рапс» в промежуточных посевах // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 10. С. 6-9.
9. Гущина В.А., Лыкова В.А. Влияние сорта и гидротермических условий периода вегетации на продуктивность ярового рапса // *Нива Поволжья*. 2015. № 2 (35). С. 13-18.
10. Карома А.Н., Нурлыгаянов Р.Б. Влияние норм высева на масличность семян сортов ярового рапса // Сб. статей «Аграрная наука - сельскому хозяйству». Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 2016. С. 115-117.
11. Курбангалиев Р.Н., Богатырева А.С., Акманаев Э.Д. Влияние сроков и норм высева на урожайность сортов ярового рапса в Среднем Предуралье // *Пермский аграрный вестник*. 2018. №1 (21). С. 64-69.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
13. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 93 с.
14. Фатыхов И.П. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур в условиях Западного Предуралья. Ижевск: ИжСХИ, 1991. 69 с.

## SEEDING TIME AND RATE IN THE TECHNOLOGY OF SPRING RAPE CULTIVATION FOR SEEDS

**E. F. Vafina**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Professor

**I. Sh. Fatykhov**, Doctor Agr. Sci., Professor

**Ch. M. Islamova**, Cand. Agr. Sci.

Izhevsk State Agricultural Academy

11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russia

Email: [vaf-ef@mail.ru](mailto:vaf-ef@mail.ru)

### ABSTRACT

Seed yield formation of spring rape at different seeding time and seeding rates were studied during three vegetative seasons (2007-2009). Three dates of seeding (factor A) – 1) early (seeding was carried out at possible early date – 3 days after it) (control); 2) medium (seeding 6-12 days after the early possible date); 3) late (seeding 15-21 days after the possible early) and four seeding rates (factor B), pcs. of germinating seeds per 1 hectare: 1) 1 million pcs, 2) 2 million pcs 3) 3 million pcs (control), 4) 4 million pcs were studied in the field experiment. Experiments were launched in sod-mesopodzol middle loamy soil. The content of topsoil: humus – 2.00-2.25%, labile phosphorus – 205-288 mg/kg of soil, exchangeable potassium – 163-331 mg/kg of soil, exchangeable acidity – 5.6. Spring rape Galant formed the highest seed yield of 1.43 t/ha when seeded at medium time with the seeding rate of 3 million germinating seeds per 1 hectare. With these seeding parameters 118 pcs/m<sup>2</sup> of cultivated plants, each having 52 seedpods and 595 seeds, were preserved by harvesting time. A higher seed yield is conditioned by development of the optimum area of leaves of 40.3 thousand m<sup>2</sup>/ha of leaves area, allowing formation of photosynthetic potential equal to 1,709 thousand m<sup>2</sup> × day/ha. Each of 1000 units of photosynthetic potential of mid-term seeding with seeding rate of 3 million germinating seeds per 1 ha produced 0.84 kg of rape seeds.

*Key words:* spring rape, seeding time, seeding rates, variety, photosynthesis.

## References

1. Buzdalov I. N. Intensifikatsiya, zemel'naya renta, effektivnost' (Selected works in 3 volumes: intensification, land rent, efficiency), Izbrannye trudy v 3-kh tomakh, Moscow, ERD, 2008, Vol. 1, 326 p.
2. Ismagilov R. R., Urazlin M. Kh., Gaifullin R. R. Adaptivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya polevykh kul'tur (Adaptive cultivation technology of field crops), Ufa, BGAU, 2006, 162 p.
3. Nurlygayanov R. B., Davletshin D. S. Effektivnost' i perspektivy proizvodstva yarovogo rapsa v Respublike Bashkortostan (Efficiency and prospects of spring rape production in the Republic of Bashkortostan), Nemchinovka, NIISKh TsRNChZ (MosNIISKh), 2013, 100 p.
4. Angadi S. V., Cutforth H. W., Conkey M. C., San Y. Early seeding improves the sustainability of canola and mustard production on the Canadian Semiarid prairie, *Canad. J. Plant Sc.*, 2004, Vol. 84, No. 4, pp. 705–711.
5. Klaus M., Makowski N. Unkrauter im Raps gezielt bekämpfen, *Top agrar Spezial*, 1992, pp. 22-26.
6. Upadhyay B. M., Smith E. G., Clayton G. W. Economic evolution of seeding decisions in hybrid and open – pollinated herbicide – resistant canola, *Canad. J. Plant Sc.*, 2005, Vol. 85, No. 4, pp. 768–769.
7. Doronin S. V. Normy vyseva semyan na raznykh fonakh mineral'nogo pita-niya i sorta yarovogo rapsa na Severo - Vostoke Volgo-Vyatskogo regiona (Seeding rates against different mineral nutrition status and spring rape cultivars in the North-East of the Volga-Vyatka Region), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Perm', 1988, 23 p.
8. Akmanaev E. D., Peshina Yu. S. Vliyanie normy vyseva yarovogo rapsa na produktivnost' zvena sevooborota «ozimaya kul'tura – yarovoii raps» v promezhutochnykh posevakh (The effect of spring rape seeding rate on the productivity of crop rotation link “Winter crop – Spring rape” in Intermediate Crops), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2014, No. 10, pp. 6-9.
9. Gushchina V. A., Lykova V. A. Vliyanie sorta i gidrotermicheskikh uslovii perioda vegetatsii na produktivnost' yarovogo rapsa (The effect of the cultivar and hydrothermal conditions of vegetation period on productivity of spring rape), *Niva Povolzh'ya*, 2015, No. 2 (35), pp. 13-18.
10. Karoma A. N., Nurlygayanov R. B. Vliyanie norm vyseva na maslichnost' semyan sortov yarovogo rapsa (The Effect of Seeding Rates on Oil Content of Seeds of Spring Rape Cultivars), *Sb. statei «Agrarnaya nauka - sel'skomu khozyaistvu»*, Barnaul, FGBOU VO Altaiskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016, pp. 115-117.
11. Kurbangaliev R. N., Bogatyreva A. S., Akmanaev E. D. Vliyanie srokov i norm vyseva na urozhainost' sortov yarovogo rapsa v Srednem Predural'e (The effect of seeding time and rates on the yield of spring rape cultivars in the Middle Preduralie), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2018, No. 1 (21), pp. 64-69.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field trial method), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
13. Nichiporovich A. A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh (Photosynthetic activity of plants in crops), Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1961, 93 p.
14. Fatykhov I. Sh. Programmirovaniye urozhayev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh Zapadnogo Predural'ya (Programming of crop harvests in conditions of the Western Preduralie), *Izhevsk, IzhSKhI*, 1991, 69 p.

УДК: 633.31/37(470.53)

## ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ (ПО МАТЕРИАЛАМ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПЕРМСКОМ КРАЕ)

**В. А. Волошин**, д-р с.-х. наук;

Пермский НИИСХ ПФИЦ УрО РАН,

ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский край, Россия, 614532

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

*Аннотация.* Представлен обзор научной информации о роли известкования дерново-подзолистых почв Пермского края при возделывании многолетних бобовых трав (клевера лугового, донника белого, люцерны изменчивой, козлятника восточного и эспарцета песчаного). Выявлено, что возделывание многолетних бобовых трав в Пермском крае может быть эффективным только при известковании почвы. При известковании происходит смещение реакции почвенного раствора в благоприятную для бобовых трав сторону: в опытах, проведенных в Пермском СХИ (ныне ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ) при внесении извести по полной дозе Нг на пятый год после внесения произошел сдвиг рН с 4,9 (без извести) до 5,8. Наиболее высокая урожайность клевера получена при известковании по половинной и полной дозам гидролитической кислотности – 3,53 и 3,64 т/га сухой массы соответственно, у люцерны – 5,22 и 4,77 т/га

соответственно. Для донника белого оптимальной оказалась полуторная доза извести – сбор сухой массы в этом варианте даже без минеральных удобрений на второй год жизни составил 3,24 т/га. Наибольшие сборы сухой массы у козлятника восточного 5,2 и 5,8 т/га получены при внесении полуторной и двойной доз извести соответственно. У эспарцета песчаного с 1 га собрано 5,43, 5,56 и 5,92 т сухой массы при известковании по полной, полуторной и двойной дозам соответственно. Известкование дерново-подзолистых кислых почв оказывает благоприятное влияние на качество зеленой массы клевера. На вариантах с известью, внесенной по полной и полуторной дозам гидролитической кислотности, сырого протеина в сухом веществе было 20,23-20,52 %, что на 0,65-0,94% больше, чем на варианте без извести. У люцерны при аналогичных дозах извести содержание сырого протеина достигало 23 % против извести; у козлятника восточного – 23,5%. Хорошо развитый травостой клевера лугового в корнях и поукосных остатках накапливает в почве 229,2 кг/га азота, в то время как без извести – 155,6 кг/га; у люцерны – 276,0 и 73,1 кг/га соответственно.

*Ключевые слова:* известь, клевер луговой, люцерна изменчивая, донник белый, козлятник восточный, эспарцет песчаный, урожайность.

**Введение.** Значение кальция как элемента питания, его ведущая роль в создании комплекса благоприятных свойств почв широко известны. Поступление его в растения происходит в течение всего периода роста. Лишь небольшая часть кальция способна к реутилизации [1]. Кальций не передвигается по флоэме, поэтому для обеспечения деления клеток корня он должен постоянно поглощаться корнем. Вот почему корни не могут расти на почвах, бедных кальцием [2].

Кислотность является основным природным свойством почв Нечерноземной полосы России, отрицательно влияющим на рост и развитие растений, величину и качество урожая. По данным ФГБУ Государственный центр агрохимической службы «Пермский», за 2013 год 78,5% почв Пермского края имеют кислую реакцию среды [3], что является существенным препятствием для устойчивого ведения сельскохозяйственного производства. Насколько эффективно известкование дерново-подзолистых почв при возделывании разных видов многолетних бобовых трав является целью данного аналитического обзора, проведенного по материалам столетних исследований в Пермском крае.

**Обсуждение.** В отчетах первых земских агрономов Пермской губернии – агрономических смотрителей – отмечалось, что уже в 90-х годах девятнадцатого века некоторые из них проводили опыты с известью. Однако скольконибудь заметных положительных результатов не было получено, что можно объяснить отсут-

ствием на то время научных методик проведения этих опытов и уровнем их исполнения.

С 1914 г. в Пермской губернии под руководством В. Н. Варгина организована сеть опытных учреждений. В программе, реализованной на серой лесной почве Камышловского опытного поля и на оподзоленном черноземе Шадринского опытного поля, ставили опыты с известью, вносимой под клевер и люцерну. Учет урожая с 1917 по 1922 годы показал положительное действие извести на многолетние бобовые культуры [4].

В 1921 году были заложены полевые опыты на Менделеевском опытном поле. По результатам трехлетних наблюдений установлено, что добавление извести во всех вариантах обеспечивало значительную прибавку урожая ржи, овса, а главное – клевера. Урожайность сена клевера первого года пользования была (т/га): без удобрений – 1,2; по извести – 2,2; по суперфосфату с известью – 2,4. Максимальная урожайность клеверного сена – 3,42 т/га получена в варианте «навоз + суперфосфат + известь» [5]. Таким образом, было доказано, что клеверосеяние в Предуралье может быть эффективным только при известковании почвы.

Результаты серии полевых опытов (в т.ч. мелкоделяночных), проведенных на Менделеевском опытном поле по изучению сочетания минеральных удобрений и извести, доз извести и мергеля (от 1 до 16 т/га), внесение извести и навоза в севообороте послужили основанием для дальнейшего

углубленного изучения вопросов известкования почвы под отдельные сельскохозяйственные культуры. Одним из направлений исследований стало изучение роли извести при возделывании многолетних бобовых трав.

Для нейтрализации почвенной кислотности в качестве основной обычно брали дозу, отвечающую полной гидролитической кислотности, с ней сравнивали вдвое меньшую, а также возрастающие дозы с шагом 0,5 Нг (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5).

В опытах И. А. Ходырева [6], проведенных в 1966-1973 гг. в учебном хозяйстве «Липовая гора» Пермского СХИ на дерновой среднеподзолистой тяжело-суглинистой почве, установлено, что при внесении извести по полной дозе гидролитической кислотности (Нг) на пятый год после внесения произошел сдвиг рН с 4,9 (без извести) до 5,8. Наиболее высокая урожайность клевера (3,53 и 3,64 т/га) получена при известковании по половинной и полной дозам гидролитической кислотности. Прибавка от извести за 2 года пользования травостоем составила 0,66 и 0,88 т/га сухого вещества (10 и 13%) к контролю. Внесение извести по полуторной дозе Нг под клевер не способствовало увеличению урожайности.

На Коми-Пермяцком опытном поле в опытах С.П. Мартынова [7] на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве при внесении извести в пару из расчета по полной гидролитической кислотности урожайность сухой массы клевера лугового на травостоях I года пользования колебалась по трем закладкам от 5,72 и до 7,33 т/га.

При формировании травостоя у клевера на известкованных вариантах растений в среднем было на 11% больше, чем без внесения извести. Однако на перезимовку растений клевера известь заметного влияния не имела. Разница между вариантами составила 2-4 % [6].

Известкование дерново-подзолистых кислых почв оказывало благоприятное влияние на качество зеленой массы клевера. На вариантах с известью, внесенной по полной и полуторной дозам, протеина в сухом веществе было 20,23-20,53 %, что на 0,65-0,94 % больше, чем на неизвесткованном варианте, каро-

тина соответственно больше на 20 и 35 %.

Улучшение свойств почвы при известковании под клевер способствует большему накоплению корневых и послеуборочных остатков, а также содержанию в них азота. Так при внесении извести по полной дозе гидролитической кислотности на опытном поле Пермского СХИ в корнях и послеуборочных остатках клевера за 2 года пользования накоплено азота 229,2 кг/га, в то время, как без извести 155,5 кг/га [6]. На Коми-Пермяцком опытном поле масса корней клевера была 5,29 т/га, величина азотфиксации травостоями клевера I года пользования в среднем по трем закладкам составила 192,1 кг/га [7].

Люцерна нормально растет и развивается на почвах с реакцией среды, близкой к нейтральной и слабощелочной (рН<sub>сол.</sub> 6,5-7,5). Сотрудники Пермского госуниверситета (ныне Пермский государственный национальный исследовательский университет) [8] доказали, что люцерну можно возделывать на слабоподзоленных черноземах, дерново-карбонатных каменистых, дерновых почвах долин, темно-серых и серых дерново-слабоподзолистых почвах, залегающих на карбонатных породах-известняках, мергелях и мергелистых глинах. Однако, как было сказано выше, основной земельный фонд края составляют почвы, имеющие кислую реакцию среды. Как установлено рядом исследований [6, 9, 10], на таких почвах люцерна может расти и давать высокие урожаи только при условиях их известкования. При внесении извести из расчета полной и полуторной гидролитической кислотности [6] люцерна обеспечивала высокую и стабильную урожайность на дерново-подзолистой почве с рН 4,8-4,9. В среднем за пять лет получено соответственно по 4,77 и 5,22 т/га сухого вещества. Прибавка от извести составила соответственно 3,63 и 4,11 т/га к варианту без извести.

Внесение извести увеличивает густоту травостоя, высоту растений, листовую поверхность, усиливает темпы прироста сухого вещества. Известь оказывает положительное влияние на ботанический состав травостоя и качество корма. Так, в опытах И. А. Ходырева [6] в результате применения извести по пол-

ной и полуторной гидролитической кислотности содержание сырого протеина достигло 23,00 % на абсолютно сухое вещество (а.с.в.) против 17,92 % на контроле (без извести). После двух лет пользования на известкованной почве люцерна накапливает на 1 га 276 кг азота, без извести – 73,1 кг.

Известкование имело положительное влияние и при возделывании донника белого [11]. Внесение извести повысило процент перезимовавших растений с 68 до 96 %. При возделывании на корм оптимальной оказалась доза извести, рассчитанная по полуторной гидролитической кислотности. Даже без минеральных удобрений внесение этой дозы извести способствовало повышению урожайности сухого вещества донника на 40% в первый год жизни и на 72 % – во второй год жизни: с 1,55 до 2,17 и с 1,84 до 3,24 т/га соответственно по сравнению с вариантом без извести.

Четырехлетними исследованиями, выполненными в Пермском НИИСХ, установлено положительное влияние известкования почвы на все показатели продуктивности козлятника восточного [12]. Так, среднесуточный прирост растений в высоту в период бутонизации – цветения был от 3,34 (без извести) до 5,79 см (известь по 1,0 Нг). К моменту первого укоса высота растений третьего года пользования была от 91,8 до 98,4 см соответственно. Прибавка урожайности зеленой массы составила 16,2 %, сухого вещества – 18,4 %, по сбору кормовых единиц – 20,4 % по отношению к контрольному варианту (без извести). Наиболее высокая эффективность получена в вариантах с полуторной и двойной дозами извести – в среднем за четыре года исследования сбор сухой массы с 1 га составил 5,2 и 5,8 т соответственно. Наибольшая урожайность семян козлятника восточного в среднем за четыре года получена в вариантах при половинной и полной дозах извести.

Внесение извести перед посевом козлятника восточного повышало содержание сырого протеина с 21,24 % (без извести) до 23,50 % в варианте с полуторной нормой. С увеличением дозы извести возрастало содержание аминокислот как в целом, так и незаменимых – в частности.

Созданный в Пермском НИИСХ в 1988 г. на дерново-неглубокоподзолистой тяжелосуглинистой почве с рН 4,96 и Нг 4,14, известкованной из расчета полуторной дозы гидролитической кислотности травостой козлятника восточного сохраняет на протяжении уже 30 лет высокую кормовую и семенную продуктивность.

Эспарцет песчаный в Пермском крае в культуре не выращивается, но встречается в естественной флоре в Кунгурском, Ординском и Суксунском районах на не тронутых обработкой лесных опушках, склонах логов и балок, карстовых неровностях с близким залеганием известняковых пород, а также по осыпям, щебеночным выходам.

В 2015 г. в Пермском НИИСХ начата разработка приемов возделывания этой многолетней бобовой культуры, в том числе изучаются вопросы известкования. Почва под опытами дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса по двум закладкам опыта было 2,32-2,52 %, рН<sub>сол.</sub> – 4,98-4,78, Гидролитическая кислотность 3,15-3,56 мг-экв./100 г почвы, содержание подвижных форм фосфора и калия – среднее и высокое.

Внесение извести перед посевом эспарцета песчаного повышало полевую всхожесть культуры в среднем по двум закладкам с 42 % (без извести) до 47-49 % по известкованным фонам.

Изучаемые дозы извести не оказали выраженного влияния на прохождение фенологических фаз культуры в 1-й и на 2-й годы жизни.

В условиях эксперимента на второй год жизни эспарцет песчаный формировал два укоса зеленой массы. В первом укосе полное цветение наступило в первой декаде июля, второй раз травостой скашивали в середине сентября в начале цветения. К этим срокам уже отмечается положительная роль извести: в первом укосе без внесения извести высота растений достигала 93 см, по известковым вариантам этот показатель хоть и не существенно, но был выше – 94-98 см. Во втором укосе отмечено та же тенденция – 62 и 63-65 см соответственно.

По суммарному сбору сухой массы за сезон существенно превысили контроль (без из-

вести) варианты с известкованием. По полной, полуторной и двойной дозам извести с 1 га собрано соответственно 5,43, 5,56 и 5,92 т сухой массы.

Известь оказала положительное влияние и на биохимический состав растений эспарцета: содержание сырого протеина в первом укосе повышалось с 12,41 (без извести) до 13,78 % при двойной дозе извести, во втором укосе – от 17,77 до 18,97 % в абсолютном сухом веществе соответственно. Концентрация обменной энергии при этом в первом укосе была от 9,94 до 10,32 и во втором – от 10,74 до 11,04 МДж/кг с.в.

**Заключение.** Современные технологии заготовки травянистых кормов в рулоны, в рукава из полимерной пленки обеспечивают получение в Пермском крае самых энергонасыщенных высокобелковых кормов. И самым

лучшим сырьем для этого являются многолетние бобовые травы [13].

Почти столетняя история изучения известкования дерново-подзолистых почв Предуралья под многолетние бобовые травы показала, что возделывание их в регионе может быть эффективным только при известковании почвы. Многочисленными исследованиями установлены оптимальные дозы внесения извести под клевер луговой, люцерну изменчивую, донник белый, козлятник восточный, эспарцет песчаный.

К сожалению, известкование почв в Пермском крае в настоящее время не ведется, и возродить этот прием повышения плодородия почв силами самих сельхозтоваропроизводителей нереально. Нужно серьезное государственное бюджетное обеспечение этого мероприятия.

#### Литература

1. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Теоретические основы известкования почв. СПб: ЛНИИСХ, 2005. 252 с.
2. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механический подход / пер. с англ. Ю. Я. Мазеля; под ред. и с предисловием Э. Е. Хавкина. М.: Агропромиздат, 1988. 376 с.
3. 50 лет агрохимической службе Пермского края. Пермь, 2014. 53 с.
4. Варгин В. Н. Результаты работ опытных полей Уральской области. Екатеринбург, 1924. 116 с.
5. Попова С. И., Митрофанова Е. М., Зиганьшина Ф. М. Известкование кислых почв в Предуралье. Пермь. 2013. 251 с.
6. Ходырев И. А. Некоторые особенности формирования урожая люцерны в сравнении с клевером на зерново-подзолистой почве при разных дозах извести. автореф. дис... канд. с. - х. наук. Пермь, 1976. 15 с.
7. Мартьянов С. П. Урожайность культур и их кормовые качества в зернотравяных севооборотах с различным насыщением бобовыми и мятликовыми травами: автореф. дис... канд. с. - х. наук. Пермь, 1987. 23 с.
8. Оборин А. И. Возделывание люцерны в Молотовской области. Молотов, 1954. 63 с.
9. Колотова С. С. Тоскаева В. З. Итоги возделывания люцерны на сено и семена // Новое в с.-х. науке и практике. Пермь, 1956. С. 65-74.
10. Хребтова А. А. Некоторые вопросы возделывания люцерны на дерновоподзолистых почвах Молотовской области // Труды Молотовского СХИ. Т. 15. Молотов, 1957. С. 99-110.
11. Косолапова А. И. Основные приемы возделывания новой в Предуралье культуры донника белого: автореф. дис... канд. с. - х. наук. Пермь, 1982. 18 с.
12. Ошева Г. М. Приемы возделывания козлятника восточного на корм и семена в Предуралье: автореф. дис... канд. с. - х. наук. Пермь, 1997. 23 с.
13. Волошин В. А. Майсак Г. П. Каталог кормов Пермского края. Пермь, 2016. 106 с.

## THE EFFECT OF LIMING ACID SOIL ON YIELD AND QUALITY OF PERENNIAL LEGUMES (RESEARCH STUDIES IN PERMSKII KRAI)

V. A. Voloshin, Dr. Agr. Sci.

Perm Agricultural Research Institute, Urals Branch of RAS

12, Kultury St., Lobanovo, Permskii Krai, Russia, 614532

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

#### ABSTRACT

The review of scientific information on the role of liming sod-podzolic soils in the Permskii Krai in the cultivation of perennial legumes (meadow clover, white clover, alfalfa, eastern galega, and

sainfoin) is presented in the paper. It was revealed that the cultivation of perennial legumes in the Permskii Krai can be effective only with soil liming. When liming occurs, the displacement of the reaction in the soil solution is favorable for legumes: in the experiments conducted at the Perm State Agricultural Institute (now Perm State Agro-Technological University) with the introduction of lime at the full dose of Ng in the fifth year after the introduction the shift occurred in pH from 4.9 (without lime) to 5.8. The highest yields of clover obtained by liming with half and full doses of hydrolytic acidity – 3.53 and 3.64 t/ha of dry weight, respectively; in alfalfa – 5.22 t/ha and 4.77 t/ha, respectively. For white clover, it was proved to be the optimal one and a half of the dose of lime – the yield of dry weight in this variant, even without mineral fertilizers in the second year of life amounted to 3.24 t/ha. The highest yields of the dry mass of eastern galega 5.2 and 5.8 t/ha were obtained with one and half and double doses of lime, respectively. In sainfoin, from one hectare 5.43 and 5.56, 5.92 tons of dry weight were obtained during liming with full, one and half and double doses, respectively. Liming of sod-podzolic acidic soils has a beneficial effect on the quality of the green mass of clover. On variants with lime, introduced at full and one and a half doses of hydrolytic acidity, crude protein in dry matter was 20.23-20.52 %, which is 0.65 - 0.94% more than in the variant without lime. In alfalfa at similar doses of lime, the content of crude protein reached 23% against lime, in eastern galega – 23.5. Well-developed grassland clover accumulates in the roots and leftovers 229.2 kg/ha of nitrogen in the soil, while without lime – 155.6 kg/ha; in alfalfa – 276.0 and 73.1 kg/ha, respectively.

*Key words: lime, red clover, alfalfa changeable, white sweet clover, eastern galega, sandy sainfoin, yield.*

#### References

1. Nebol'sin A. N., Nebol'sina Z. P. Teoreticheskie osnovy izvestkovaniya pochv (Theoretical principles of the liming of soils), SPb, LNIISKh, 2005, 252 p.
2. Barber S. A. Biologicheskaya dostupnost' pitatelnykh veshchestv v pochve. Mekhanicheskii podkhod (Biological availability of nutrients in the soil. Mechanical approach), per. s angl. Yu. Ya. Mazelya, pod red. i s predisloviem E. E. Khavkina, Moscow, Agropromizdat, 1988, 376 p.
3. 50 let agrokhimicheskoi sluzhbe Permskogo kraia (50 years of agrochemical service of Permskii Krai), Perm', 2014, 53 p.
4. Vargin V. N. Rezul'taty rabot opytnykh polei Ural'skoi oblasti (The results of the experimental fields of the Uralskaya oblast), Ekaterinburg, 1924, 116 p.
5. Popova S. I., Mitrofanova E. M., Zigan'shina F. M. Izvestkovanie kisl'nykh pochv v Preduralie (Liming of acidic soils in Preduralie), Perm', 2013, 251 p.
6. Khodyrev I. A. Nekotorye osobennosti formirovaniya urozhaya lyutserny v sravnenii s kleverom na zernovopodzolistoi pochve pri raznykh dozakh izvesti (Some features of the formation of alfalfa crop in comparison with clover on sod-podzolic soil at different doses of lime), avtoref. dis... kand. s. kh. nauk, Perm', 1976, 15 p.
7. Mart'yanov S. P. Urozhainost' kul'tur i ikh kormovye kachestva v zernotravyanykh sevooborotakh s razlichnym nasyshcheniem bobovymi i myatlikovymi travami (Crop yields and forage quality in grain-grass crop rotations with different saturation of legumes and grasses herbs), avtoref. dis... kand. s. - kh. nauk, Perm', 1987, 23 p.
8. Oborin A. I. Vozdelyvanie lyutserny v Molotovskoi oblasti (The cultivation of alfalfa in the Molotovskaya Oblast), Molotov, 1954, 63 p.
9. Kolotova S. S. Toskaeva V. Z. Itogi vozdelyvaniya lyutserny na seno i semena (The results of alfalfa cultivation for seeds and hay), Novoe v s. - kh. nauke i praktike, Perm', 1956, pp. 65-74.
10. Khrebtova A. A. Nekotorye voprosy vozdelyvaniya lyutserny na dernovopodzolistykh pochvakh Molotovskoi oblasti (Some of the issues of cultivation of alfalfa on a sod podzolic soils in the Molotovskaya Oblast), Trudy Molotovskogo SKhI, T. 15, Molotov, 1957, pp. 99-110.
11. Kosolapova A. I. Osnovnye priemy vozdelyvaniya novoi v Preduralie kul'tury donnika belogo (The main methods of cultivation of a new in Preduralie crop – white melilot), avtoref. dis... kand. s. - kh. nauk, Perm', 1982, 18 p.
12. Osheva G. M. Priemy vozdelyvaniya kozlyatnika vostochnogo na korm i semena v Preduralie (Methods of cultivation of eastern galega for feed and seeds in the Urals), avtoref. dis... kand. s. - kh. nauk, Perm', 1997, 23 p.
13. Voloshin V. A. Maisak G. P. Katalog kormov Permskogo kraia (Catalogue of feed of the Permskii Krai), Perm', 2016, 106 p.

## УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И КАЧЕСТВО КЛЕЙКОВИНЫ У СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ОПЫТАХ УРАЛЬСКОГО НИИСХ

Н.Л. Зобнина, старший научный сотрудник;

Г.Н. Потапова, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник,

Уральский НИИСХ - филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрОРАН

ул. Главная, 21, г. Екатеринбург, Россия, 620061

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

*Аннотация.* В условиях Свердловской области провели исследования по выявлению связи между урожайностью зерна озимой пшеницы и некоторыми параметрами его технологического качества – массовая доля и качество сырой клейковины в зерне пшеницы и массовая доля белка. В 2015 и 2016 году было изучено 10 сортов данной культуры различного географического происхождения. Годы исследований были контрастны по погодным условиям, но, несмотря на это, большинство изучаемых образцов характеризовались высоким качеством зерна. В среднем по годам урожайность сортов варьировала от 1,7 т/га (Московская 39) до 3,4 т/га (Безенчукская 380). Наибольшее содержание белка и клейковины в среднем за два года исследований было отмечено у сорта Казанская 560 – 15,2 % (доверительный интервал  $14,2 \pm 0,6$  %) и 36,1 % ( $33,2 \pm 2,0$  %) соответственно. Максимальные значения количества белка и клейковины у большинства исследуемых сортов были отмечены в 2015 году. Проведен корреляционный анализ, определены взаимосвязи между показателями качества и урожайностью сортов озимой пшеницы. Выявлено, что существует связь между урожайностью и массовой долей белка и клейковины. Корреляция между урожайностью и содержанием белка и клейковины в зерне в 2015 году составила  $r = -0,29$  и  $r = -0,50$ , в 2016 году  $r = -0,07$  и  $r = 0,25$  соответственно. В оба года исследований отмечены сильные значимые связи массовой доли белка с массовой долей клейковины в зерне (2015 году  $r = 0,89$ , в 2016 году  $r = 0,69$ ). Получена средняя сопряженность массовой доли клейковины с её качеством в 2015 году ( $r = 0,57$ ), а в 2016 году отрицательная слабая  $r = -0,22$ . Проведенные исследования показали возможность получения высококачественного зерна озимой мягкой пшеницы в условиях Среднего Урала. Это позволит подбирать зимостойкие и урожайные сорта для выращивания данной культуры в Свердловской области в более широких масштабах.

*Ключевые слова:* озимая мягкая пшеница, сорт, урожайность, белок, клейковина, качество клейковины.

**Введение.** Климат Среднего Урала умеренно-континентальный с достаточным увлажнением. Зона рискованного земледелия связана с особыми климатическими условиями, которые выражаются в различиях погодных условий по годам в одних и тех же районах и зонах. Это создаёт определённые трудности при выращивании озимой мягкой пшеницы. Поскольку посевные площади озимой пшеницы в Свердловской области крайне малы по причине слабой зимостойкости используемых сортов, то вопрос технологического качества зерна не представлял интереса, и ра-

нее не рассматривался. Как пишут Ю.Н. Кашуба и А.Н. Ковтуненко, «Основой производства высококлассного зерна являются адаптированные сорта, способные формировать высокое качество зерна» [1]. Е. П. Мелешкина в своей работе «Нужно ли нам качество зерна» указывает, что «...качество пшеницы – это совокупность свойств зерна, обуславливающих его пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с назначением, а также это основа качества тех продуктов питания, потребителями которых мы все являемся: крупы, муки, хлеба, хлебо-

булочных, кондитерских и кулинарных мучных изделий» [2].

По мнению А. В. Алабушева, «...располагая наибольшими в мире генетическими ресурсами, позволяющими во всех регионах получать зерно высокого качества, наша страна производит пшеницы I и II классов менее 1% от общего объема. Основная масса продовольственного зерна озимой пшеницы по качеству относится к III-IV классам. Крайне мало выращивается пшеницы III класса с содержанием клейковины 25% и более. Недостаточно производство зерна ценной и крайне мало – пшеницы сильной» [3].

Академик Б. И. Сандухадзе отмечает, что «...ценность зерна озимой пшеницы заключается в количестве белковых веществ» [4]. В работе Е. А. Егушова и Е. П. Кондратенко замечено, что содержание белка в зерне пшеницы «зависит, главным образом, от климатических условий ее выращивания и увеличивается с запада на восток и с севера на юг европейской части государства» [5]. По мнению ряда авторов, условия года оказывают преобладающее влияние на формирование массовой доли белка и клейковины в зерне [6, 7]. О влиянии различных факторов на качество клейковины в зерне пшеницы пишут в своих работах и многие иностранные учёные [8-10].

Ранее нами были проанализированы результаты государственного сортоиспытания за ряд лет. Установлено, что средняя урожайность данной культуры в благоприятные годы может достигать 5 т/га, а в опытах Уральского НИИСХ этот показатель доходит до 7 т/га [11, 12].

*Цель наших исследований* – выявить сорта озимой мягкой пшеницы, которые способны давать зерно высокого качества в условиях Свердловской области. В задачи исследований входило изучение содержания белка и качество клейковины в зерне, а также степень связи этих показателей с урожайностью.

**Методика.** Исследования проводились на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства озимых зерновых культур Уральского НИИСХ. Объекты исследований – сорта озимой мягкой пшеницы, которые были созданы в других регионах Российской Федерации. Нами изучалось 10 сортов, три из них допущены к использованию по Свердловской области (Казанская 560, Италмас, Поэма). Посев проводили по чистому пару в 3-й декаде

августа, предшественник – горох на семена. Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения (азофоска) – 1,5 ц/га. Весной проводилась подкормка аммиачной селитрой – 1,5 ц/га. Почва опытного участка серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая. Содержание гумуса – 3,5 %, рН – 5,2, азота легкогидролизуемого – 93 мг/кг, фосфора – 145 мг/кг, калия – 218 мг/кг. Посев выполнялся сеялкой СФК, площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, повторение двукратное, норма высева 6 млн. всхожих семян на 1 га. Расположение делянок систематическое.

Массовую долю и качество сырой клейковины в зерне определяли в технологической лаборатории института по ГОСТ 54478-2011 (массовую долю клейковины – на системе Глютоматик, качество сырой клейковины определяли на приборе ИДК-3), массовую долю белка на абсолютно сухое вещество определяли расчетным методом согласно ГОСТ 10846-9. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Excel.

В годы исследований погодные условия значительно различались между собой. 2015 год характеризовался тёплой зимой, но засухой в мае и начале июня. В июле, в период налива и созревания зерна погода в основном была холодная. Среднесуточная температура воздуха в основном не превышала 15 градусов (предел, характеризующий метеорологическое лето), в целом за месяц она была ниже на 2,7 градуса по сравнению со среднемноголетним показателем. Количество осадков за июль превысило норму на 125 %. Все эти факторы привели к снижению урожайности. Условия 2016 г. отличались мягкой зимой с обильным снежным покровом. Это способствовало развитию снежной плесени и массовой гибели растений, и повлекло за собой снижение урожайности зерна. Летний период характеризовался засушливой и жаркой погодой. Дефицит осадков составил 71 %, а избыток тепла – 33 %. Отсутствие достаточного количества осадков (за летний период суммарный дефицит составил 111,5 мм) и превышение среднемноголетних значений по температуре воздуха в июне и июле на 15-17 %, а в августе – на 60 %, – все эти факторы отрицательно отразились на урожае зерна.

**Результаты.** Оценка урожайности в опытах показала, что в среднем по сортам за два года урожайность составила 2,8 т/га (табл. 1).

## Технологическое качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы (2015-2016 гг.)

Сорт	Год	Урожайность, т/га	Показатель качества		
			белок, %	клейковина, %	ИДК, у.е.
Казанская 560	2015	3,8	16,4	40,2	63
	2016	1,2	13,9	32,0	75
	среднее	2,5	15,2	36,1	69
Безенчукская 380	2015	3,9	12,7	29,1	48
	2016	2,9	13,2	30,2	50
	среднее	3,4	13,0	29,7	49
Тау	2015	2,8	14,5	36,7	70
	2016	1,6	14,8	31,2	61
	среднее	2,2	14,7	34,0	66
Мешинская	2015	3,4	13,1	32,9	62
	2016	2,5	12,7	29,0	61
	среднее	2,9	12,9	31,0	62
Волжская 3.	2015	4,1	14,6	34,4	50
	2016	2,0	13,9	35,3	49
	среднее	3,1	14,3	34,9	50
Волжская 22	2015	4,1	14,0	31,8	48
	2016	1,9	14,3	35,4	59
	среднее	3,0	14,2	33,6	54
Альбина	2015	3,1	14,9	34,0	52
	2016	3,0	13,5	33,0	39
	среднее	3,1	14,2	33,5	46
Московская 39	2015	2,3	15,6	37,2	53
	2016	1,2	13,5	33,0	39
	среднее	1,7	14,6	35,1	46
Италмас	2015	5,0	14,0	31,0	52
	2016	1,5	13,6	30,2	49
	среднее	3,3	13,8	30,6	51
Поэма	2015	3,8	15,2	35,3	50
	2016	1,9	13,9	31,5	47
	среднее	2,9	14,6	33,4	49
Среднее по сортам		2,8	14,2	33,2	49

Максимальный средний результат показал сорт Безенчукская 380 (3,4 т/га). При доверительном интервале  $2,8 \pm 0,5$  % (при 95 % уровне значимости) он существенно отличается от урожайности остальных сортов в опыте. Близок по значению результат у нового сорта Италмас (3,3 т/га). Такой уровень урожайности в неблагоприятные годы для условий Среднего Урала достаточно высок. Наряду с урожайностью, сорта исследовались по технологическим качествам зерна. Основные показатели, характеризующие качество продовольственного зерна, – содержание белка и клей-

ковины, а также качество сырой клейковины. Согласно требованиям ГОСТ Р 52554-2006, массовая доля клейковины в зерне 1 класса – 32 %, массовая доля белка – 14,5 % на сухое вещество (не менее), в зерне 2 класса, соответственно, 28 % и 13,5 %. Проведённые исследования показали, что среднее содержание белка в зерне у подавляющего большинства сортов высокое и составляет 14,2 %. Максимальный результат был выявлен у сорта Казанская 560 – 15,2 % (доверительный интервал  $14,2 \pm 0,6$  %), что существенно отличает его от остальных сортов. Максимальное значение

массовой доли клейковины в среднем по годам также отмечалось у данного сорта и составило 36,1 % (доверительный интервал  $33,5 \pm 2,0$  %), ИДК – 69 у.е. По многолетним данным Татарского НИИСХ, содержание белка и клейковины в зерне этого сорта, выращенного в местных условиях, составляло соответственно  $13,3 \pm 0,67$  % и  $29,8 \pm 1,76$  %, ИДК –  $73 \pm 6,31$  у.е. [13].

У исследованных сортов в 2015 году нами была установлена связь между урожайностью и содержанием белка в зерне отрицательная слабая  $r = -0,29$ , а между урожайностью и содержанием клейковины отрицательная умеренная  $r = -0,499$ . В 2016 году результаты получены следующие: между урожайностью и содержанием белка связь слабая отрицательная  $r = -0,07$ , между урожайностью и содержанием клейковины связь слабая положительная  $r = 0,25$ . На основании полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее неблагоприятными для накопления белка и клейковины в зерне озимой пшеницы оказались погодные условия вегетации 2015 года, поэтому у части изученных сортов в 2015 г. по сравнению с 2016 г. установлено уменьшение содержания клейковины в зерне.

При изучении взаимосвязей между содержанием белка и клейковины была выявлена высокая положительная связь в оба года исследований (в 2015 г.  $r = 0,89$ , в 2016 г.  $r = 0,69$ ). Корреляция между клейковиной и ИДК в зерне пшеницы в 2015 году составила  $r = 0,57$  (среднее, заметное значение), а в 2016 году отрицательная слабая  $r = -0,22$ .

Всё вышеизложенное говорит о том, что в агроклиматических условиях Среднего Урала есть смысл в выборе сорта по продуктивности для получения высококачественного зерна. К

таким сортам можно отнести Италмас, Волжская 3, Волжская 22 и Поэма (высеваемые в настоящее время в хозяйствах), способные даже в неблагоприятные по погодным условиям годы давать средний урожай 3,1 т/га с достаточно высоким качеством зерна. По мнению ряда учёных (Н. В. Парахин, А. В. Амелин и др.) на сельхозпредприятиях следует возделывать несколько (2-3) районированных сортов озимой пшеницы, так как урожайность зависит от воздействия среды произрастания на генотип. В результате, можно получать относительно высокую и стабильную урожайность в среднем по годам [14, 15].

#### Выводы.

1. За период исследований массовая доля белка составила в среднем по сортам 14,2 %, а массовая доля клейковины – 33,2 %. Согласно данным показателям, зерно изучаемых сортов относится к 1 и 2 классам качества.

2. Высоким средним содержанием массовой доли белка выделились сорта Казанская 560 (15,2 %), Тау (14,7 %), Московская 39 (14,6 %), Поэма (14,6 %).

3. По показателю массовой доли клейковины и качеству сырой клейковины выделились сорта Казанская 560 (36,1 % и 69 у.е.), Тау (34,0 % и 66 у.е.), Волжская 3 (34,9 % и 50 у.е.), Поэма (33,2 % и 49 у.е.).

5. Сорта Италмас, Волжская 3, Волжская 22 и Поэма способны даже в неблагоприятные по погодным условиям годы давать средний урожай 3,1 т/га с достаточно высоким качеством зерна.

4. Выделившиеся сорта (Казанская 560, Тау, Московская 39, Волжская 3, Поэма) будут рекомендованы для использования в селекции на улучшение качества зерна озимой пшеницы для региона Среднего Урала.

#### Литература

1. Селекция озимой мягкой пшеницы на качество зерна в Омской области / Ю.Н. Капшуба [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (151). С. 5-9.
2. Мелешкина Е.П. Нужно ли нам качество зерна // Хлебопродукты. 2011. № 6. С. 52-53.
3. Алабушев А.В., Гуреева А.В., Раева С.А. Состояние и направления развития зерновой отрасли // Ростов н/Д: ЗАО «Книга». 2009. С.192.
4. Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Осипова А.В. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья // Хлебопродукты. 2013. № 9. С. 62-64.
5. Егушова Е.А., Кондратенко Е.П. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 9. С. 19-24.

6. Сухоруков А. Ф., Шаболкина Е. Н., Сухоруков А. А. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Самарском НИИСХ // *Зерновое хозяйство России*. 2010. № 3. С. 33-37.
7. Егушова Е. А., Кондратенко Е. П. Технологические качества зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2016. № 2. С. 66-70.
8. Jie Liab, Xinhao Liuc, XiwenYanga, Yongchun Lid, Chenyang Wangd, DexianHe Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain // *Food Chemistry*. Volume 261. 30 September 2018. Pp. 30-35.
9. Jelena Tomica, Aleksandra Torbicaa, Ljiljana Popovićb, Nikola Hristovc, Branislava Nikolovsk Wheat breadmaking properties in dependance on wheat enzymes status and climate conditions // *Food Chemistry*. Vol. 199. 15 May 2016. Pp. 565-572.
10. Livia Hajasa, KatharinaA.Scherfb, Kitti Toroka, Zsuzsanna Bugyia, Eszter Schalla, Roland E.Pomsc, Peter Koehlerb, Sandor Tomoskozi Variation in protein composition among wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis // *Food Chemistry*. Volume 267. 30 November 2018. Pp. 387-394.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве с 2015 г., характеристики сортов и результаты сортоиспытания за 2013-2015 годы. Екатеринбург. 2015. С. 33.
12. Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы в Свердловской области // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 1. С. 55-59.
13. Фадеева И.Д., Тагиров М.Ш., Газизов И.Н. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Татарском НИИСХ // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 2. С. 34-38.
14. Парахин Н.В., Амелин А.В. Значение современных сортов в повышении устойчивости и эффективности сельскохозяйственного производства // *Материалы Всероссийской научно – практической конференции (12-15 июля, 2004)*. Орел: Изд-во Орел ГАУ. 2005. С. 94-104.
15. Значение сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области / А.В. Амелин [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. №3. С. 57-65.

## **YIELD CAPACITY, PROTEIN CONTENT AND QUALITY OF GLUTEN IN WINTER WHEAT VARIETIES IN THE EXPERIMENTS OF THE URAL SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE**

**N.L. Zobnina**, Senior Researcher

**G.N. Potapova**, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher

Ural Scientific and Research Institute of Agriculture – division of Ural Federal Agrarian Scientific and Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

21, Glavnaya St., Yekaterinburg, 620061, Russia

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

### **ABSTRACT**

The research was conducted in the Sverdlovskaya Oblast to identify the link between yield capacity of winter wheat grain and certain parameters of its technological quality – mass fraction and quality of wet gluten in wheat grains and mass fraction of protein. In 2015-2016, ten crop varieties of different geographical origin were studied. The years of research were contrasting in weather conditions, despite this, the most part of studied samples were characterized by a high quality of grain. On average, the yield capacity of varieties ranged from 1.7 t/ha (the Moscovskaya 39) to 3.4 t/ha (the Bezenchukskaya 380). On average for 2 years of research, the highest content of protein and gluten was observed in the Kazanskaya 560 variety - 15.2% (confidence interval  $14.2 \pm 0.6$  %) and 36.1 % ( $33.2 \pm 2.0$  %), respectively. The maximum amount of protein and gluten in the majority of studied varieties was noted in 2015. Correlation analysis was carried out, the interrelations between quality indicators and yield capacity of winter wheat varieties were determined. The link between yield capacity and mass fraction of protein and gluten is revealed. The correlation between yield capacity and protein and gluten content in grain was equal to  $r = -0.29$  and  $r = -0.50$  in 2015,  $r = -0.07$  and  $r =$

0.25 in 2016, respectively. In both years of research, strong significant relations of protein mass fraction and gluten mass fraction in grain were noted ( $r = 0.89$  in 2015,  $r = 0.69$  in 2016). The average contingency of mass fraction of gluten with its quality was obtained in 2015 ( $r = 0.57$ ) and the negative weak in 2016 ( $r = -0.22$ ). The conducted studies have shown the possibility of obtaining a high-quality grain of soft winter wheat in the conditions of the Middle Urals. The obtained results allow selecting winter-hardy and productive varieties for cultivating this crop in the Sverdlovskaya Oblast on a larger scale.

*Key words: winter soft wheat, variety, yield, protein, gluten, gluten quality.*

#### References

1. Seleksiya ozimoi myagkoi pshenitsy na kachestvo zerna v Omskoi oblasti (Selection of soft winter wheat for grain quality in the Omskaya Oblast), Yu.N. Kashuba [i dr.], Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, No. 5 (151), pp. 5-9.
2. Meleshkina E.P. Nuzhno li nam kachestvo zerna (Do we need the quality of grain), Khleboprodukty, 2011, No. 6, pp. 52-53.
3. Alabushev A.V., Gureeva A.V., Raeva S.A. Sostoyanie i napravleniya razvitiya zernovoi otrasli (State and directions for development of grain industry), Rostov n/D, ZAO «Kniga», 2009, pp.192.
4. Sandukhadze B.I., Rybakova M.I., Osipova A.V. Kachestvo zerna sortov ozimoi pshenitsy, vozdeleyaemykh v usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya (Quality of grain of winter wheat varieties cultivated in the Central Non-Chernozem Region), Khleboprodukty, 2011, No. 9, pp. 62-64.
5. Egushova E.A., Kondratenko E.P. Izmenchivost' khozyaistvenno-tsennykh priznakov ozimoi pshenitsy v usloviyakh lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri (Variability of economic-valuable features of winter wheat in the conditions of the forest-steppe zone of the Western Siberia), Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2012, No. 9, pp. 19-24.
6. Sukhorukov A. F., Shabolkina E. N., Sukhorukov A. A. Rezul'taty seleksii ozimoi pshenitsy na kachestvo zerna v Samarskom NIISKh (Results of winter wheat selection for grain quality in Samara Scientific and Research Institute of Agriculture), Zernovoe khozyai-stvo Rossii, 2010, No. 3, pp. 33-37
7. Egushova E. A., Kondratenko E. P. Tekhnologicheskie kachestva zerna sor-tov ozimoi pshenitsy v usloviyakh lesostepnoi zony Kemerovskoi oblasti (Technological properties of grain of winter wheat varieties in the forest-steppe zone of the Kemerovskaya Oblast), Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, No. 2, pp. 66 – 70.
8. Jie Liab, Xinhao Liuc, XiwenYanga, Yongchun Lid, Chenyang Wangd, DexianHe Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain, Food Chemistry, Vol. 261, 30 September 2018, pp. 30-35.
9. Jelena Tomica, Aleksandra Torbicaa, Ljiljana Popovicb, Nikola Hristovc, Branislava Nikolovsk Wheat breadmaking properties in dependance on wheat enzymes status and climate conditions, Food Chemistry, Vol. 199, 15 May 2016, pp. 565-572.
10. Livia Hajasa, KatharinaA.Scherfb, Kitti Toroka, Zsuzsanna Bugyia, Eszter Schalla, Roland E.Pomsc, Peter Koehlerb, Sandor Tómoskozi Variation in protein composition among wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis, Food Chemistry, Vol. 267, 30 November 2018, pp. 387-394.
11. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu v proizvodstve s 2015 g. (State register of selection achievements permitted for use in production since 2015), kharakteristiki sortov i rezul'taty sor-toispytaniya za 2013-2015 gody, Ekaterinburg, 2015, pp. 33.
12. Potapova G.N., Zobnina N.L. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v Sverdlovskoi oblasti (Research results of varieties of soft winter wheat in the Sverdlovskaya Oblast), Zernovoe khozyaistvo Rossii, 2017, No. 1, pp. 55-59.
13. Fadeeva I.D., Tagirov M.Sh., Gazizov I.N. Rezul'taty seleksii ozimoi pshenitsy na kachestvo zerna v Tatarskom NIISKh (Results of winter wheat selection for grain quality in the Tatar Scientific and Research Institute of Agriculture), Zernovoe khozyaistvo Ros-sii, 2018, No. 2, pp 34-38.
14. Parakhin N.V., Amelin A.V. Znachenie sovremennykh sortov v povyshenii ustoichivosti i effektivnosti sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (Importance of modern varieties in improving the stability and efficiency of agricultural production), Materialy Vserossiiskoi nauch.-prakt. konferentsii 12-15 iyulya, 2004, Orel, Izd-vo. Orel GAU, 2005, pp. 94-104.
15. Znachenie sorta v povyshenii effektivnosti proizvodstva zerna ozimoi pshenitsy v prirodno-ekologicheskikh usloviyakh Orlovskoi oblasti (The value of variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the natural and ecological conditions of the Orlovskaya Oblast), A.V. Amelin [i dr.], Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2013, No. 3, pp. 57-65.

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ МИКРОКЛУБНЕЙ IN VITRO И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ОРИГИНАЛЬНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ

**М.К. Кокшарова**, канд. с.-х. наук;

**Ф.Р. Лепп**, старший научный сотрудник;

**Л.А. Келик**, старший научный сотрудник,

Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ УрФА-НИЦ Уро РАН,

ул. Главная, 21, г. Екатеринбург, п. Исток, Россия, 620061

E-mail: [mkoksharova1954@mail.ru](mailto:mkoksharova1954@mail.ru)

*Аннотация.* Проанализированы оптимальные условия света и тепла для роста и развития микроклубней картофеля в пробирочной культуре. Отмечено, что в осенне-зимний период, наиболее интенсивное образование клубеньков происходит при среднесуточной температуре 16-18°C и естественном освещении. Установлено, что клубеньки образовали 100 % растений. В условиях темноты наибольшее количество микроклубней получено также при среднесуточной температуре выращивания 16-18°C: 89,2 % растений были с клубеньками. Изучена возможность использования микроклубней in vitro в качестве посадочного материала. Полевые опыты закладывали с микроклубнями на Мостовском осушенном торфянике Уральского НИИСХ (г. Екатеринбург). Продуктивность микроклубней, высаженных непосредственно в открытый грунт на торфяные почвы, составила 357 г на куст, коэффициент размножения 12,6 клубней на одно растение, а урожайность – 13,4 т/га. Урожайность стандарта исходного материала пробирочной культуры была 10,5 т/га, что на 22 % ниже, чем у микроклубней. Доказано в последствии, что семенной материал от микроклубней в питомнике размножения первого клубневого поколения соответствовал семенному материалу пробирочной культуры. Продуктивность растений микроклубней была на уровне 608-659 г/куст, а урожайность 23,2-25,0 т/га. В питомнике размножения супер-суперэлиты получена урожайность семенного материала от микроклубней от 28,9 до 30,7 т/га, что на 6,6 и 8,4 т/га больше, чем в контроле (меристемные клубни). Результаты полевых опытов подтвердили высокое, равноценное с пробирочной культурой, качество семенного материала картофеля сорта Ирбитский от микроклубней. Урожайность картофеля составила 30,7 т/га. По выходу клубней с 1 га посадок преимущество оказалось за микроклубнями. Получено клубней на 27-38 тысяч штук больше, чем от семенного материала пробирочной культуры.

*Ключевые слова:* картофель, микроклубни, пробирочная культура, продуктивность, урожайность, коэффициент размножения, выход клубней, количество растений, световой период, температура.

**Введение.** В оригинальном семеноводстве картофеля все большее внимание уделяется способу получения микроклубней в культуре in vitro, как одному из перспективных в ускоренном размножении [1]. Микроклубни как посадочный материал имеет ряд преимуществ по сравнению с пробирочной культурой. Если растения из пробирок высаживать в открытый грунт нельзя, так как формируют

очень мелкие клубеньки, то микроклубни на торфянике и почвах огородного типа дают урожай от 21 до 28 т/га, что подтверждается нашими испытаниями. Продуктивность растений микроклубней в питомнике мини-клубней обычно невысокая, до 300 г/куст. В питомнике первого клубневого поколения и супер-суперэлиты она увеличивается в 2,5-5 раз [2]. По данным ВНИИКХ, урожайность картофеля

из микроклубней составляет 20-25 т/га, а в последующих репродукциях – 30-37 т/га [3]. Из микроклубней можно вырастить рассаду и высадить в поле. Рассада при этом получается развитая с мощной корневой системой и хорошо приживается в условиях открытого грунта. Кроме того, производство микроклубней дает возможность получать и сохранять посадочный материал в течение всего года [4-6].

Положительные качества микроклубней вызывают интерес по изучению элементов технологии получения их в культуре *in vitro*. Как известно, культуры тканей картофеля хорошо растут при температуре 20-25 °С и 16-часовом светопериоде, а температурный и световой режимы образования микроклубней *in vitro*, на наш взгляд, изучены недостаточно. Так, ряд исследователей предлагают получать микроклубни при оптимальной температуре 19-20 °С, другие – при температуре 16-18 °С. Продолжительность фотопериода при этом разная: от 16 часов, до условий полной темноты или с сочетанием темноты и укороченного 6-часового светового периода [7-9].

*Целью* наших исследований является изучение влияния температурного режима и типа освещения на образование микроклубней растениями пробирочной культуры картофеля и определение возможности использования микроклубней в качестве исходного посадочного материала на торфяных почвах Среднего Урала.

**Методика.** В лабораторных условиях микроклубни выращивали на питательной среде с минеральной основой Мурасига-Скуга с содержанием 8 % сахарозы. Объектом исследований были пробирочные растения сорта Ирбитский. Исследования проводили в осенне-зимний период при естественном, искусственном освещении и в условиях полной темноты. В качестве источника освещения использовали люминесцентные лампы ЛБ-40 с излучением белого света. Изучалось влияние трех температурных параметров ночных температур 20-22°С; 16-18°С и 12-14°С. За контроль взят 16-часовой световой период с дневной температурой 23-25 °С и ночной 20-22°С (вариант 1). Во втором варианте при искусственном освещении ночная температура снижалась до 16-18°С. Растения 3, 4 и 5 вариантов в течение 15 суток выращивали в усло-

виях контрольного варианта, а затем их переносили в условия полной темноты. Среднесуточную температуру при этом поддерживали у третьего варианта на уровне 20-22°С, у четвертого – 16-18°С, у пятого – 12-14°С. Растения шестого варианта выдерживали при естественном освещении и среднесуточной температуре 16-18°С.

Полевые опыты закладывали с микроклубнями на Мостовском осушенном торфянике Уральского НИИСХ (г. Екатеринбург). Для посадки в питомнике «мини-клубни» были взяты микроклубни массой 0,2-0,3 г. Контролем послужили меристемные клубни массой 70-80 г, полученные в предыдущем году с рассады пробирочной культуры. Также в опыте микроклубни сравнивались с посадочным материалом – мини-клубни массой 7-8 г и пробирочной культурой. Посадку пророщенных меристемных клубней, мини-клубней и микроклубней проводили в 2014 году 6 июня, а рассады микроклубней и пробирочной культуры – 22 июня. В 2015 году из-за переувлажнения торфяного участка закладка всех вариантов опыта проводилась 22 июня. В 2016 году клубневую посадку проводили 15 июня, а рассады – 27 июня и в 2017 году – 8 и 20 июня соответственно. Меристемные клубни и мини-клубни высаживали на глубину 10-12 см, а микроклубни – 6-7 см. Продуктивность семенного материала, полученного в питомнике мини-клубней, изучали в последствии в питомниках первого клубневого поколения и супер-суперэлиты. Масса клубней в этих питомниках во всех вариантах составляла 70-80 г.

**Результаты.** В условиях производственного зала при искусственном освещении, где дневная температура поддерживается на уровне 23-25°С, а ночная – 20-22°С, микроклубни образовали 64% пробирочных растений (контроль). Снижение ночных температур до 16-18°С увеличило способность растений к клубнеобразованию. Микроклубни были получены у 96,9 % растений.

При выращивании микроклубней при искусственном освещении основные затраты приходятся на электроэнергию, поэтому, с целью экономии затрат, пробирочные растения после 15-дневного выращивания при искусственном освещении были помещены в условия темноты, где среднесуточную темпе-

ратуру поддерживали на уровне 20-22°C; 16-18 и 12-14°C. Выращивание растений в оптимальных условиях света и тепла способствовало нарастанию вегетативной массы пробирочных растений. Растения имели крупный зеленый стебель и развитую корневую систему. Перемещение микрорастений в условия полной темноты привело к оттоку ассимилянтов и образованию клубеньков на столонах и

стебле. Наибольшее количество растений с микроклубнями получили при выдерживании растений при среднесуточной температуре 16-18°C. Микроклубни образовали 97,3 % пробирочных растений. При температурных условиях 20-22°C и 12-14°C растений с клубеньками оказалось меньше соответственно на 20,6 и 8,1 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние температурного и светового режима на образование микроклубней картофеля сорта Ирбитский, 2014-2017 гг.

Варианты	Температурный режим, °С		Освещенность	Кол-во высаженных растений	Число растений, образовавших микроклубни	
	день	ночь			шт.	%
1	23-25	20-22	Искусственная	50	32	64,0
2	23-25	16-18	Искусственная	32	31	96,9
3	15 суток 23-25	20-22	Темнота	43	33	76,7
4		16-18	Темнота	37	36	97,3
5		12-14	Темнота	37	33	89,2
6	16-18	16-18	Естественная	45	45	100,0

Чтобы сделать способ получения микроклубней более экономичным, мы исключили использование электрооборудования, и стали изучать выращивание микроклубней при естественном освещении. Для этого пробирочные растения расставили на стеллажи возле окон, среднесуточную температуру в помещении поддерживали на уровне 16-18°C. Растения в этих условиях сформировали хорошо развитый облиственный стебель с мощной корневой системой. Микроклубни образовались на столонах озелененные, правильной формы у ста процентов растений сорта Ирбитский.

С целью проверки возможности использования микроклубней в качестве посадочного материала, микроклубни высаживали в питомник «мини-клубни» клубеньками и рассадой, выращенной по кассетной технологии. В условиях осушенного торфяника ежегодно наблюдали мощное развитие надземной части у растений контрольного варианта, незначительно уступали им растения второго варианта. Растения же микроклубней, высаженные в открытый грунт, были по высоте в 2 раза ниже растений в контроле, а по фазам развития отставали на 16-20 дней. В заложенном питомнике урожай клубней картофеля оказался в прямой зависимости от развития ботвы. Так, по трехлетним испытаниям наибольшая уро-

жайность (27,8 т/га) получена у контрольных растений. Продуктивность растений составила 755 г/куст, коэффициент размножения – 7,1, а общий выход клубней с гектара посадок 269 тыс. штук. Растения микроклубней, высаженные в открытый грунт, сформировали урожай 13,4 т/га, а растения рассады микроклубней – 9,7 т/га, что соответственно в 2 и 2,8 раза ниже контроля. Большую разницу в урожайности мы связываем с крупностью посадочного материала. Средняя масса семенного клубня в контроле составила 75 г, что в 250 раз больше, чем у микроклубня. Учитывая столь существенную разницу, растения микроклубней дали неплохой урожай с высоким коэффициентом размножения – 12 шт. клубней на куст, что в 1,7 раза выше, чем у растений контрольного варианта (табл. 2).

При внедрении и ускоренном размножении новых сортов картофеля в производство очень важным является получение максимального количества клубней с единицы площади. У варианта 3 – микроклубни – количественный выход клубней оказался в 1,7 раза выше, чем у контроля и составил 478 тысяч штук с 1 гектара. Получен высокий выход клубней и у рассады микроклубней – 400 тысяч шт/га, что также выше, чем у контроля в 1,5 раза.

Таблица 2

Продуктивность и коэффициент размножения картофеля сорта Ирбитский  
в питомнике миниклубней, 2014-2016 гг.

Варианты	Продуктивность, г/куст	Коэффициент размножения	Урожайность		Выход клубней, тыс. шт.	Средняя масса 1 клубня, г
			т/га	± к контролю		
1. Контроль	755	7,1	27,8	-	269	108
2. Миниклубни	591	5,2	22,8	-5	199	117
3. Микроклубни	357	12,6	13,4	-14,4	478	28
4. Рассада микро-клубней	252	10,5	9,75	-18	400	24
5. Пробирочная культура	280	13,6	10,5	-17,3	516	20
НСР <sub>05</sub>				2,2		

Анализ структуры урожайности микроклубней показал, что 60,5 % клубней были со средней массой до 25 г, 38,7 % – от 26 до 125 г и 0,8 % – более 125 г. В урожае контрольного варианта крупных клубней (более 125 г) было 36 %, мелких (до 25 г) – 17 % и 47 % составили клубни с массой от 26 до 125 г.

В семеноводстве картофеля за стандарт исходного материала признана пробирочная культура. При сравнении растений микроклубней с пробирочной культурой установлено, что в урожае последней преобладали также мелкие клубни (до 25 г). Их количество составило 67,5 %, т.е. на 7 % больше, чем в пробирочной культуре. Сравнительно низкие показатели продуктивности растений связаны с вегетационным периодом растений рассадных вариантов, который длился всего 64 суток. У вариантов клубневых репродукций он был на 10 дней дольше. Микроклубни, высаженные в открытый грунт, превосходят по продуктивности растения пробирочной культуры в 1,3 раза, а по средней массе одного клубня – в 1,4 раза.

Таким образом, в питомнике размножения «мини-клубни» в качестве исходного материала, наравне с пробирочной культурой следует использовать микроклубни, при этом их урожайность выше на 2,9 т/га, а клубни крупнее в 1,4 раза. Несмотря на выявленные различия в урожайности (меньше в 2,7 раза по сравнению с меристемными клубнями), количественный выход клубней с гектара посадок микроклубней был выше на 130-200 тыс. штук.

Для дальнейшего изучения семенных качеств посадочного материала, полученного от микроклубней в питомнике мини-клубней, семенные клубни с теми же вариантами высаживали в питомник первого клубневого поколения. По наблюдениям за развитием растений различий по вариантам не выявлено (табл. 3). Однако из семенного материала микроклубней получено на 48 тыс. штук клубней с одного гектара больше, чем в контрольном варианте, а из рассады микроклубней – соответственно больше на 29 тыс. штук.

Таблица 3

Продуктивность и коэффициент размножения картофеля сорта Ирбитский  
в питомниках первого клубневого поколения и супер-суперэлита, 2015-2017 гг.

Варианты	Урожайность, т/га	Выход клубней, тыс. шт./га	Продуктивность одного куста, г	Коэффициент размножения	Средняя масса 1 клубня, г
Питомник «первое клубневое поколение»					
1. Меристемные клубни (к)	22,1	234	583	6,1	95
2. Миниклубни	24,6	234	648	6,1	105
3. Микроклубни	25,0	282	659	7,4	111
4. Рассада микроклубней	23,2	263	608	6,9	90
5. Пробирочная культура	22,8	267	598	7,0	86
НСР <sub>05</sub>	3,6		30	1,4	
Питомник «супер/супер элита»					
1. Меристемные клубни (к)	22,3	247	587	6,5	90
2. Миниклубни	23,2	274	613	7,2	85
3. Микроклубни	30,7	285	806	7,5	107
4. Рассада микроклубней	28,9	296	759	7,8	97
5. Пробирочная культура	27,7	258	730	6,8	107
НСР <sub>05</sub>	3,9		133	0,7	

В 2016 и 2017 годах продолжали изучение семенного материала от микроклубней в питомнике супер-суперэлиты. Для этого из урожая питомника «первого клубневого поколения» были отобраны клубни всех вариантов с массой одного клубня 70-80 г и высажены на торфяник. Всхожесть всех клубней составила 100 %. Различий в развитии вегетирующих растений по вариантам не наблюдали. При учете урожайности установлена достоверная прибавка к контролю у вариантов: пробирочная культура – 5,4 т; рассада микроклубней – 6,6 и микроклубни – 8,4 т/га. Выход клубней с 1 га посадок варианта микроклубни составил 285 тыс. шт., у рассады микроклубней – 296 тыс. шт., что соответственно больше, чем у растений контрольного варианта на 38 и 49 тысяч штук.

**Выводы.** Для получения микроклубней картофеля *in vitro* пробирочные растения следует выращивать в условиях естественного освещения при среднесуточной температуре 16-18 °С. Способность к клубнеобразованию отмечена у 97-100 % растений. В условиях искусственного освещения растения необходимо выращивать в течение 15 суток при дневной температуре 23-25 °С и ночной 20-22 °С, а затем перенести в условия полной темноты и среднесуточной температуре 16-18 °С. Микроклубни образовали от 81 до 97 % пробирочных растений картофеля.

Микроклубни следует использовать в оригинальном семеноводстве в качестве исходного материала наравне с пробирочной культурой. У микроклубней, высаженных в открытый грунт, в питомник размножения мини-клубней, получена достоверная прибавка урожайности – 2,9 т/га. По выходу клубней с единицы площади они превзошли меристемные клубни (контроль) в 1,7 раза. В питомнике размножения первого клубневого поколения» растения микроклубней и контроля были равны по продуктивности и урожайности, а по общему выходу клубней с 1 гектара посадок у них было больше на 48 тыс. штук, что достаточно для обсеменения 1 га пашни. В питомнике супер-суперэлиты семенной материал микроклубней превзошел семенной материал меристемных клубней по продуктивности и урожайности в 1,3 раза. Следовательно, по полученным четырехлетним данным, микроклубни следует использовать в качестве семенного материала.

*Источник финансирования – государственная программа X 10.4. Растениеводство 151. Теория и принципы разработки и формирования технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем.*

#### Литература

1. Анисимов Б.В., Чугунов В.С. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля // Картофель и овощи. 2014. № 6. С. 25-27.
2. Кокшарова М.К. Микроклубни как посадочный материал // Картофель и овощи. 2016. № 3. С. 31-32.
3. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Филиппова Г.И. Стратегия развития селекции и семеноводства картофеля на период до 2020 года // Картофель и овощи. 2010. № 8. С. 2.
4. Ahloowalia B.S. Mini-tubers for seed potato production / B.S. Ahloowalia // Farm Food, 1994. Vol. 4. No. 2. Pp. 4-6.
5. Tiem R. An *in vitro* potato cultivar collection: microtuberization and storage of microtuber / R. Tiem // Plant Genetic Resources Newsletter, 1992. No. 88-89. Pp. 17-19.
6. Zamora A., Paet C. Tissueculture: *in vitro* maintenance and production of microtubers // Potato seed systems in transition: proceedings of the SAPPAD Seed Systems Workshop / SAPPAD. Philippines, 1992, Aug. Pp. 134-148.
7. Артохова С.И., Киргизова И.В. Биотехнологический способ размножения оздоровленного картофеля Западной Сибири микроклубнями в условиях *in vitro* // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 12. С. 107-108.
8. Балашова Г.С. Влияние температуры, фотопериода и концентрации микросолей в питательной среде на продуктивность картофеля в культуре *in vitro* // Молодой ученый. 2015. № 14. С. 675-678.
9. Способ массового получения микроклубней картофеля. Изобретение. Патент Российской Федерации. 1990.

## INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON THE MICROTUBERS FORMATION IN VITRO AND THEIR USE IN ORIGINAL POTATO SEED PRODUCTION

**M. K. Koksharova**, Cand. Agr. Sci.

**F. R. Lepp**, Senior Researcher

**L. A. Kelik**, Senior Researcher

Ural Scientific Research Institute of Agriculture – division of the Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

21, Glavnaya St., Ekaterinburg, 620061 Russia

E-mail: [mkoksharova1954@mail.ru](mailto:mkoksharova1954@mail.ru)

### ABSTRACT

Optimum conditions of light and heat for growth and development of potato microtubers in a test-tube culture are analyzed. It is noted that in the autumn-winter period, the most intensive nodulation occurs at an average daily temperature of 16-18°C and under natural lighting. It was found that nodules had formed 100 per cent of plants. In conditions of darkness, the greatest number of microtubers was also obtained at an average daily growth temperature of 16-18°C, and 89.2 per cent of plants were with nodules. The possibility of using microtubers in vitro as planting material has been studied. Field experiments were laid out with microtubers on the Mostovskoy drained peatbog of the Ural SRIA. The productivity of microtubers planted directly in the open ground on peat soils was 357 g per bush, the growth coefficient was 12.6 tubers per plant, and the yield was 13.4 t per ha. The yield of the standard of a test-tube culture parent material was 10.5 t per ha, which is 22 % lower than microtubers. It was proved that seed grain from microtubers in a seed field of the first tuber generation corresponded to seed grain of a test-tube culture. The productivity of microtuber plants was on the level of 608-659 g per bush, and the yield was 23.2-25.0 t per ha. In a seed field of super-superelite (highest quality seeds) the yield of seed grain from microtubers was from 28.9 to 30.7 t per ha, which is 6.6 and 8.4 t per ha more than in control (meristem tubers). The results of the field experiments confirmed the high quality of seed grain of the Irbitsky potato variety from microtubers, which is equal to a test-tube culture. The potato yield was 30.7 t per ha. On the tuber yield from 1 hectare of planting, the advantage was in favor of microtubers. Tubers have been obtained for 27-38 thousand pieces more than from the seed grain of a test-tube culture.

*Key words: potatoes, microtubers, a test-tube culture, productivity, yield, growth coefficient, microtuber yield, number of plants, light period, temperature.*

### References

1. Anisimov B.V., Chugunov V.S. Innovatsionnaya skhema original'nogo semeno-vodstva kartofelya (Innovation scheme of the original seed potato production), *Kartofel' i ovoshchi*, 2014, No. 6, pp. 25-27.
2. Koksharova M.K. Mikroklubni kak posadochnyi materil (Microtubers as planting material), *Kartofel' i ovo-shchi*, 2016, No. 3, pp. 31-32.
3. Simakov E.A., Anisimov B.V., Filippova G.I. Strategiya razvitiya selektsii i semenovodstva kartofelya na period do 2020 goda (Strategy of development of selection and seed production of potatoes for the period up to 2020), *Kartofel' i ovoshchi*, 2010, No. 8, pp. 2, № 8. С. 2.
4. Ahloowalia B.S. Mini-tubers for seed potato production, *Farm Food*, 1994, Vol. 4, No. 2, pp. 4-6.
5. Tiem R. An in vitro potato cultivar collection: microtuberization and storage of microtuber, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 1992, No. 88-89, pp. 17-19.
6. Zamora A., Paet C. Tissueculture: in vitro maintenance and production of microtubers, *Potato seed systems in transition: proceedings of the SAPPAD Seed Systems Wookshop*, SAPPAD, Philippines, 1992, Aug., pp. 134-148.
7. Artyukhova S.I., Kirgizova I.V. Biotekhnologicheskii sposob razmnozheniya ozdorovlennogo kartofelya Zapadnoi Sibiri mikroklubnyami v usloviyakh in vitro (Biotechnological way of reproduction of the improved potato of Western Siberia by microtubers in in vitro conditions), *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2014, No. 12, pp. 107-108.

8. Balashova G.S. Vliyanie temperatury, fotoperioda i kontsentratsii mikroso-lei v pitatel'noi srede na produktivnost' kartofelya v kul'ture in vitro (Influence of temperature, photoperiod and concentration of microsalts in a nutrient medium on potato productivity in culture in vitro), Molodoi uchenyi, 2015, No. 14, pp. 675-678.

9. Sposob massovogo polucheniya mikroklubnei kartofelya. Izobreteniye (A method for mass production of potato microtubers. Invention), Patent Rossiiskoi Federatsii, 1990.

УДК 631.51

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОЧЕТАНИИ С УДОБРЕНИЯМИ НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

**Е. В. Кузина**, канд. с.-х. наук;

ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»,

ул. Институтская, 19, п. Тимирязевский, Ульяновский р-н, Ульяновская обл., Россия, 433315

E-mail: [elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru)

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследований по изучению влияния обычной отвальной и безотвальной, а также мелкой мультчирующей, нулевой и гребнекулисной обработки почвы и норм удобрений на содержание доступных форм азота, фосфора и калия. Опыты закладывались в 2010-2016 гг. на типичных для большинства хозяйств Ульяновской области черноземных тяжелосуглинистых почвах. На фоне обработок под культуры севооборота применяли удобрения в дозах  $N_0P_0K_0$ ;  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Установлено, что на естественном фоне лучшей нитрификационной способностью обладала гребнекулисная обработка почвы с почвоуглублением, при которой средневзвешенная величина содержания нитратного азота составила 3,94 мг/100 г, что на 37 % больше, чем при нулевой, на 45 % – при мелкой и на 57-58 % – при обычной отвальной и безотвальной обработке. Вспашка улучшала условия фосфорного и калийного питания растений на 14-27 % и 6-11 % по сравнению с другими обработками. При внесении в почву  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  содержание нитратного азота увеличивалось на 48 и 84 %, фосфора и калия – на 6 и 17 % по сравнению с необработанным фоном.

*Ключевые слова:* вспашка, нулевая обработка, безотвальная обработка, минимальная обработка, гребнекулисная обработка, азот, фосфор, калий.

**Введение.** В настоящее время с достаточной определенностью установлено, что обработка, нарушая динамическое равновесие в экологической системе почва – растение – атмосфера, и изменяя биогеохимический круговорот веществ и энергии в биосфере, в большинстве случаев приводит к снижению плодородия и деградированию почв. Но, в то же время обработка остается важнейшим агротехническим звеном в системе земледелия, определяющим водно-воздушное и минеральное питание растений и существенно влияющим на урожайность полевых культур [1-4]. Поэтому перед современным земледелием остро стоит проблема уменьшения неблагоприятного влияния обработки на почвенное

плодородие [5-7]. Для этого необходимо углубленное и всестороннее изучение происходящих в почве биологических процессов и поступление доступных элементов питания для растений под воздействием различных способов обработки почвы в сочетании с другими антропогенными факторами, чтобы научиться активно регулировать и управлять почвенными процессами [8, 9].

Улучшение плодородия почвы и повышение продуктивности пахотных земель неразрывно связано с освоением ресурсосберегающих инновационных способов обработки почвы [10-12] в сочетании с рациональным использованием минеральных удобрений. Важным направлением в решении данного вопро-

са может быть применение удобрений на фоне менее затратных минимизированных почво-защитных гребнекульных способов обработки почвы, обеспечивающих лучшие условия для накопления минерального азота [13, 14].

Недостаточная изученность изменения плодородия почвы под действием различных способов и глубины основной обработки в сочетании с минеральными удобрениями, а также поиск путей сокращения затрат на основную обработку послужили основанием для выполнения настоящей работы.

**Методика.** Основной целью наших исследований явилось определение влияния способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на питательный режим при сплошном и локальном размещении пожнивных остатков.

Исследования проводили в 2010-2016 годах на полях Ульяновского НИИСХ. Почва опытного участка перед закладкой опыта была представлена слабывщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Пахотный слой характеризовался следующими показателями: гранулометрический состав почвы тяжелосуглинистый. Мощность гумусового горизонта 79 см, содержание гумуса 5,8 %, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта 7,0, вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98 %. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия колебалось в пределах:  $\text{NO}_3^-$  – 2,2-3,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 21,5-24,7;  $\text{K}_2\text{O}$  – 7,5-9,8 мг/100 г почвы. Размер делянок по основной обработке почвы – 1600 м<sup>2</sup>, посевных делянок – 300 м<sup>2</sup>, учетной площади 150 м<sup>2</sup>. Размещение делянок систематическое в два яруса.

Полевой двухфакторный опыт был заложен в четырехкратной повторности по следующей схеме:

Фактор А (способ основной обработки почвы):

1. Отвальная вспашка на 20-22 см ПЛН-4-35–контроль;
2. Безотвальная обработка на 20-22 см (стойки СибИМЭ);
3. Мелкая гребнекульная обработка на 10-12 см (ОП-3С);
4. Мелкая мულчирующая обработка на 10-12 см (ОПО-4,25);

5. Без обработки;

6. Лушение со стернеукладчиком на 6-8 см (ОП-3С),

7. Гребнекульная обработка с почвоуглублением до 30-32 см (ОПЦ-3С).

Фактор В (дозы минеральных удобрений):

1.  $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$  (контроль);
2.  $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$ ;
3.  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ .

Предпосевная и послепосевная обработка почвы в вариантах опыта состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (ОПО-4,25) и послепосевного прикатывания почвы (ЗККШ-6А). Посев проводили сеялкой СЗ-3,6. Объектом исследований явился зернопаровой севооборот со следующим чередованием культур: 1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) яровая пшеница; 4) горчица (сидерат); 5) озимая пшеница; 6) ячмень. Для посева использовали районированные сорта озимой пшеницы Харьковская 92, яровой пшеницы Симбирцит, ячменя Нутанс 553.

Наблюдения и учеты проведены по общепринятым методикам: содержание подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91); нитратного азота – дисульфифеноловым методом Грандваль-Ляжу (ГОСТ 26951-86). Подвижные  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  определялись ежегодно в почвенных образцах, отобранных в пахотном слое буром Малькова в следующие сроки: весной (посев – всходы), в колошение и перед уборкой культур в слоях 0-10, 10-20, и 20-30 см.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Вегетационные периоды во все годы исследований характеризовались повышенным температурным режимом. Превышение над средней многолетней нормой составило в 2010 г. – 3,9 °С, в 2011 г. – 0,8 °С, в 2012 г. – 3,1 °С, в 2013 г. – 2,3 °С, в 2014 г. – 1,1 °С, в 2015 г. – 1,0 °С, в 2016 г. – 3,0 °С. Типизация периода исследований на основе ГТК теплого периода свидетельствуют о том, что 2015 и 2016 гг. были умеренно-засушливыми (на 4-16 % ниже многолетней нормы), 2014 г. был засушливым (на 28 % ниже многолетней нормы), 2010 г. характеризовался крайней засушливостью вегетационного периода (на 68 % ниже многолетней нормы). Повышенным

увлажнением отличались 2012 и 2013 гг. (на 37-6 % выше многолетней нормы), в 2011 г. увлажнение было на уровне многолетней нормы.

**Результаты.** Содержание подвижных питательных веществ в почве является одним из основных показателей, по которому оценивают эффективность основной обработки почвы. В наших опытах содержание биогенных элементов определялось в динамике: весной, в колошение и в уборку. Было отмечено неоднозначное влияние способов обработки почвы и удобрений на содержание доступных форм NPK в пахотном слое.

Количественное содержание нитратного азота в течение вегетационного периода было весьма динамичным и имело широкие интервалы колебаний. Весной на всех фонах удобрений были достигнуты его максимальные значения, в колошение на естественном фоне содержание азота в почве снижалось на 9 %, в уборку – на 13 %, на фонах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  снижение в колошение составило соответственно 6 и 2 % в уборку – 15 и 36 % по сравнению с весенними показателями.

Весной в варианте гребнекулисной обработки с почвоуглублением нитратного азота содержалось существенно, на 1,36 мг (50 %), в колошение – на 2,07 мг (94 %), в уборку – на 0,76 мг (28 %) больше, чем на вспашке. Здесь на естественном фоне средневзвешенная величина содержания нитратного азота составила 3,94 мг/100 г (в среднем за вегетацию), что на 1,23 мг (45 %) больше, чем при поверхностном размещении стерни с мелкой и на 1,45 мг (58 %) с обычной безотвальной обработкой. При отказе от осенней основной обработки снижение составило 1,06 мг (37 %) (табл.).

Таким образом, гребнекулисная обработка улучшала условия нитратонакопления и способствовала повышению эффективного плодородия почвы, что выражалось соответствующим уровнем урожайности культур зернопарового севооборота. Средняя урожайность зерна при гребнекулисной обработке составила 3,29-3,33 т/га, что на 0,28-0,32 т/га больше, чем при вспашке и на 0,16-0,26-0,49 т/га, чем в вариантах с обычной безотвальной, мелкой и нулевой обработками. К тому же в этих вариантах уровень урожайности, полученный без применения удобрений,

был выше, чем на вспашке с внесением  $N_{30}P_{30}K_{30}$  на 0,13-0,11 т/га.

В вариантах с бесплужной обработкой почвы при внесении удобрений за счет активизации микробиологических процессов улучшались и условия азотного питания растений по сравнению со вспашкой. Так, в фазе колошения на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  нитрификационная способность в этих вариантах была существенно выше соответственно на 0,31-1,28 мг (7-36 %), на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на 1,04-0,41 мг (63-29 %).

При обобщении всех данных за годы исследований по срокам определения и фонам удобрений установлено, что нитратного азота по вспашке содержалось (3,97 мг/100 г). При отказе от основной осенней обработки отмечалось незначительное снижение изучаемого элемента на 0,04 мг (1 %). В остальных вариантах образование нитратного азота шло интенсивнее, чем по вспашке. Увеличение в вариантах с обычной и мелкой безотвальной обработкой составило 0,15-0,19 мг (4-5 %), в вариантах с мелкой гребнекулисной обработкой и лущением со стернеукладчиком – 0,48-0,55 мг (12-14 %). Гребнекулисная обработка с почвоуглублением привела к более существенному повышению содержания азота – на 1,41 мг (35 %).

Внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  стимулировало мобилизацию почвенного азота и улучшало условия питания растений. На удобренных фонах отмечено существенное увеличение его показателей в среднем на 1,48 и 2,56 мг/100 г (48-84 %) по сравнению с фоном без применения удобрений.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что слой почвы 0-30 см под культурами зернопарового севооборота отличался низкой обеспеченностью нитратным азотом, очень высоким содержанием фосфора (более 20 мг/100 г почвы) и повышенным содержанием обменного калия (8,1-12,0 мг/100 г почвы). Во все годы исследований динамика подвижного фосфора была схожей, т.е. содержание этого элемента питания уменьшалось по всем вариантам опыта от начала вегетации растений к моменту их уборки на 6-7 %, а содержание обменного калия, напротив, повышалось на 14-11 %.

Изменение содержания элементов минерального питания под культурами зернопарового севооборота, в зависимости от способов обработки почвы и удобрений, мг/100 г почвы (2010–2016 гг.)

Варианты обработки (А)	NO <sub>3</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	весной	в колошение	в уборку	весной	в колошение	в уборку	весной	в колошение	в уборку
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (B <sub>1</sub> )									
1	2,71	2,19	2,72	28,6	29,4	30,3	8,34	9,70	9,40
2	2,25	2,65	2,58	24,6	24,4	26,6	7,79	9,05	9,51
3	4,07	3,16	2,76	22,9	22,9	23,2	7,21	8,69	9,30
4	2,92	2,53	2,68	23,0	22,2	24,3	7,17	8,75	8,87
5	3,45	2,61	2,59	22,7	22,2	19,8	7,46	8,75	8,21
6	3,58	3,59	3,19	25,0	24,2	23,5	7,47	8,82	9,22
7	4,07	4,26	3,48	23,8	22,9	20,8	7,59	8,53	8,25
Среднее	3,29	3,0	2,86	24,4	24,0	24,1	7,57	8,89	8,96
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (B <sub>2</sub> )									
1	4,62	3,46	4,48	29,0	25,5	28,0	8,30	8,86	10,02
2	4,25	4,34	3,57	26,3	25,2	26,6	8,29	9,30	9,43
3	5,05	4,57	3,82	25,8	25,9	23,5	8,38	9,85	9,13
4	4,95	3,32	3,65	25,0	23,9	22,4	7,97	8,94	8,14
5	4,50	5,45	3,01	26,3	24,3	23,1	8,21	8,99	8,75
6	4,95	5,0	2,97	28,6	27,9	25,7	8,76	10,32	9,54
7	5,88	5,64	4,32	26,6	25,0	23,7	7,94	10,12	8,97
Среднее	4,88	4,56	4,15	26,8	25,4	24,7	8,24	9,48	9,14
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (B <sub>3</sub> )									
1	5,52	5,96	4,04	31,1	29,7	31,1	9,18	9,53	9,63
2	6,05	7,29	4,14	33,0	32,7	30,8	10,99	12,09	10,73
3	6,07	6,62	3,92	34,9	27,5	26,8	10,09	9,81	9,87
4	5,97	6,68	4,78	29,4	27,5	28,7	9,33	10,77	10,97
5	5,96	4,99	2,80	27,6	24,9	25,4	8,37	9,59	9,54
6	6,90	5,96	4,53	28,8	26,2	24,7	8,48	10,77	9,76
7	8,22	7,90	4,62	26,8	27,9	22,5	9,37	9,63	9,38
Среднее	6,41	6,31	4,12	30,2	28,0	27,1	9,39	10,31	9,96
НСП <sub>05</sub>									
Гл. эф. по А	0,73	0,68	0,63	1,07	1,16	1,20	0,45	0,46	0,45
Гл. эф. по В	0,51	0,45	0,38	0,75	0,71	0,79	0,29	0,33	0,27
Част. р. по А	0,55	0,68	0,54	0,72	0,62	0,76	0,30	0,28	0,25
Част. р. по В	0,53	0,41	0,31	1,02	0,99	0,97	0,41	0,39	0,37

Примечание: под цифрами обозначены системы обработки почвы: 1) отвальная на 20–22 см; 2) безотвальная на 20–22 см; 3) гребнекульная на 10–12 см; 4) мелкая на 10–12 см; 5) без основной осенней обработки; 6) лушение со стернеукладчиком на 6–8 см; 7) гребнекульная с почвоуглублением до 30–32 см.

Наибольшее увеличение фосфатного режима почвы достигалось при проведении вспашки, где на естественном фоне фосфатный уровень варьировал от 28,6 до 30,3 мг/100 г, в зависимости от срока определения, что выше его содержания по сравнению с вариантами без вспашки в среднем на 5,5–7,4 мг (5,5–7,4 мм или 14–27 %). На фоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> весной небольшое преимущество перед остальными вариантами имела вспашка, в колошение содержание подвижного фосфора на вспашке и вариантах без вспашки выравнивалось, а в фазе полной спелости культур наиболее благоприятные условия фосфорного питания растений вновь складывались на

вспашке. На фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> были достигнуты максимальные значения изучаемого показателя, весной преимуществом 1,9–3,8 мг (6–12 %) перед вспашкой отличались варианты с обычной безотвальной и мелкой гребнекульной обработкой, в колошение и в фазе полной спелости сохранялась та же зависимость по изучаемым вариантам, как и при внесении N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.

Внесение фосфора в дозе P<sub>30</sub> и P<sub>60</sub> увеличивает содержание доступных соединений этого элемента в среднем на 6 и 17 %. Относительно естественного фона оно составило по вспашке 0–1,2 мг (0–4 %), по безотвальной обработке на одинаковую со вспашкой глубину

– 0,8-7,0 мг (0,8 и 7,003 – 28 %), по мелкой и «нулевой» соответственно – 0,6-4,6 мг (2 – 23 %) и 3,0-4,4 мг (14 – 20 %), по мелкой гребнекулисной обработке и гребнекулисной с почвоуглублением – 2,1-6,7 мг (9-29 %) и 2,6-3,2 мг (11-14 %).

Полученные нами данные по калийному режиму почвы показали, что весной на естественном фоне бесплужные обработки по сравнению со вспашкой снижали содержание обменного калия в среднем на 0,83 мг (9 %), а на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , напротив увеличивали на 0,52 мг (6 %). В то же время при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  накапливалось одинаковое количество калия на всех обработках, разница между вспашкой и бесплужными обработками не превышала 1 %. В последующие сроки определения на этом фоне проявилась положительная тенденция изменения калийного режима почвы на бесплужных обработках относительно вспашки на 0,72 мг (8 %). К фазе полной спелости культур преимущество вновь перешло к вспашке и составило 1,03 мг (12 %).

Внесение минеральных удобрений привело к увеличению обменного калия в почве в

среднем на 6-17 % по сравнению с первоначальными значениями. Вариант безотвальной обработки на 20-22 см характеризовался существенным увеличением обменного калия на удобренных фонах. Обеспеченность  $K_2O$  с 8,78 мг/100 г на фоне без удобрений до 9,0 и 11,27 мг/100 на фоне внесения  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  или на 0,22 и 2,49 мг (2 и 28 %) по сравнению с естественным фоном и на 0,06-1,82 мг (3-25 %) – по сравнению со вспашкой. В этом варианте на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , было установлено максимальное содержание доступных соединений этого элемента.

**Выводы.** Содержание в пахотном слое черноземной почвы подвижных форм фосфора и калия было близким к оптимальным значениям и не оказывало заметного влияния на урожайность изучаемых культур.

Применение удобрений на фоне минимализированных почвозащитных гребнекулисных способов обработки почвы улучшает условия азотного питания, что положительно сказывается на росте и развитии культурных растений, позволяет повысить продуктивность пашни.

#### Литература

1. Немцев С.Н. Почвозащитная система обработки почвы и ее значение в современных условиях // Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия». Изд-во Курск. ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ, 2008. С. 115-119.
2. Thompson L.M. Soil and soil fertility. New-York, 2 nd. Ed., 1957. 451 p.
3. Баздырев Г.И., Заверткин И.А. Возможности и проблемы минимализации обработки почвы при длительном ее использовании // Известия ТСХА. 2008. № 4. С. 4-16.
4. Шабаев А.И., Жолинский Н.М., Цветков М.С., Янина С.М. Агроэкологические особенности технологий возделывания озимой пшеницы в агроландшафтах Поволжья // Доклады РАСХН, 2011. № 6. С. 23-28.
5. Карпович К.И., Немцев С.Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2004. № 6. С. 30-33.
6. Казаков Г.И., Корчагин В.А. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье // Земледелие. 2009. № 1. С. 26-28.
7. Кирдин В.Ф. Воспроизводство плодородия и минимализация обработки почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2007. № 2. С. 21-22.
8. Плодородие чернозема типичного при минимализации основной обработки / Г.Н. Черкасов [и др.] // Земледелие. 2012. № 4. С. 23-24.
9. Чуданов И.А. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в Среднем Поволжье. Самара: Изд-во ГНУ Самарский НИИСХ, 2006. 236 с.
10. Benites J.R., Derpsch R., McGarri D. The current status and future growth potential of conservation agriculture in the World context Text. Int. Soil Res. Organ. Conferenct. Brisbane, Australia, 2003. Pp. 118-129.
11. Bremner I.M. Organic nitrogen in soils Text // Soils nitrogen. Agronomy Madison. 1965. No. 10. Pp. 93-149.
12. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen Text / Havlin J.L. [et. al.] // Soil Sei. Soc. Am. Proc. J. 1990. V. 54.-2. Pp. 448-452.
13. Кузина Е.В., Шабаев А.И. Преимущества гребнекулисной обработки почвы при возделывании зерновых культур // Научная жизнь. 2015. № 1. С. 61-69.
14. Инновационные приемы возделывания яровой пшеницы в агроландшафтах Поволжья / Шабаев А.И. [и др.] // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 16-22.

## INFLUENCE OF BASIC METHODS OF SOIL TILLAGE WITH AN APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE CONTENT OF MAIN MINERAL NUTRIENTS

E. V. Kuzina, Cand. Agr. Sci.,

Ulyanovsk Scientific and Research Institute of Agriculture

19, Institutskaya St., p. Timiryazevskiy, Ulyanovskiy Raion, Ulyanovskaya Oblast, 433315, Russia

E-mail: [elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru)

### ABSTRACT

The article presents the research results on studying the influence of conventional ridge and flat tillage as well as fine mulch, coulisse ridge, no-tillage, and norms of fertilizers on the content of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium. The experiments were laid out in 2010-2016, on black heavy loamy soils, typical for the most farms of the Ulyanovskaya Oblast. Fertilizers in doses of  $N_0P_0K_0$ ;  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{60}P_{60}K_{60}$  were applied under treatment for crop rotation. It is established that coulisse ridge tillage with subsoil plowing had the best nitrification capacity on the natural ground, the weighted average of nitrate nitrogen content was equal to 3.94 mg/100 g, which is by 37% higher than no-tillage, 45% than fine tillage, and by 57-58% than conventional ridge and flat tillage. Plowing improved the conditions of phosphorus and potassium nutrition of plants by 14-27% and 6-11% in comparison with other tillage. When  $N_{30}P_{30}K_{30}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  were introduced into the soil, the content of nitrate nitrogen increased by 48 and 84%, phosphorus and potassium by 6-17% compared to the non-fertilized ground.

*Key words: plowing, no-tillage, flat tillage, minimum tillage, coulisse ridge tillage, nitrogen, phosphorus, potassium.*

### References

1. Nemtsev S.N. Pochvozashchitnaya sistema obrabotki pochvy i ee znachenie v sovremennykh usloviyakh (Soil protective system of tillage and its importance in current conditions), Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Intensifikatsiya, resursosberezhenie i okhrana pochvy v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya», Izd-vo Kursk, GNU VNIIZ i ZPE, 2008, pp. 115-119.
2. Thompson L.M. Soil and soil fertility, New-York, 2 nd, Ed., 1957, 451 p.
3. Bazyrev G.I., Zavertkin I.A. Vozmozhnosti i problemy minimalizatsii obrabotki pochvy pri dlitel'nom ee ispol'zovanii (Capabilities and problems of tillage minimization in long soil cultivation), Izvestiya TSKhA, 2008, No. 4, pp. 4-16.
4. Shabaev A.I., Zholinii N.M., Tsvetkov M.S., Yanina S.M. Agroekologicheskie osobennosti tekhnologii vozdelevaniya ozimoi pshenitsy v agrolandshaftakh Povolzh'ya (Agro-ecological peculiarities of cultivation technology for winter wheat in agro-landscapes of the Volga region), Doklady RASKhN, 2011, No. 6, pp. 23-28.
5. Karpovich K.I., Nemtsev S.N. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelevaniya sel'skogokhozyaistvennykh kul'tur v chernozemnoi lesostepi Ul'yanovskoi oblasti (Resource-saving technologies of agricultural crops cultivation in black-soil forest-steppe of the Ulyanovskaya Oblast), Doklady Rossiiskoi akademii sel'skogokhozyaistvennykh nauk, 2004, No. 6, pp. 30-33.
6. Kazakov G.I., Korchagin V.A. Pochvozashchitnaya obrabotka pochvy v Srednem Povolzh'e (Soil protective tillage in the middle Volga region), Zemledelie, 2009, No. 1, pp. 26-28.
7. Kirdin V.F. Vospriizvodstvo plodorodiya i minimalizatsiya obrabotki pochvy v Nechernozemnoi zone (Fertility re-production and minimization of soil tillage in Non-Chernozem zone), Zemledelie, 2007, No. 2, pp. 21-22.
8. Plodorodie chernozema tipichnogo pri minimalizatsii osnovnoi obrabotki (Fertility of black soil typical under minimization of soil tillage), G.N. Cherkasov [i dr.], Zemledelie, 2012, No. 4, pp. 23-24.
9. Chudanov I.A. Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy v Srednem Povolzh'e (Resource-saving systems of soil tillage in the middle Volga region), Samara, Izd-vo GNU Samarskii NIISKh, 2006, 236 p.
10. Benites J.R., Derpsch R., McGarri D. The current status and future growth potential of conservation agriculture in the World context Text, Int. Soil Res. Organ. Conferenct. Brisbane, Australia, 2003, pp. 118-129.
11. Bremner I.M. Organic nitrogen in soils Text, Soils nitrogen, Agronomy Madison, 1965, No. 10, pp. 93-149.
12. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen Text, Havlin J.L. [et. al.], Soil Sei. Soc. Am. Proc. J., 1990, V. 54.-2, pp. 448-452.
13. Kuzina E.V., Shabaev A.I. Preimushchestva grebnekulisnoi obrabotki pochvy pri vozdelevanii zemovykh kul'tur (Advantages of coulisse ridge tillage in the cultivation of grain crops), Nauchnaya zhizn', 2015, No. 1, pp. 61-69.
14. Innovatsionnye priemy vozdelevaniya yarovoi pshenitsy v agrolandshaftakh Povolzh'ya (Innovative methods of spring wheat cultivation in agro-landscapes of the Volga region), Shabaev A.I. [i dr.], Nauchnoe obozrenie, 2015, No. 13, pp. 16-22.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЧИСТОМ ПАРУ И ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Т. И. Лебедева, аспирант;

Ю. Н. Зубарев, д-р с.-х. наук, профессор;

Н. Ю. Каменских, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, д. 23, г. Пермь, Россия, 614990

E-mail: [missis.tanya90@mail.ru](mailto:missis.tanya90@mail.ru)

*Аннотация.* В статье представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния на урожайность озимых зерновых культур различных способов обработки почвы в чистом пару (вспашка, плоскорезная обработка, дискование в два следа) в сочетании с протравливанием семян препаратами алкамон ДСУ, ТПС и беномил 500, СП (рекомендованы для защиты зерновых культур). Наряду с разрешенным для применения на территории Российской Федерации фунгицидом беномил 500, СП был изучен новый препарат алкамон ДСУ, ТПС (метилсульфатаалкоксиметилдиэтиламмония), обладающий фунгитоксическим действием. Полевые опыты проводились в 2015, 2016 и 2017 гг. на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах. В качестве объекта исследований использовали озимую тритикале (сорт Башкирская короткостебельная), озимую пшеницу (сорт Московская 39), озимую рожь (сорт Фалёнская 4). Агротехника в проведенных опытах соответствовала научной системе земледелия, рекомендованной для Среднего Предуралья. По агрохимической характеристике, почва опытного поля среднекультуренная. Показана эффективность ресурсосберегающих способов в сравнении с традиционной обработкой почвы в чистом пару. Ресурсосберегающие способы обработки почвы оказали положительное действие на урожайность, и протравители семян обеспечивают прибавку урожайности. В среднем за три года наибольшая урожайность получена в посевах озимой тритикале сорта Башкирская короткостебельная (3,65 т/га). Полученная урожайность озимых культур подтверждается показателями структуры урожайности, лучшей продуктивностью колоса. Изучаемый препарат алкамон ДСУ, ТПС как малотоксичный и экологически безопасный целесообразно использовать в качестве протравителя семян на озимых зерновых культурах в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы в чистом пару. Отмечена высокая конкурентная способность озимых зерновых культур по отношению к сорной растительности. Обработка плоскорезным орудием способствовала снижению степени засоренности посевов озимых зерновых культур, количество сорных растений находилось в интервале 6 – 30 шт./м<sup>2</sup> на уровне экономического порога вредоносности (ЭПВ) для растений.

*Ключевые слова:* озимые зерновые культуры, паровая обработка, урожайность, вспашка, плоскорезная обработка, дискование.

**Введение.** Устойчивое развитие производства зерна является важнейшим условием продовольственной безопасности страны. В 2017 году намолочено 134,1 млн тонн зерна (в 2016 г. – 119,4 млн тонн) при урожайности 29,9 ц/га (в 2016 г. – 26,7 ц/га). Особая роль в увеличении объемов производства зерна отво-

дится озимым зерновым культурам [16]. Зерновое производство является наиболее крупной отраслью сельского хозяйства Пермского края и Свердловской области [7].

В современных условиях переход на экономные ресурсоэнергосберегающие технологии возделывания зерновых культур является

одним из приоритетных направлений в развитии растениеводства. Народнохозяйственный эффект от освоения новых технологий, основанных на минимальных приемах обработки почвы и посева, огромен [1, 2, 5, 6, 10, 14, 18]. Целью ресурсосбережения современных агротехнологий является максимальное снижение совокупных затрат при производстве сельскохозяйственной продукции с хорошими качественными показателями с учетом сохранения почвенного плодородия. Само ресурсосбережение необходимо рассматривать, с точки зрения нескольких подходов, заключающихся в сокращении затрат: 1) экономических, выраженных в денежных единицах на проведение всех приемов, составляющих технологию выращивания культуры; 2) энергетических, выраженных в энергетических единицах, используемых для выполнения всех агротехнологических приемов; 3) экологических подходов, содержащихся в сокращении энергии, либо денежных затрат при возделывании сельскохозяйственных культур, при условии сохранения или даже повышения плодородия почвы [3, 11, 12, 14].

При переходе зернового производства к ресурсосберегающим технологиям возникает проблема засоренности посевов зерновых культур. Наибольшее влияние на развитие сорняков (до 30%) оказывают севооборот и обработка почвы. Сравнительные данные показали, что больше всего сорняков учитывается на посевах без обработки почвы, меньше – после двукратного дискования, а самая низкая засоренность отмечается после отвальной вспашки [9]. Мнения различных исследователей относительно применения обработки почвы на чистом пару совместно с приемами защиты растений не совпадают. Изучение влияния ресурсосберегающих приемов обработки почвы в чистом пару на урожайность озимых зерновых культур является одной из актуальных задач современного земледелия.

*Цель исследований* – разработать эффективный способ обработки почвы на чистом пару в сочетании с новым препаратом алкамон ДСУ, ТПС (метилсульфатаалкоксиметилдиэтиламмония) при урожайности зерна озимых зерновых культур не менее 3-4 т/га в Среднем Предуралье.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить влияние различ-

ных способов обработки почвы в чистом пару и протравливания семян на урожайность и на засоренность посевов озимых зерновых культур.

**Методика.** Экспериментальная работа была проведена на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в 2015-2017 гг. на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах. По агрохимической характеристике, почва опытного поля средне-окультуренная и пригодна для возделывания озимых зерновых культур. Метеорологические условия вегетационных периодов 2015-2017 гг. отличались между собой и от средне-многолетних данных (ГТК=0,8-2,0). Неоднородность метеорологических условий за период проведения исследований обеспечили варьирование урожайности озимых зерновых культур по годам (табл. 1).

Полевые трехфакторные опыты заложены методом расщепленных делянок, размещение делянок систематическое, повторность – четырехкратная. Закладка опыта и статистическая обработка полученных результатов была проведена по Б.А. Доспехову [4]. Объект исследований – озимые зерновые культуры: тритикале сорт Башкирская короткостебельная, пшеница сорт Московская 39, рожь сорт Фаленская 4. Схема опыта: Фактор А – культура: А<sub>1</sub> – озимая рожь; А<sub>2</sub> – озимая пшеница; А<sub>3</sub> – озимая тритикале; Фактор В – способ обработки в чистом пару: В<sub>1</sub>-вспашка; В<sub>2</sub>- плоскорезная обработка; В<sub>3</sub>-дискование в два следа; Фактор С – прием защиты: С<sub>1</sub>- без обработки (контроль); С<sub>2</sub>- беномил 500, СП; С<sub>3</sub> – алкамон ДСУ, ТПС. Обработка фунгицидами была проведена с помощью протравливания семян, за месяц до посева, расход рабочей жидкости – 10 л/т, норма расхода препаратов: алкамон ДСУ, ТПС – 2 кг/га, беномил 500, СП – 0,5 кг/га. Наряду с разрешенным для применения на территории Российской Федерации фунгицидом беномил 500, СП был изучен новый препарат – алкамон ДСУ, ТПС, обладающий фунгитоксическим действием, синтезированный на кафедре общей химии университета. Ранее данный препарат хорошо показал свою эффективность при протравливании семян яровой пшеницы [19], а также при защите овса [13].

Агротехника в полевых опытах адаптирована к научной системе земледелия, рекомен-

дованной для Среднего Предуралья, разработанной для условий Пермского края, предшественник – чистый пар. После уборки предшественника чистого пара – овса, с осени проведена зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя 20-22 см, во второй декаде октября. Весной проведено закрытие влаги, ранневесеннее боронование зяби при физической спелости почвы в первой декаде мая. По мере отрастания сорняков, в фазу всходов, проводили послойную обработку чистого пара культиватором КПС – 4,0. За месяц до посева озимых зерновых культур, после прорастания новых семян сорняков, была проведена повторная обработка почвы в чистом пару (перепашка почвы, или двойка пара) согласно схеме опыта: вспашка (ПЛН-4-35) на глубину 18-20 см; плоскорезное рыхление (КПЭ-3,8) на глубину 16 - 18 см; дискование в два следа (БДТ-3) на глубину 8 - 10 см. Затем, боронование в два следа (БЗТС-1,0) – после обработки почвы на глубину 6-8 см, предпосевная культивация с боронованием на глубину 6 – 8 см в два следа (КПС-4 + БЗСС-1), непосредственно перед посевом. Удобрения из расчета  $N_{45}P_{45}K_{45}$  были внесены под обработку почвы в пару, диааммофоска (10:25:25 % д.в.). Весной в период отрастания была проведена подкормка аммиачной селитрой ( $N_{30}$ ) под боронование озимых зерновых культур. Посев проведен рядовым способом на глубину 3-4 см, в 2014 г. – 09 сентября, в 2015 г. – 29 августа; в 2016 г. – 10 сентября. Определение структуры урожайности проводили по методике, изложенной В.М. Макаровой [6]. С наступлением восковой спелости зерна проводили однофазную уборку озимых зерновых культур комбайном СК-5М «Нива», в 2015 году – 29 августа, а в 2016 году – 29 июля, в 2017 году – 26 августа, предварительно убрав защитные полосы.

**Результаты.** Результаты исследований за 2015-2017 гг. показывают, что ресурсосберегающие способы обработки почвы в чистом пару, используемые совместно с протравителями семян, оказали положительное действие на урожайность озимых зерновых культур. Анализируя урожайные данные озимых зерновых культур в 2015-2017 гг. по главным эффектам, следует отметить, что по фактору В продуктивность была достоверно

выше при использовании ресурсосберегающих способов обработки почвы на чистом пару (прибавка урожайности варьировала в интервале 0,27-0,79 т/га), по сравнению с контролем – вспашкой. В среднем за 3 года наибольшая урожайности была получена при плоскорезной обработке почвы в чистом пару: ржи – 3,25 т/га; пшеницы – 3,03 т/га; тритикале – 3,65 т/га ( $НСР_{0,5}=0,02$ ). При обработке почвы в чистом пару дискованием в два следа установлено, что урожайность озимых культур была ниже, по сравнению с плоскорезной обработкой почвы: ржи – 2,90 т/га; пшеницы – 2,65 т/га; тритикале – 3,31 т/га ( $НСР_{0,5}=0,02$ ). На основании главных эффектов по фактору С достоверное увеличение урожайности (прибавка от 0,23 до 0,94 т/га) наблюдалось при использовании протравителей семян озимых зерновых культур, по сравнению с необработанными семенами. Наибольшая урожайность отмечена при протравливании семян фунгицидом беномил 500, СП: ржи – 3,21 т/га; пшеницы – 3,08 т/га; тритикале – 3,64 т/га ( $НСР_{0,5}=0,23$ ). Алкамон ДСУ, ТПС проявил меньшее защитное действие в сравнении с фунгицидом беномил 500, СП, что оказало влияние на урожайность: ржи – 3,00 т/га; пшеницы – 2,79 т/га; тритикале – 3,29 т/га ( $НСР_{0,5}=0,23$ ). Наибольшая урожайность в среднем за три года (3,65 т/га) получена в посевах тритикале при плоскорезной обработке почвы на чистом пару и протравливанием семян фунгицидом беномил 500, СП (табл. 1).

К числу перспективных технологических мероприятий, которые обеспечивают повышение урожайности и качества продукции растениеводства, необходимо отнести предпосевную обработку семян, направленную на обеззараживание, активизацию ростовых процессов, обогащение питательными веществами. Подготовка семян к посеву является важным фактором регулирования величины урожайности зерновых культур [15].

И.Ш. Фатыхов с соавторами в результате проведенных научных исследований рекомендуют в технологии возделывания озимой пшеницы использовать фундазол для предпосевной обработки семян (2 кг/га), из биологических препаратов – фитоспорин М (2 л/га) [17].

Влияние способов обработки почвы и протравливания семян на урожайность зерна озимых зерновых культур, т/га

Культура (А)	Обработка почвы (В)	Протравливание (С)									Среднее по В				
		без обработки			беномил			алкамон			Среднее по В				
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 3 года	
Озимая рожь	В1	2,71	2,17	2,06	3,06	2,84	2,72	2,96	2,70	2,41	2,91	2,57	2,41	2,63	
	В2	3,23	2,87	2,45	3,93	3,45	3,31	3,62	3,34	3,08	3,59	3,22	2,94	3,25	
	В3	2,80	2,61	2,13	3,51	3,14	2,97	3,28	2,95	2,64	3,20	2,91	2,58	2,90	
Среднее по А <sub>1</sub> С		2,91	2,55	2,21	3,50	3,13	3,00	3,29	2,99	2,71					
Среднее по С за 3 года														2,92	
Озимая пшеница	В1	2,08	1,79	1,90	2,74	2,39	2,55	2,53	2,27	2,39	2,45	2,14	2,28	2,29	
	В2	2,58	2,34	2,19	3,57	3,26	3,67	3,29	3,03	3,40	3,14	2,87	3,08	3,03	
	В3	2,36	2,05	2,01	3,16	2,77	3,31	2,93	2,53	2,71	2,82	2,45	2,68	2,65	
Среднее по А <sub>2</sub> С		2,34	2,06	2,03	3,16	2,81	3,28	2,92	2,61	2,83					
Среднее по С за 3 года														2,67	
Озимая тритикале	В1	2,92	2,46	2,26	3,38	3,08	2,90	3,11	3,02	2,68	3,13	2,85	2,61	2,86	
	В2	3,41	3,11	2,88	4,28	4,05	3,76	4,08	3,95	3,41	3,91	3,70	3,35	3,65	
	В3	3,32	2,67	2,41	4,00	3,82	3,44	3,54	3,48	3,09	3,62	3,32	2,98	3,31	
Среднее по А <sub>3</sub> С		3,22	2,75	2,52	3,89	3,65	3,37	3,58	3,47	3,06					
Среднее по С за 3 года														3,28	
Среднее по С		2,82	2,45	2,25	3,52	3,20	3,21	3,26	3,03	2,89					
НСР <sub>05</sub> главных эффектов															
											для фактора А	0,97	0,87	0,95	0,93
											для фактора В	0,03	0,01	0,02	0,02
											для фактора С	0,24	0,20	0,26	0,23
НСР <sub>05</sub> частных различий															
											для фактора АВ	2,92	2,62	2,87	2,80
											для фактора ВС	0,08	0,06	0,07	0,07
											для фактора АС	0,77	0,73	0,70	0,73

Проведение анализа способов формирования урожайности путём регулирования различных факторов почвенного плодородия и защиты растений является актуальной проблемой как в научном, так и в практическом плане. Поэтому, изучаемый препарат – алкамон ДСУ, ТПС как малотоксичный и экологически безопасный целесообразно использовать в качестве протравителя семян на озимых зерновых культурах, в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы в чистом пару.

За три года исследований результаты структуры урожайности, перед уборкой показали, что использование ресурсосберегающих способов обработки почвы на чистом пару при выращивании озимых зерновых культур оказывает положительное влияние по сравнению с контролем – вспашкой. Так, наибольший рост урожайности озимых зерновых культур при обработке почвы в чистом пару плоскорезным рыхлением обусловлен наибольшим числом продуктивных стеблей по всем изучаемым культурам: рожь – 485 шт./м<sup>2</sup>, пшеница

– 467 шт./м<sup>2</sup>; тритикале – 502 шт./м<sup>2</sup> (НСР<sub>0,5</sub>=3,16) и высокой массой зерна с колоса – 0,78 г; 0,76 г; 0,83 г (НСР<sub>0,5</sub>=0,06) соответственно. Густота продуктивного стеблестоя озимых зерновых культур при обработке почвы в чистом пару дискованием в два следа была ниже, по сравнению с плоскорезным рыхлением: ржи – 457 шт./м<sup>2</sup>; пшеницы – 437 шт./м<sup>2</sup>; тритикале – 476 шт./м<sup>2</sup> (НСР<sub>0,5</sub>=3,16) и массой зерна с колоса – 0,75 г; 0,73 г; 0,80 г (НСР<sub>0,5</sub>=0,06) соответственно. Протравливание семян озимых культур способствовало увеличению густоты продуктивного стеблестоя и массы зерна с колоса, по сравнению с необработанными семенами. Наибольшая густота продуктивного стеблестоя и массы зерна с колоса получены при протравливании семян фунгицидом беномил 500, СП по всем изучаемым культурам соответственно: рожь – 483 шт./м<sup>2</sup> и 0,80 г; пшеница – 456 шт./м<sup>2</sup> и 0,81 г; тритикале – 501 шт./м<sup>2</sup> и 0,89 г. При этом новый изучаемый препарат – алкамон ДСУ, ТПС оказал меньшее влияние на густоту продуктивного

стеблестоя и массы зерна с колоса (соответственно: озимой ржи – 468 шт./м<sup>2</sup> и 0,75 г; озимой пшеницы – 445 шт./м<sup>2</sup> и 0,76 г; озимой тритикале – 484 шт./м<sup>2</sup> и 0,79 г), что не могло не сказаться на урожайности культур в даль-

нейшем (табл. 2). Поэтому полученная урожайность озимых зерновых культур подтверждается показателями структуры урожайности, в частности, лучшей продуктивностью колоса.

Таблица 2

Влияние способа обработки почвы в чистом пару и протравливания семян на элементы структуры урожайности зерна озимых зерновых культур, т/га, среднее 2015-2017 гг.

Культура (А)	Обработка почвы (В)	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>				Масса зерна с колоса, г			
		протравливание (С)							
		без обработки (к)	беномил	алкамон	Среднее по В	без обработки (к)	беномил	алкамон	Среднее по В
Озимая рожь	В1	392	436	429	419	0,66	0,76	0,71	0,72
	В2	452	509	494	485	0,69	0,83	0,80	0,78
	В3	421	483	468	457	0,68	0,80	0,75	0,75
Среднее по А <sub>1</sub> С		422	476	464		0,67	0,80	0,75	
Озимая пшеница	В1	372	419	402	398	0,61	0,77	0,72	0,70
	В2	439	489	469	467	0,66	0,84	0,78	0,76
	В3	406	456	445	437	0,62	0,81	0,75	0,73
Среднее по А <sub>2</sub> С		406	455	439		0,64	0,81	0,76	
Озимая тритикале	В1	417	454	442	438	0,71	0,80	0,75	0,75
	В2	479	522	505	502	0,75	0,88	0,84	0,83
	В3	443	501	484	476	0,73	0,85	0,78	0,80
Среднее по А <sub>3</sub> С		446	492	477		0,73	0,84	0,79	
Среднее по С		423	474	460		0,68	0,80	0,79	
НСР <sub>05</sub> главных эффектов				НСР <sub>05</sub> главных эффектов					
для фактора А				для фактора А					
11,63				1,99					
для фактора В				для фактора В					
3,16				0,06					
для фактора С				для фактора С					
3,46				0,13					
НСР <sub>05</sub> частных различий				НСР <sub>05</sub> частных различий					
для фактора АВ				для фактора АВ					
34,86				5,98					
для фактора ВС				для фактора ВС					
9,47				0,18					
для фактора АС				для фактора АС					
10,41				0,38					

В структуре засорителей посевов озимых зерновых культур преобладали яровые, двулетние и зимующие сорняки. Наиболее часто встречающимися сорняками были: из группы яровых – марь белая (*Chenopodium album*), просо куриное (*Echinochloa crusgalli*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), ромашка непахучая (*Tripleurospermum inodoum*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*); из двулетников и зимующих – фиалка полевая (*Viola arvensis*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursapastoris*); из многолетников – одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), пырей ползучий (*Agropyrum repens*), осот желтый (*Sonchus arvensis*), осот розовый (*Cirsium arvense*).

За вегетационный период, в среднем за три года отмечена высокая конкурентная способность озимых зерновых культур по отно-

шению к сорной растительности. Дискование в два следа повышает степень засоренности посевов озимых зерновых культур, что не могло не оказать влияние на их урожайность. Из чего следует, что выше не только количество сорных растений на 1 м<sup>2</sup>, но и значительно больше масса сорных растений с 1 м<sup>2</sup> по сравнению со вспашкой. Обработка плоскорезным орудием способствовала снижению степени засоренности посевов озимых зерновых культур, количество сорных растений составило: у яровой биологической группы – 27 шт./м<sup>2</sup>, у двулетних – 14 шт./м<sup>2</sup>, зимующих – 30 шт./м<sup>2</sup> и у многолетников – 6 шт./м<sup>2</sup>, что на 18 шт./м<sup>2</sup>, 12 шт./м<sup>2</sup>, 7 шт./м<sup>2</sup> и 10 шт./м<sup>2</sup> соответственно меньше по сравнению с контролем – вспашкой. При паровой обработке дискованием в два следа получено следующее число сорных растений: в яровой биологической группе – 58 шт./м<sup>2</sup>, у двулетних – 41 шт./м<sup>2</sup>, зимующих – 47 шт./м<sup>2</sup> и многолет-

ников – 25 шт./м<sup>2</sup>, что на 13 шт./м<sup>2</sup>, 15 шт./м<sup>2</sup>, 11 шт./м<sup>2</sup> и 9 шт./м<sup>2</sup> соответственно выше по сравнению с контролем – вспашкой.

**Выводы.** В результате трехлетних исследований (2015-2017 гг.) следует констатировать, что ресурсосберегающие способы обработки почвы на чистом пару, используемые совместно с протравителями семян, оказали положительное действие на урожайность озимых зерновых культур. Полученная урожайность озимых культур подтверждается показателями структуры урожайности, лучшей продуктивностью колоса. Наибольшая урожайность получена в посевах озимой тритикале сорта Башкирская короткостебельная при плоскорезной обработке почвы в чистом пару

и протравливанием семян фунгицидом беномил 500, СП (3,65 т/га). Изучаемый препарат алкамон ДСУ, ТПС как малотоксичный и экологически безопасный, целесообразно использовать в качестве протравителя семян на озимых зерновых культурах в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы в чистом пару. Отмечена высокая конкурентная способность озимых зерновых культур по отношению к сорной растительности. Обработка плоскорезным орудием способствовала снижению степени засоренности посевов озимых зерновых культур, количество сорных растений находилось в интервале 6 – 30 шт./м<sup>2</sup> на уровне экономического порога вредности (ЭПВ) для растений.

#### Литература

1. Андреева Т.В. Оценка экономической эффективности инвестиций сельхозпроизводителя в ресурсосберегающие технологии // Наука и производство Урала. 2015. № 11. С. 183-187.
2. Beybit N. N. Ways of Increasing the Grain Crops Yield under the Farming Biologization // Life Science Journal. 2013. 10(12s). Pp. 444-448.
3. Гостев А.В. Аспекты ресурсосбережения в агротехнологиях возделывания зерновых культур // АГРОСНАБ-ФОРУМ. 2017. № 6. С.48-52.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). Москва: Альянс, 2011. 352 с.
5. Pinskaya I. N. Accumulation of soil moisture in winter wheat cultivation on slopes of ordinary chernozems of the Rostov oblast // Russian Agricultural Sciences. May 2017. Vol. 43. Issue 3, Pp. 244–248.
6. Корчагин В.А., Горянин О.И., Новиков В. Г. Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания яровой пшеницы в степных районах Среднего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 5-1. С. 37-39.
7. Латышева А.И., Ушлюкова Ж.А., Устинова С.В. Региональный зерновой рынок: состояние, перспективы развития в Пермском крае и в Свердловской области // Аграрное образование и наука. 2017. № 3. С. 22.
8. Ленточкин А. М. Засорённость посевов яровой пшеницы в зависимости от приёмов яблевой обработки почвы // Защита и карантин растений. 2015. № 12. С. 29-32.
9. Ленточкин А.М., Ширококов Л.А., Ленточкина Л.А. Эффективность систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 54-56.
10. Upgraded Technology and Equipment for Soil Processing and Sowing in Extreme Conditions / Mazitova N. K. [et al] // Russian Agricultural Sciences. January 2015. Vol. 41. Issue 1. Pp. 75-79.
11. Полянская Н.А. Повышение эффективности производства зерна на основе ресурсосберегающих технологий // Вестник НГИЭИ. 2012. № 5. С. 77-93.
12. Постников П.А., Васина О.В., Попова В.В. Минимализация обработки почвы в зернотравяном севообороте // АПК России. 2017. Том 24. № 2. С. 333-337.
13. Прудникова А.С., Мелведева И.Н., Каменских Н.Ю. Влияние приемов защиты от болезней на урожайность зерна овса в Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2013. №3(3) С.11-15.
14. Соколова Л.С. Экономические проблемы технологического оснащения и инновационного развития агропромышленного комплекса России // Зерновое хозяйство России. 2013. № 2. С. 68-72.
15. Тихонова О.С., Фатыхов И.Ш. Влияние предпосевной обработки семян озимых зерновых культур на качество зерна в Среднем Предуралье // Сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Пермской государственной сельскохозяйственной академии (Инновационному развитию АПК – научное обеспечение). 2010. С. 226-229.
16. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi> (Дата обращения: 25.07.2017).
17. Фатыхов И.Ш., Бабайцева Т.А., Перемечева И.В. Формирование урожайности сортов озимой пшеницы в Среднем Предуралье: монография. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. 197 с.
18. Цугленок Г.И., Козулина Н.С. Курносенко О.А. Ресурсосберегающие технологии при выращивании зерновых культур // Сб. ст. по материалам междунар. (заочной) науч.-практ. конф. (Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век). 2014. С. 46-49.
19. Яганова, Н.Н. Эффективность алкамона ДСУ при протравливании семян яровой пшеницы в Предуралье // Сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практич. конф. ученых и специалистов, посвященной 85-летию высшего агрономического образования на Урале (Пермский аграрный вестник). Пермь: Изд-во ПГСХА. 2004. Ч. 1. С. 64-69.

---

**INFLUENCE OF THE METHOD OF PURE FALLOW TILLAGE AND SEEDS TREATMENT ON THE YIELD OF WINTER CROPS IN MIDDLE PEDURALIE**

**T. I. Lebedeva**, Post-Graduate Student

**Iu. N. Zubarev**, Dr. Agr. Sc., Professor

**N. Yu. Kamensky**, Cand. Agr. Sc.

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614000

E-mail: [missis.tanva90@mail.ru](mailto:missis.tanva90@mail.ru)

**ABSTRACT**

The article presents the results of experimental studies on the effect of various methods of tillage in a clean pair (plowing, flat cutting, disking in two tracks) in combination with seed dressing with alkamon DSU, TPS and benomyl 500, SP (recommended for the protection of cereals) on the winter cereals productivity. In addition to the fungicide benomyl 500 approved for use in the Russian Federation, a new drug alkamon DSU, TPS (methylsulfate-alkoxymethyldiethylammonium), which has fungitoxic effect was studied. Field experiments were conducted in 2015, 2016 and 2017 on the training and scientific experimental field of the Perm SATU on sod-podzolic heavy loamy soils. As a research object, winter triticale (Bashkir short-stem cultivar), winter wheat (Moscow 39 variety), winter rye (Falenskaia variety 4) were used. Agro-techniques in the conducted experiments corresponded to the scientific system of farming recommended for the Middle Peduralie. According to the agrochemical characteristics, the soil of the experimental field was medium-cultivated. The effectiveness of resource-saving methods is shown in comparison with the traditional treatment of soil on pure fallow. Resource-saving methods of soil cultivation had a positive effect on yield, and seed dressing agents provide an increase in yield. On average, in three years, the highest yield was obtained in the crops of winter triticale of the Bashkir short-stemmed variety (3.65 t / ha). The obtained productivity of winter crops is confirmed by indicators of the structure of yield, the best productivity of the spike. The studied drug alkamon DSU, TPN, as a low-toxic and environmentally safe drug, it is advisable to use as a seed disinfectant on winter cereal crops, in combination with resource-saving methods of tillage in a clean pair. The high competitive ability of winter cereals in relation to weed vegetation is noted. The processing with a flat disk harrow helped to reduce the degree of weediness of winter grain crops, the number of weed plants was in the range of 6-30 pcs/m<sup>2</sup> at the level of the economic threshold (EPO) for plants.

*Key words: winter crops, steam processing, productivity, plowing, subsurface plowing, disking.*

**References**

1. Andreeva T.V. Ocenka ehkonomicheskoy ehffektivnosti investitsij sel'hozproiz-voditelya v resursosberegayushchie tekhnologii (Assessment of economic efficiency of investments of agricultural producers in resource-saving technologies), *Nauka i proizvodstvo Urala*, 2015, № 11, pp. 183-187.
2. Beybit N. N. Ways of Increasing the Grain Crops Yield under the Farming Biologization, *Life Science Journal*, 2013, 10(12s), pp. 444-448.
3. Gostev A. V. Aspekty resursoberezheniya v agrotekhnologiyah vozdeleyvaniya zemnykh kul'tur (Aspects of resource saving in agricultural technologies of cultivation of grain crops), *AGROSNABFORUM*, 2017, № 6, pp.48-52.
4. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovaniy) (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research)), Moskva, Al'yans, 2011, 352 p.
5. Ilinskaya I. N. Accumulation of soil moisture in winter wheat cultivation on slopes of ordinary chernozems of the Rostov oblast, *Russian Agricultural Sciences*, May 2017, Vol. 43, Issue 3, pp. 244-248.
6. Korchagin V.A., Goryanin O.I., Novikov V. G. Resursosberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы vozdeleyvaniya yarovoj pshenicy v stepnykh rajonakh Srednego Povolzh'ya (Resource-saving technological complexes of spring wheat cultivation in the steppe regions of the Middle Volga region), *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2005, № 5-1, pp. 37-39.

7. Latysheva A.I., Upilkova ZH.A., Ustinova S.V. Regional'nyj zernovoj rynek: sostoyanie, perspektivy razvitiya v Permskom krae i v Sverdlovskoj oblasti (Regional grain market: state and prospects of development in the Perm region and Sverdlovsk region), *Agrarnoe obrazovanie i nauka*, 2017, № 3, pp. 22.
8. Lentochkin A. M. Zasoryomost' posevov yarovoj pshenicy v zavisimosti ot priyomov zyablevoj obrabotki pochvy (The contamination of crops of spring wheat depending on methods of pre-winter tillage), *Zashchita i karantin rastenij*, 2015, № 12, pp. 29-32.
9. Lentochkin A.M., SHirobokov L.A., Lentochkina L.A. Ehhfektivnost' sistem ob-rabotki pochvy v tekhnologii vyrashchivaniya yarovoj pshenicy (Efficiency of tillage systems in the technology of growing spring wheat), *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*, 2015, T. 29, № 5, pp. 54-56.
10. Upgraded Technology and Equipment for Soil Processing and Sowing in Extreme Conditions, Mazitova N. K. [et al], *Russian Agricultural Sciences*, January 2015, Vol. 41, Issue 1, pp. 75–79.
11. Polyanskaya N.A. Povyshenie ehffektivnosti proizvodstva zerna na osnove re-sursosbergayushchih tekhnologij (Improving the efficiency of grain production on the basis of resource-saving technologies), *Vestnik NGIEHI*, 2012, № 5, pp. 77-93.
12. Postnikov P.A., Vasina O.V., Popova V.V. Minimalizaciya obrabotki pochvy v zemotravyannom sevooborote (Minimization of soil tillage in grain-grass crop rotation), *APK Rossii*, 2017, Tom 24, № 2, pp. 333-337.
13. Prudnikova A.S., Medvedeva I.N., Kamenskih N.YU. Vliyanie priemov zashchity ot boleznej na urozhajnost' zerna ovsy v Predural'e (Influence of methods of protection against diseases on grain yield of oats in the Urals), *Permskij agrarnyj vestnik*, 2013, № 3 (3), pp. 11-15.
14. Sokolova L.S. Ehhkonomicheskie problemy tekhnologicheskogo osnashcheniya i innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii (Economic problems of technological equipment and innovative development of agro-industrial complex of Russia), *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2013, № 2, pp. 68-72.
15. Tikhonova O.S., Fatyhov I.Sh. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan ozimyh zernovyh kul'tur na kachestvo zerna v Srednem Predural'e (Influence of pre-sowing treatment of seeds of winter grain crops on the quality of grain in The middle Urals), *Sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu Permskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozyajstvennoj akademii (Innovacionnomu razvitiyu APK – nauchnoe obespechenie)*, 2010, pp. 226-229.
16. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Federal state statistics service), URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi> (Data obrashcheniya: 25.07.2017).
17. Fatyhov I.SH., Babajceva T.A., Peremecheva I.V. Formirovanie urozhajnosti sortov ozimoy pshenicy v Srednem Predural'e (Formation of productivity of winter wheat varieties in The middle Urals), monografiya, Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2009, 197 p.
18. Cuglenok G.I., Kozulina N.S. Kurnosenko O.A., Resursosbergayushchie tekhnologii pri vyrashchivanii zernovyh kul'tur (Resource-saving technologies for growing grain crops), *Sbornik statej po materialam mezhdunarodnoj (zaочноj) nauchno-prakticheskoy konferencii (Ehkologiya, okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: XXI vek)*, 2014, pp. 46-49.
19. Yaganova, N.N. Ehhfektivnost' alkamona DSU pri protravlivanii semyan yarovoj pshenicy v Predural'e (Efficiency of alkamine DSU in the seed treatment of spring wheat in the Urals), *Sb. nauch. tr., Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. uchenyh i specialistov, posvyashchennoj 85-letiyu vysshego agronomicheskogo obrazovaniya na Urale (Permskij agrarnyj vestnik)*, Perm', Izd-vo PGSKHA, 2004, CH. 1, pp. 64-69.

УДК 633.2.031/.033

## ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ПОСЕВА НА КОРМОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**Ж. С. Нелюбина**, канд. с.-х. наук;

**Н. И. Касаткина**, канд. с.-х. наук;

Удмуртский НИИСХ – Филиал ФГБУН «Удмуртский ФИЦ УрОРАН»,

ул. Ленина, д. 1, с. Первомайский, Завьяловский район, Удмуртская республика, Россия, 427007

E-mail: [ugniish@yandex.ru](mailto:ugniish@yandex.ru)

*Аннотация.* В связи с актуальностью задач по энергосбережению и увеличению производства высокобелковых кормов одной из перспективных бобовых культур является лядвенец рогатый, способный произрастать на почвах с повышенной кислотностью, обладающий высокой

зимостойкостью и засухоустойчивостью, а также отличным качеством корма. В условиях Удмуртской Республики на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах были проведены исследования по изучению кормовой продуктивности лядвенца рогатого в зависимости от состава травосмеси (2003-2008 гг.), а также от агротехнических приемов (2011-2017 гг.). Выявлено, что лядвенец в одновидовом агрофитоценозе формировал наибольшую урожайность сухой массы (4,9-5,2 т/га) при использовании следующих агротехнических приемов: посев без покрова, ширококорядным способом с нормой высева 6-7 млн шт. всх. семян/га, либо обычным рядовым способом с нормой 8-9 млн шт. всх. семян/га. Смешанные посевы лядвенца рогатого с тимopheевой луговой и клевером луговым обеспечивали кормовую продуктивность на уровне 8,1-9,4 т/га. Урожайность сухого вещества агрофитоценозов с лядвенцем находилась в прямой средней и сильной корреляционной зависимости от густоты травостоя ( $r = 0,54 \dots 0,84$ ) и высоты растений ( $r = 0,52 \dots 0,96$ ).

*Ключевые слова:* лядвенец рогатый, одновидовый агрофитоценоз, смешанный агрофитоценоз, урожайность, сухое вещество, структура урожайности, корреляция.

**Введение.** Особенностью кормопроизводства Среднего Предуралья является то, что в основном оно базируется на выращивании кормов на пашне. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.*) – многолетняя бобовая культура, пригодная для скармливания всем видам животных, способная произрастать и фиксировать азот воздуха на малопродуктивных почвах с повышенной кислотностью (4,5-5,0), обладающая высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и долговечностью [1-3]. Сено лядвенца хорошо поедается всеми видами животных, по облиственности и нежности не уступает селу из клевера и люцерны. Кормовая продуктивность лядвенца составляет 5,6-9,0 т/га сухого вещества [1, 4, 5].

Лядвенец является хорошим компонентом в бобово-мятликовых смесях, так как не вытесняет другие травы [6, 7]. Возделывание травосмесей имеет ряд преимуществ, которые сводятся к следующим основным параметрам: повышение сбора зеленой массы и сухого вещества, сбалансированность кормовой массы по сахаропротеиновому отношению и энергии, значительная устойчивость и продолжительность использования бобовых травостоев [8-10].

Биологическими особенностями лядвенца рогатого являются его слабая теневыносливость и низкая конкурентоспособность к сорной растительности ввиду отсутствия вегетативного размножения [1, 2, 4]. Поэтому, выбор покровной культуры является важнейшим приемом возделывания этой культуры. Оптимальный способ посева и норма высева также играют немаловажную роль в формировании кормовой продуктивности и снижении себе-

стоимости получаемых кормов. Для успешного внедрения лядвенца рогатого в сельскохозяйственное производство Удмуртской Республики актуальным является изучение элементов технологии его возделывания на корм в чистом виде и смешанных агрофитоценозах. Цель наших исследований – изучить кормовую продуктивность лядвенца рогатого в зависимости от агротехнических приемов при четырёхлетнем использовании. Задачи исследований заключались в определении урожайности сухого вещества лядвенца рогатого в зависимости от покровной культуры, способа посева, нормы высева, видового состава агрофитоценозов; обосновании полученной урожайности структурой.

**Методика.** Исследования по изучению влияния покровных культур, способов посева и норм высева на кормовую продуктивность лядвенца рогатого проводили в 2011-2017 гг. (закладки 2010, 2011, 2013 гг.) в экспериментальном севообороте Удмуртского НИИСХ. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы опытных участков: содержание гумуса – 1,9-2,0 %;  $pH_{KCl}$  – 4,8-6,2;  $P_2O_5$  – 201-453 мг/кг;  $K_2O$  – 160-315 мг/кг. Технология возделывания лядвенца рогатого сорта Солнышко на корм была построена на основе рекомендаций оригинатора сорта ФГБНУ НИИСХ Северо-Востока [4]. Опыт трёхфакторный, заложен в четырёхкратной повторности, методом расщеплённых делянок. Первый фактор – покровные культуры (яровая пшеница, ячмень, овес, убираемые на зерно, горохо-овсяная смесь, возделываемая на зелёный корм). Второй фактор – способ посева: ширококорядный (30 см) и обычный ря-

довой (15 см). Третий фактор – норма высева семян лядвенца (для широкорядного посева – 5, 6, 7 млн шт./га; для обычного рядового посева – 8, 9, 10 млн шт./га). За контрольный вариант взят посев лядвенца без покрова с нормой высева при широкорядном способе 5 млн шт./га, обычном рядовом – 8 млн шт./га. Нормы высева покровных зерновых культур были снижены на 30% по сравнению с рекомендуемыми для условий Среднего Предуралья.

Исследования по изучению кормовой продуктивности одновидовых и смешанных агрофитоценозов лядвенца рогатого проводили в 2003-2008 гг. (закладки 2002, 2004 гг.). Опыт однофакторный, заложен в четырёхкратной повторности, со смещением делянок. Посев лядвенца Солнышко и его травосмесей с клевером луговым и тимофеевкой луговой проведён беспокровно обычным рядовым способом с нормой высева 12 млн всхожих семян на 1 га в чистом виде и 6-9 млн в травосмесях. Во всех вариантах проводили ежегодную весеннюю подкормку минеральными удобрениями из расчета  $P_{60}K_{60}$ . Все наблюдения и исследования были проведены в соответствии с общепринятыми методиками [11], статистическая обработка данных – методом дисперсионного анализа [12].

**Результаты.** При благоприятных условиях лядвенец рогатый способен давать до трех

укосов зеленой массы за вегетационный период [2, 6]. В наших исследованиях лядвенец ежегодно обеспечивал два укоса зеленой массы. В первый год пользования, в зависимости от изучаемых агротехнических приемов, его урожайность составила 2,6-3,7 т/га сухого вещества. Наибольшую кормовую продуктивность лядвенец формировал при посеве без покровной культуры, что аналогично исследованиям других авторов [2, 4]. Посев обычным рядовым способом обеспечивал повышение сбора сухой массы на 0,3 т/га (при  $НСР_{05} = 0,2$  т/га), по сравнению с широкорядным способом посева. Увеличение нормы высева лядвенца до 7 млн шт. всх. семян/га при широкорядном посеве достоверно повысило его продуктивность на 0,4 т/га (табл. 1).

Во второй год пользования сбор сухого вещества лядвенца составил 4,5-5,8 т/га. Наибольшая урожайность (5,3-5,5 т/га) получена при посеве лядвенца без покрова, а также под покров овса и горохо-овсяной смеси, высеваемой на зеленый корм. Способ посева оказал одинаковое влияние на продуктивность лядвенца. Анализ изучаемых норм высева показал, что посев широкорядным способом с нормами 6 и 7 млн шт. всх. семян/га способствовал увеличению сбора сухого вещества на 1,0 т/га (при  $НСР_{05}$  главных эффектов – 0,5 т/га).

Таблица 1

Урожайность лядвенца рогатого в зависимости от агротехнических приемов, т/га сухого вещества (в среднем по трем закладкам, 2011-2017 гг.)

Агротехнический прием	Вариант	Год пользования травостоем				В среднем
		1	2	3	4	
Покровная культура (фактор А)	Без покрова (к)	3,7	5,5	6,1	5,5	5,2
	Яровая пшеница	2,6	4,8	5,4	5,3	4,5
	Ячмень	3,1	5,1	6,0	5,2	4,8
	Овес	2,8	5,3	5,5	5,2	4,7
	Горохо-овсяная смесь на з/к	2,8	5,8	5,1	5,6	4,8
$НСР_{05}$ главных эффектов		0,5	0,5	0,5	$F\phi < F_T$	0,2
Способ посева (фактор В)	Широкорядный	2,9	5,2	5,6	5,4	4,8
	Обычный рядовой (к)	3,2	5,4	5,8	5,3	4,9
$НСР_{05}$ главных эффектов		0,2	$F\phi < F_T$	$F\phi < F_T$	$F\phi < F_T$	$F\phi < F_T$
Норма высева, млн. шт./га (фактор С)	5 (к)	2,7	4,5	5,3	5,3	4,5
	6	2,9	5,5	5,5	5,5	4,9
	7	3,1	5,5	5,9	5,5	5,0
	8 (к)	3,1	5,6	5,9	5,3	4,9
	9	3,2	5,5	6,1	5,3	5,0
	10	3,2	5,2	5,6	5,3	4,8
$НСР_{05}$ главных эффектов		0,3	0,5	0,4	$F\phi < F_T$	0,1

Урожайность сухой массы лядвенца в третий год пользования составила 5,1-6,1 т/га. На уровне контрольного варианта (посев без покрова – 6,1 т/га) урожайность лядвенца получена при его посеве под ячмень (6,0 т/га). В зависимости от способа посева кормовая продуктивность лядвенца не изменялась. Отмечено увеличение сбора сухого вещества при посеве широкорядным способом с нормой высева 7 млн шт. всх. семян/га на 0,6 т/га (НСР<sub>05</sub> главных эффектов – 0,4 т/га). При обычном рядовом способе посева увеличение норм высева не способствовало увеличению урожайности лядвенца. К четвертому году пользования урожайность сухой массы осталась на уровне 2-3 года пользования (5,2-5,6 т/га), но существенных отличий по изучаемым факторам выявлено не было. В среднем за четыре года пользования выявлено, что наибольшая кормовая продуктивность лядвенца рогатого за два укоса была получена при его посеве без покрова (5,2 т/га), широкорядным способом с нормой высева 6-7 млн шт. всх. семян/га (4,9-5,0 т/га), а также обычным рядовым способом с нормой 8-9 млн шт. всх. семян/га (4,9-5,0 т/га).

Анализ взаимодействия изучаемых факторов показал, что урожайность сухого вещества лядвенца рогатого была наибольшей (5,3-5,5 т/га при НСР<sub>05</sub> частных различий –

0,5 т/га) при его посеве без покровной культуры обычным рядовым способом с нормой высева 8-10 млн шт. всх. сем./га.

Изучение основных элементов структуры урожайности многолетних трав (количество стеблей, высота растений, их облиственность) показывает, за счёт чего происходило формирование урожайности. Густота стеблестоя изменялась не только в зависимости от агротехнических приемов, но и по годам пользования. В первый год пользования данный показатель был наибольшим – 961 шт./м<sup>2</sup> (среднее по двум укосам) при беспокровном посеве лядвенца, что положительно повлияло на формирование его кормовой продуктивности. Наиболее низкая густота стеблестоя (586 шт./м<sup>2</sup>) в этот год была зафиксирована при посеве лядвенца под горохо-овсяную смесь, убираемую на зеленый корм (табл. 2).

Увеличение норм высева лядвенца не способствовало повышению плотности его стеблестоя в первый год пользования. Во второй-третий год пользования растения лядвенца рогатого хорошо раскустились, и количество стеблей на 1 м<sup>2</sup> достигло 907-1111 шт./м<sup>2</sup>. Наибольшая урожайность лядвенца формировалась в вариантах с высокой густотой стеблестоя. К четвертому году пользования плотность стеблестоя лядвенца снизилась до 780-939 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 2

Густота стеблестоя лядвенца рогатого в зависимости от агротехнических приемов (в среднем по трем закладкам, 2011-2017 гг.), шт./м<sup>2</sup>

Агротехнический прием	Вариант	Год пользования травостоем				В среднем
		1	2	3	4	
Покровная культура (фактор А)	Без покрова (к)	961	1011	1077	880	982
	Яровая пшеница	810	965	1003	796	894
	Ячмень	804	1024	961	832	905
	Овес	637	1049	948	780	854
	Горохо-овсяная смесь на з/к	586	1046	977	939	887
Способ посева (фактор В)	Широкорядный	753	1010	950	835	887
	Обычный рядовой (к)	744	1037	1033	843	914
Норма высева, млн. шт./га (фактор С)	5 (к)	795	918	907	842	866
	6	785	974	943	840	886
	7	747	1111	1008	864	933
	8 (к)	780	958	977	827	886
	9	730	1080	1074	883	942
	10	721	1074	1049	819	916

В среднем за четыре года пользования количество стеблей лядвенца рогатого было на уровне 854-982 шт./м<sup>2</sup>. Именно густота стеблестоя оказывала значительное влияние

на формирование урожайности в выделенных вариантах: посев лядвенца без покрова (982 шт./м<sup>2</sup>), широкорядным способом с нормой высева 6-7 млн шт. всх. семян/га (886-

933 шт./м<sup>2</sup>) и обычным рядовым способом с нормой 9 млн шт. всх. семян/га (942 шт./м<sup>2</sup>). Высота растений лядвенца в зависимости от изучаемых агроприемов значительно не изменялась и составила 34-36 см. Облиственность лядвенца достигала 46-47 %.

Многолетние исследования указывают на целесообразность возделывания агрофитоценозов многолетних бобовых трав в смеси со злаковыми. Травосмеси в большинстве случаев превосходят одновидовые посева по урожайности, сбалансированности элементов питания (лучшим соотношением белка и углеводов), более долговечны, легко высушиваются и силосуются. Многовидовые фитоценозы лучше приспособлены к колебаниям водного режима и температуры, у них большая устойчивость к болезням и меньшая опасность развития вредителей [6, 10, 13].

Наши исследования подтверждают вышесказанное. Так, выявлено, что урожайность сухой массы смешанных агрофитоценозов лядвенца в первый год пользования в сумме за два укоса была достаточно высокой – 9,3-11,7 т/га. При этом травосмеси лядвенец + тимOFFеевка и лядвенец + клевер + тимOFFеевка

обеспечили достоверную прибавку урожайности на 1,6-2,4 т/га (НСР<sub>05</sub> – 0,3 т/га) по сравнению с одновидовым посевом лядвенца. Во второй и третий годы пользования смешанные посева также превосходили контроль на 1,7-2,7 т/га и 1,0-3,0 т/га соответственно (табл. 3).

К четвертому году пользования отмечено снижение сбора сухого вещества до 4,8-6,4 т/га. При этом только тройная травосмесь лядвенца с клевером и тимOFFеевкой смогла обеспечить существенную прибавку урожайности на 1,0 т/га (НСР<sub>05</sub> – 0,4 т/га). Продуктивность смеси лядвенца с клевером луговым была на уровне контрольного варианта, смеси лядвенца с тимOFFеевкой – ниже на 0,6 т/га.

В среднем за четыре года пользования сохранилась закономерность увеличения урожайности сухой массы при возделывании смешанных агрофитоценозов лядвенца рогатого. Их продуктивность была выше на 1,0-2,3 т/га (НСР<sub>05</sub> – 0,6 т/га) по сравнению с урожайностью одновидового посева лядвенца (7,1 т/га). Наиболее урожайной (9,4 т/га) оказалась тройная травосмесь лядвенца с клевером и тимOFFеевкой.

Таблица 3

Урожайность сухого вещества и густота стеблестоя в агрофитоценозах с лядвенцем рогатым (в среднем по двум закладкам, 2003-2008 гг.)

Вариант	Год пользования травостоем				В среднем
	1	2	3	4	
Урожайность сухого вещества, т/га					
Лядвенец (к)	9,3	7,0	6,8	5,4	7,1
Лядвенец + клевер луговой	9,5	8,7	8,5	5,8	8,1
Лядвенец + тимOFFеевка луговая	10,9	8,9	7,8	4,8	8,1
Лядвенец + клевер + тимOFFеевка	11,7	9,7	9,8	6,4	9,4
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,3	0,5	0,4	0,6
Густота стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>					
Лядвенец (к)	1797	1669	1080	784	1332
Лядвенец + клевер луговой	550	515	525	531	530
Лядвенец + тимOFFеевка луговая	397	313	273	125	277
Лядвенец + тимOFFеевка луговая	1089	932	782	639	860
Лядвенец + клевер + тимOFFеевка	696	612	637	616	649
Лядвенец + клевер + тимOFFеевка	446	417	411	375	412
Лядвенец + клевер + тимOFFеевка	156	346	115	95	178
Лядвенец + клевер + тимOFFеевка	838	677	549	518	645

Густота стеблестоя лядвенца (среднее по двум укосам) в одновидовом посеве составила в первый год пользования 1797 шт./м<sup>2</sup>, постепенно снижаясь до 784 шт./м<sup>2</sup> к четвертому году пользования, что и сказалось на формировании кормовой продуктивности. В смешанных агрофитоценозах суммарное количе-

ство стеблей в первый год пользования находилось на уровне 947-1785 шт./м<sup>2</sup>, в четвертый – 656-1255 шт./м<sup>2</sup>. Необходимо отметить, что в смесях лядвенец + клевер луговой и лядвенец + клевер луговой + тимOFFеевка луговая количество стеблей лядвенца на протяжении четырех лет пользования было достаточно вы-

соким и практически не снижалось – 515-550 шт./м<sup>2</sup> и 375-446 шт./м<sup>2</sup> соответственно.

В среднем за годы исследований густота стеблестоя в одновидовом посеве составила 1332 шт./м<sup>2</sup>, в смешанных агрофитоценозах – 807-1509 шт./м<sup>2</sup>. Изучение данного элемента структуры урожайности показало, что в тройной травосмеси лядвенца с клевером и тимофеевкой сложилось оптимальное сочетание стеблей всех компонентов смеси, что положительно повлияло на формирование кормовой продуктивности.

Высота растений лядвенца находилась в пределах 36-39 см, в разных травосмесях она изменялась незначительно. Наиболее высоким компонентом смесей была тимофеевка луговая – 45-46 см, высота клевера достигала 41-42 см. Облиственность лядвенца составляла 42-45 %, клевера лугового – 42-44 %, тимофеевки – 49-51%.

При корреляционном анализе полученных данных была выявлена прямая сильная корреляционная связь ( $r = 0,76...0,80$ ) урожайности сухого вещества лядвенца в одновидовом посеве и густоты стояния растений. Урожайность сухого вещества в смешанных агрофитоценозах с лядвенцем находилась в

прямой средней и сильной корреляционной зависимости от густоты травостоя ( $r = 0,54...0,84$ ) и от высоты растений ( $r = 0,52...0,96$ ).

**Выводы.** Таким образом, в условиях Среднего Предуралья лядвенец рогатый может успешно возделываться на кормовые цели как в одновидовых, так и в смешанных агрофитоценозах в течение четырёх лет пользования. При возделывании лядвенца в чистом виде наибольшая урожайность сухой массы (4,9-5,2 т/га) получена с использованием агротехнических приемов: посеве без покрова, широкорядным способом с нормой высева 6-7 млн шт. всх. семян/га либо обычным рядовым способом с нормой 8-9 млн шт. всх. семян/га. Смешанные посевы лядвенца рогатого с тимофеевкой луговой и клевером луговым обеспечивали кормовую продуктивность на уровне 8,1-9,4 т/га. Урожайность сухого вещества в агрофитоценозах с лядвенцем находилась в прямой средней и сильной корреляционной зависимости от густоты травостоя ( $r = 0,54...0,84$ ) и высоты растений ( $r = 0,52...0,96$ ).

#### Литература

1. Киселев Н.П., Кормициков А.Д., Никифорова Е.В. Вятские клевера. Киров: Вятка, 1995. 276 с.
2. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. Лядвенец рогатый в черноземной лесостепи: монография / под ред. В. А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. 233 с.
3. Pelikan J. Yield evaluation of varieties from the world collection of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) // Plant Soil Environ., 2002. № 48. P. 265-270.
4. Тумасова М.И., Грипась М.И., Устюжанин И.А. Технология возделывания лядвенца рогатого на корм и семена. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2004. 49 с.
5. Churkova B., Bozhanska T., Naydenova Y. Feeding value of bird's-foot trefoil (*lotus corniculatus* L.) cultivar under conditions of the central northern part of Bulgaria // Banat's Journal of Biotechnology, 2016. VII (14). P. 38-45.
6. Подбор травосмесей на основе козлятника восточного и лядвенца рогатого для условий Костромской области [Иванова М.В. и др.] // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2006. № 6. С. 11-15.
7. Фигурин В.А. Продуктивные травосмеси на почвах с сильной степенью кислотности // Земледелие, 2014. № 2. С. 30-32.
8. Фигурин В.А., Сунцова Н.П., Кислицына А.П. Питательность кормовой массы травосмеси лядвенца рогатого с тимофеевкой луговой в зависимости от режимов использования // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 4 (53). С. 33-37.
9. Современное состояние и основные направления развития травосеяния и семеноводства кормовых трав в России [Переpravо Н.И. и др.] // Адаптивное кормопроизводство, 2014. № 1. С. 12-21.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / под. ред. Ю.К. Новосёлова. М.: РАСХН, 1997. 155 с.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
12. Зубарев Ю. Н. Вопросы полевого травосеяния в Предуралье. М.: МСХА, 2003. 276 с.
13. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D. Plant cell walls fiber components analysis and digestibility of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in the vegetation // Agricultural Science and Technology, International Journal Published by Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria, 2013. № 5, 2. P. 164-167.

## CULTIVATION OF BIRD'S-FOOT TREFOIL FOR FODDER PURPOSES IN ONE-SPECIES AND MIXED AGROPHYTOCENOSIS

Zh. S. Nelyubina, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher

N. I. Kasatkina, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher

"Udmurt Research of Agriculture" – Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science "Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", Izhevsk, Russia

1, Lenina St., Pervomaysky, Zavyalovsky District, Udmurt Republic, Russia, 427007

E-mail: [ugniish-nauka@vandex.ru](mailto:ugniish-nauka@vandex.ru)

### ABSTRACT

In connection with the topicality of energy saving tasks and increasing the production of high-protein fodder, one of the promising legumes is bird's-foot trefoil, capable of growing on soils with high acidity, having high winter hardiness and drought resistance, and also excellent fodder quality. Experiments on the study of the fodder productivity of bird's-foot trefoil depending on the composition of the grass mixture (2003-2008) and also on agrotechniques (2011-2017) were carried out in conditions of the Udmurt Republic on sod-podzolic medium loamy soils. It was revealed that trefoil in the one-species agrophytocenosis formed the highest yield of dry matter (4.9-5.2 t / ha) using the following agrotechnical methods: sowing without cover, with a wide-row method with a seeding rate of 6-7 million pieces of fertile seeds per hectare, or ordinary row method with a rate of 8-9 million pieces of fertile seed per hectare. Mixed sowings of bird's-foot trefoil with timothy grass and meadow clover provided fodder productivity at the level of 8.1-9.4 t / ha. The yield of dry matter of agrophytocenoses with trefoil was in the direct average and strong correlation dependence on the grass stand density ( $r = 0.54 \dots 0.84$ ) and plant height ( $r = 0.52 \dots 0.96$ ).

*Key words: bird's-foot trefoil, one-species and mixed agrophytocenosis, yield of dry matter, yield structure, correlation.*

### References

1. Kiselev N.P., Kormshhikov A.D., Nikiforova E.V. Vyatskie klevy (Vyatka clovers), Kirov, Vyatka, 1995, 276 p.
2. Obrazczov V.N., Shhedrina D.I. Lyadvencz rogaty'j v chernozemnoj lesostepi: Monografiya (Bird's-foot trefoil in the chernozem forest-steppe: monograph), pod red. V. A. Fedotova, Voronezh, FGBOU VPO Voronezhskij GAU, 2012, 233 p.
3. Pelikan J. Yield evaluation of varieties from the world collection of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.), Plant Soil Environ, 2002, No. 48, pp. 265-270.
4. Tumasova M.I., Gripas' M.N., Ustyuzhanin I.A. Tekhnologiya vozdelevaniya lyadvencza rogatogo na korm i semena (Technology of cultivating bird's-foot trefoil for forage and seeds), Kirov, Zonalnyi NIISX Severo-Vostoka im. N.V. Rudniczkogo, 2004, 49 p.
5. Churkova B., Bozhanska T., Naydenova Y. Feeding value of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) cultivar under conditions of the central northern part of Bulgaria, Banat's Journal of Biotechnology, 2016, VII (14), pp. 38-45.
6. Podbor travosmesey na osnove kozlyatnika vostochnogo i lyadvencza rogatogo dlya uslovij Kostromskoj oblasti (Selection of grass mixtures on the basis of eastern galega and bird's-foot trefoil for the conditions of the Kostroma region) [Ivanova M.V. i dr.], Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova, 2006, No. 6, pp. 11-15.
7. Figurin V.A. Produktivnye travosmesi na pochvax s silnoj stepenyu kislotnosti (Productive grass mixtures on soils with a strong degree of acidity), Zemledelie, 2014, No. 2, pp. 30-32.
8. Figurin V.A., Sunczova N.P., Kislicyna A.P. Pitatelnost' kormovoj massy travosmesi lyadvencza rogatogo s timo-feevkoj lugovoj v zavisimosti ot rezhimov ispolzovaniya (Food value of fodder mass of bird's-foot trefoil with timothy grass, depending on the regimen of use), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2016, No. 4 (53), pp. 33-37.
9. Sovremennoe sostoyanie i osnovnye napravleniya razvitiya travoseyaniya i semenovodstva kormovykh trav v Rossii (The current state and the main directions of development of grass-growing and seed-growing of forage grasses in Russia) [Perepravo N.I. i dr.], Adaptivnoe kormoproizvodstvo, 2014, No. 1, pp. 12-21.
10. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami (Methodical instructions for conducting field experiments with fodder crops), pod. red. Yu.K. Novosyolova, Moscow, RASXN, 1997, 155 p.

11. Dospexov B. A. Metodika polevogo opy'ta (Methodology of field experiment), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
12. Zubarev Yu. N. Voprosy polevogo travoseyaniya v Preduralie (Issues of field grass seeding in the Cis-Ural region), Moscow, MSXA, 2003, 276 p.
13. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D. Plant cell walls fiber components analysis and digestibility of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in the vegetation, Agricultural Science and Technology, International Journal Published by Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria, 2013, No. 5, 2, pp. 164-167.

УДК 631.526.32:633.313/311:631.527:636.085.2(470.54)

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ УРАЛА

**М. А. Тормозин**, канд. с.-х. наук;

**А. Е. Нагибин**, канд. с.-х. наук;

**А. А. Зырянцева**, научный сотрудник,

ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – филиал Уральский НИИСХ,

620061, г. Екатеринбург, п. Исток, ул. Главная, 21

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

*Аннотация.* В статье представлена информация об урожайности, химическом составе и питательности зеленой массы люцерны в коллекционном питомнике разных лет. Коллекционный питомник был заложен в 2015 году, при летнем беспокровном посеве изучались сорта отечественной и зарубежной селекции, всего 21 сорт. На второй год жизни (2016 г.) быстрым ростом весной характеризовались сортообразцы люцерны синей (посевной): из Дании — Relaks, Fortuna, SuperNova, Gibraltar; из Нидерландов — Artemis, Alfa; отечественные сорта (представлены люцерной изменчивой) — Находка, Уралочка, Дарья. На третий год жизни (2017 г.) быстрыми темпами отрастания характеризовались сортообразцы люцерны синей (посевной): из Нидерландов — Artemis, Alfa; отечественные сорта (представлены люцерной изменчивой) — Сарга, Уралочка, Виктория. Большинство зарубежных сортообразцов к периоду уборки сформировали зеленые бобики с невызревшими семенами. Масса семян с одного растения была низкой, от 0,89 до 7,96 г. Содержание протеина, как правило, в первом укосе чуть меньше (17,0-21,7 %), чем во втором (17,9-22,8 %). Следует подчеркнуть, что люцерна имеет высокое содержание кальция и низкое — фосфора. По обеспеченности кормовыми единицами в 1 кг сухого вещества (СВ), позволяющего сравнивать общую питательность растительной массы в первом укосе, выделились: Виктория, Дарья, Alfa, во втором укосе — Сарга, Вела, Verko. В 2018 году (4-ый год жизни) быстрые темпы отрастания отмечены у образцов отечественной селекции — Виктория, Изумруд, Дарья. Выделившиеся сортообразцы могут быть использованы в селекционном процессе.

*Ключевые слова:* люцерна, урожайность, семена, корм, питательная ценность, химический состав, сырой протеин, облиственность.

**Введение.** Люцерна (*Medicago varia* Mart.) является важнейшей кормовой сельскохозяйственной культурой, одной из самых селективируемых в мире [1-3]. Только в Соединённых Штатах Америки учёные ежегодно предлагают производству более 30 новых сортов люцерны, адаптированных к различным

почвенно-климатическим, экономическим и хозяйственным условиям (в 2013 году – 91 сорт, в 2014 – 47, в 2015 году – 37 сортов) (North American Alfalfa Improvement Conference) [4].

На сегодняшний день для использования в Волго-Вятском регионе допущено 20 сортов

люцерны изменчивой [5], в том числе в Свердловской области — 7, из которых Уральской селекции 3 сорта — Сарга, Уралочка и Виктория, районированная с 2017 года.

Люцерна известна своей высокой питательной ценностью: в 100 кг зелёной массы люцерны содержится 21,7 кормовых единиц и 4,1 кг перевариваемого протеина, а в сене, соответственно, 50,2 кормовых единиц и 13,7 кг протеина.

По питательной ценности люцерна превосходит все другие бобовые травы. Так, например, содержание переваримого протеина в зелёной массе эспарцета — 2,8 %, у клевера лугового — 2,7 %, а у люцерны — 3,6 % [6, 7, 8]. Белок люцерны является полноценным по фракционному и аминокислотному составу.

По данным И.С. Попова [9], в одном килограмме сена люцерны содержится 4,8 г лизина, 3,7 г тирозина, 2,3 г триптофана, 2,4 г гистидина, 4,4 г цистина, 12 г аргинина.

Увеличение производства животноводческой продукции является одной из первоочередных задач, решение которой неразрывно связано с созданием прочной кормовой базы. В настоящее время продуктивность как кормовых культур, так и естественных кормовых угодий характеризуется невысокими показателями, в связи с чем перед сельхозпроизводителями стоит задача увеличения доли кормов, полученных в полеводстве, что возможно за счёт введения в севообороты многолетних бобовых трав, совершенствования технологий их возделывания и повышения урожайности [10, 11].

Несовершенная структура посевных площадей кормовых культур, особенно низкий удельный вес многолетних бобовых трав, при ограниченных материально-технических ресурсах существенно сокращает валовые сборы кормов, протеина, плодородие почвы [12].

*Цель работы* — оценить урожайность, химический состав и питательность зелёной массы люцерны в коллекционном питомнике разных лет.

**Методика.** Коллекционный питомник был заложен в 2015 году, при летнем беспорядочном посеве изучались сорта отечественной и зарубежной селекции, всего 21 сорт. Способ посева широкорядный с нормой высева 0,83 млн шт./га. Исследования выполнены в

Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в отделе селекции и семеноводства многолетних трав ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Госзадания по направлению 150 «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам» по теме № 0772-2018-0002 «Разработка, совершенствование новых методов селекционной работы, создание исходного материала и новых сортов яровых и озимых зерновых, зернобобовых, кормовых культур и картофеля».

Для определения облиственности использовали Методические указания по селекции многолетних трав разработанные ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1978 г.). Для этого отбирали специальную пробу в разных местах делянки общей массой 1 кг и разделяли её на две фракции: листья и стебли.

Исследования проводили на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Содержание гумуса в пахотном слое почвы — 3,51-4,30 %, легкогидролизующего азота — 98-113, подвижного фосфора — 325-510, обменного калия — 39,2-84,0 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований — 24,2-25,1 мг-экв./100 г почвы, рН солевой вытяжки — 5,07-5,23, гидролитическая кислотность — 3,05-5,85 мг-экв./100 г почвы.

Метеоусловия в 2015-2017 гг. заметно отличались от среднемноголетних показателей. Период вегетации люцерны в 2016 г. характеризовался как засушливый; 2017 г. — как достаточно холодный, с большим количеством осадков и недобором суммы эффективных температур (+15°C), что отрицательно сказалось на плодообразовании. Сложившиеся погодные условия в разные годы позволяют объективно оценить пластичность и адаптивность сортообразцов.

**Результаты.** В коллекционном питомнике (посев 2015 г.) в 2016 г. на второй год жизни быстрыми темпами отрастания весной характеризовались сортообразцы люцерны синей (посевной): из Дании — Relaks, Fortuna, SuperNova, Gibraltar; из Нидерландов — Artemis, Alfa; отечественные сорта (представлены люцерной изменчивой) — Находка, Уралочка, Дарья.

Длина стебля у сортообразцов люцерны 2016 г. изменялась от 51,0 до 81,0 см, количество стеблей – от 9 до 25 шт., число бобов на растении составило 5...381 шт. По высоте травостоя выделились зарубежные сортообразцы: Fortuna (Дания) – 81,0 см, Gibraltar (Дания) – 78,5 см. Следует отметить, что большинство зарубежных сортообразцов к периоду уборки достигли фазы зеленых бобиков с невызревшими семенами. Масса семян с

одного растения была низкой, от 0,89 до 7,96 г. Превысили по данному показателю стандарт Сарга (2,88 г) отечественные сорта – Виктория, Уралочка, Таисия, Дарья.

По урожайности зеленой массы и сбору сухого вещества на третий год жизни (2017 г.) превышение над стандартом Сарга было отмечено у зарубежного сорта Artemis – на 3,3 и 6,5 % (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зелёной массы и сбор сухого вещества люцерны 3-го года жизни в коллекционном питомнике (посев 2015 г., учет 2017 г.)

Сорт, происхождение	Урожайность зеленой массы с 10 м <sup>2</sup> , кг				Сбор сухого вещества с 10 м <sup>2</sup> , кг			
	1-й укос	2-й укос	всего	% к st	1-й укос	2-й укос	всего	% к st
Сарга – (st.), Уральский НИИСХ	16,7	7,5	24,2	100,0	3,59	1,64	5,23	100,0
Виктория, Уральский НИИСХ	19,2	9,3	28,5	117,8	3,11	1,91	5,02	96,0
Вела, ВНИИ кормов	4,2	1,8	6,0	24,8	1,05	0,39	1,44	27,5
Находка, ВНИИ кормов, ФГУП Московская селекционная станция	5,8	2,5	8,3	34,3	1,31	0,58	1,89	36,1
Verko, Германия	8,3	7,1	15,4	63,6	1,32	1,72	3,04	58,1
Alfa, Нидерланды	5,0	6,8	11,8	48,8	1,08	1,53	2,61	49,9
Artemis, Нидерланды	15,8	9,2	25,0	103,3	3,57	2,00	5,57	106,5
НСР <sub>05</sub>			1,61				0,33	

Содержание протеина, как правило, в первом укосе чуть меньше (17,0-21,7 %), чем во втором (17,9-22,8 %) (табл. 2).

Содержание жира в первом укосе составляет 2,48-3,80 %, во втором достигает 2,74-3,85 %. Концентрация клетчатки в сухом

веществе в первом укосе была 27,1-30,9 %, а во втором – колебалась от 25,8 до 31,1 %. Содержание золы составляло 7,08-10,47 %.

Следует подчеркнуть, что люцерна имеет высокое содержание кальция и низкое – фосфора.

Таблица 2

Химический состав люцерны 3-го года жизни по укосам в коллекционном питомнике (посев 2015 г., учет 2017 г.)

Сорт	АСВ, %	Содержание в СВ, %							
		протеина	жира	золы	клетчатки	БЭВ	Са	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 укос									
Сарга - (st.)	21,5	18,9	3,22	7,23	30,7	39,9	1,50	0,26	1,57
Виктория	21,0	18,0	2,48	10,47	27,1	42,0	2,26	0,19	1,73
Вела	25,0	18,1	2,92	9,03	27,2	42,7	1,96	0,16	1,61
Находка	22,6	17,0	2,72	8,45	30,2	41,6	1,75	0,28	1,51
Verko	15,9	18,5	3,20	7,08	30,9	40,4	1,24	0,21	1,70
Alfa	21,6	16,8	3,07	7,46	29,6	43,1	1,38	0,20	1,56
Artemis	22,6	20,1	3,17	9,50	29,6	37,6	2,08	0,20	0,93
2 укос									
Сарга - (st.)	24,5	22,8	3,32	7,47	26,8	39,6	1,81	0,32	1,36
Виктория	22,4	19,9	3,33	7,65	30,5	38,7	1,47	0,17	1,69
Вела	21,8	20,4	3,85	7,86	26,7	41,3	1,94	0,26	1,46
Находка	23,2	18,4	3,64	7,57	31,1	39,2	1,60	0,15	1,64
Verko	24,2	19,3	3,08	7,10	25,8	44,7	2,13	0,25	1,57
Alfa	22,5	17,9	2,85	7,28	29,9	42,2	1,91	0,28	1,65
Artemis	21,8	22,3	2,90	8,20	29,7	36,9	2,15	0,24	1,83

По обеспеченности кормовыми единицами в 1 кг СВ, позволяющее сравнивать общую питательность растительной массы в первом укосе, выделились Виктория, Дарья, Alfa, во втором укосе – Сарга, Вела, Verko (табл. 3). По обменной энергии содержание во втором

укосе по сравнению с первым было выше – от 9,3 до 10 МДж/кг СВ, переваримого протеина в 1 к.ед. содержалось в пределах: в первом укосе – от 165 до 228 г, во втором – от 173 до 229 г.

Таблица 3

Питательная ценность люцерны 3-го года жизни по укосам в коллекционном питомнике (посев 2015 г., учет 2017 г.)

Сорт	Валовой энергии, МДж/кг	Обменной энергии, МДж/кг	Кормовых единиц, в 1 кг СВ	Переваримого протеина, %	Переваримого протеина в 1 к. ед., г
1 укос					
Сарга - (st.)	18,9	9,4	0,71	13,7	193
Виктория	18,1	9,4	0,72	12,9	179
Вела	18,4	9,6	0,75	13,0	174
Находка	18,5	9,2	0,69	12,1	176
Verko	18,9	9,3	0,71	13,4	189
Alfa	18,7	9,4	0,72	11,8	165
Artemis	18,6	9,3	0,71	14,8	210
2 укос					
Сарга - (st.)	19,1	10,0	0,81	17,2	212
Виктория	18,9	9,4	0,72	14,6	204
Вела	19,0	10,0	0,80	15,0	187
Находка	19,0	9,3	0,70	13,3	190
Verko	18,8	10,0	0,81	14,1	173
Alfa	18,8	9,4	0,72	12,8	179
Artemis	18,9	9,5	0,73	16,7	229

Одним из значимых показателей, определяющих качество производимых кормов из люцерны, является облиственность культуры, которая обуславливает её кормовые качества. Наибольшее количество белка в растениях люцерны накапливается в листьях (до 25 % сырого протеина на сухое вещество) и превышает содержание его в стеблях в 2-2,5 раза [13-15].

Необходимость исследования такого важного показателя, как облиственность, объясняется ещё и тем, что компания «Varenbrug» (Нидерланды), проводя совещания со специалистами и руководителями хозяйств, не оперируя подкреплёнными фактами, заявляет, что «у люцерны старых сортов (Вега-87, Уралочка и т.д.), листья к моменту уборки желтеют и осыпаются» [16]. Кроме того, базовый вид люцерны во всем мире сейчас представляет люцерна синяя, а не люцерна изменчивая, которую у нас применяют ещё с советских времен.

Хотелось бы возразить приведённым выше высказываниям. Обратимся к биологии культуры: из точки роста образуется главный корень. В нижней части его, при переходе в

корни, формируется зона кущения – «коронка», широко разрастающаяся часть главного стебля.

Коронка погружена в почву на глубину не менее 1,5-2 см. С возрастом растения она еще углубляется за счет образования новых почек в части корня, расположенного ниже коронки. Глубина залегания зоны кущения является признаком, определяющим устойчивость люцерны к неблагоприятным условиям зимне-весеннего периода. Сортотипы синей люцерны менее устойчивы, зона кущения углубляется на 1,5-3 см, сортотипы изменчивой и желтой люцерны более зимостойкие, зона кущения углубляется до 7-10 см. А зимостойкость – это основополагающий фактор, который необходимо учитывать при селекции люцерны в условиях Урала. Кроме того, у сортотипов изменчивой и желтой люцерны междоузлия короче, и их больше, соответственно и облиственность выше.

Исследования, проведенные А.Е. Нагибиным, М.А. Тормозиным и др. [17] в отделе селекции и семеноводства многолетних трав, показали, что в Свердловской области наибо-

лее экстремальные условия для перезимовки многолетних трав сложились зимой 1979/80 гг., когда температура опускалась до - 49 °С. В таких условиях полностью погибали коллекционные и селекционные номера клевера лугового, клевера гибридного, овсяницы тростниковой, ежи сборной. Все сорта люцерны из Европы и Америки по зимостойкости значительно уступали стандарту Красноуфимская 6. Среди районированных сортов, в условиях Свердловской области, по многолетним данным выделились по зимостойкости: Красноуфимская 6, Сарга, Северная гибридная 69, Йыгева 118, Марусинская 425, Хакасская, Сретенская 77, Камалинская 930, Флора, Таежная, Онохойская 6, Кокше. А также уста-

новлено, что реакция задерживаться в росте при понижении температуры и сокращении длины дня более четко выражена у зимостойких сортов. Установлена отрицательная корреляция между высотой отавы на 20-е сутки после скашивания (20 августа) и зимостойкостью ( $r = -0,69 \pm 0,08$ ).

Облиственность в 2017 г. у сортов люцерны 2-го года жизни в первом укосе составила 38-54 %, при этом наибольшая отмечена у образцов: Alfa – 54 %, Сарга – 52 %, Вела – 52 %, в 2018 году на 3-й год жизни она колебалась от 40 до 56 %, а наибольшей была у образцов Сарга – 56 % и Alfa – 52 % (табл. 4, 5).

Таблица 4

Характеристика сортообразцов люцерны в коллекционном питомнике в первом укосе (посев 2015 г., учёт 2017 г.)

Сорт, происхождение	Высота, см	Масса, г		Облиственность, %
		листья	стебли	
Сарга - (st.), Уральский НИИСХ	80,6	520	480	52
Виктория, Уральский НИИСХ	76,6	440	560	44
Вела, ВНИИ кормов	66,6	520	480	52
Находка, ВНИИ кормов, ФГУП Московская селекционная станция	83,3	420	580	42
Verko, Германия	88,3	460	540	46
Alfa, Нидерланды	65,0	540	460	54
Artemis, Нидерланды	70,0	460	540	46

Кроме того, на сортообразцы люцерны посевной большое влияние оказывает режим использования: при двуукосном режиме весной 2018 г. отмечено значительное изреживание травостоя и отставание в росте, что отразилось на урожайности зеленой массы: Alfa –

2 кг/10 м<sup>2</sup>, Verko – 2,5; Saskiya – 4,2. Сортообразцы люцерны изменчивой напротив отличались высокой кустистостью и урожайностью зеленой массы.: Сарга – 13 кг/10 м<sup>2</sup>, Виктория – 10,4; Уралочка – 11.

Таблица 5

Характеристика сортообразцов люцерны в коллекционном питомнике в первом укосе (посев 2015 г., учёт 2018 г.)

Сорт, происхождение	Высота, см	Масса, г		Облиственность, %
		листья	стебли	
Сарга (st.)	71,4	560	440	56
Виктория	73,2	480	520	48
Вела	57,0	440	560	44
Находка	84,6	400	600	40
Verko	67,7	480	520	48
Alfa	67,1	520	480	52
Artemis	76,8	520	480	52

**Выводы.** Выделившиеся сортообразцы могут быть использованы в селекционном процессе как источники качественных признаков при создании высокопродуктивных

форм с высокими кормовыми достоинствами, отвечающих требованиям зоотехнических норм.

## Литература

1. Small E. Alfalfa and relatives: evolution and classification of Medicago. Ottawa, Ontario: NRC Research Press, 2011. 727 p.
2. Charman N., Ballard R.A. Burr medic (*Medicago polymorpha* L.) selections for improved N<sub>2</sub>-fixation with naturalised soil rhizobia // *Soil Biol. Biochem.* 2004. No. 36. Pp.1331–1337
3. Recombination and selection shape the molecular diversity pattern of nitrogen-fixing *Sinorhizobium* sp. associated to *Medicago* / X. Bailly [et al.] // *Molec. Ecol.* 2006. No. 15. Pp.2719–2734.
4. Чернявских В.И. Рекуррентная селекция как основа повышения продуктивности люцерны в Центрально-Чернозёмном регионе // *Кормопроизводство*. 2016. № 12. С. 40–44.
5. Государственный реестр селекционных достижений (сорта растений). Издания. Сорты растений. Люцерна изменчивая — [Электронный ресурс] URL: <http://reestr.gossort.com/reestr/culture/607> (дата обращения 20.07.2018).
6. Козырев А.Х. Кормовая ценность люцерны в зависимости от условий выращивания // *Кормопроизводство*. 2009. № 7. С. 28–31.
7. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 6(2). С. 59–64.
8. Найдович В.А., Попова Т.Н., Крупнов В.А. Зависимость кормовой продуктивности люцерны от атмосферных осадков в засушливом Поволжье // *Доклады российской академии сельскохозяйственных наук*. 2013. № 2. С. 27–29.
9. Попов И.С. Аминокислотный состав кормовых продуктов // *Животноводство*. 1965. № 7. С. 3–15.
10. Дурнев В.И. Продуктивность многолетних бобовых трав при сенокосном использовании // *Кормопроизводство*. 2001. № 7. С.31–32.
11. Дедов А.А. Технология возделывания люцерны синей на кормовые цели // *Кормопроизводство*. 2016. № 12. С. 24–28.
12. Епифанова И.В. Приемы возделывания многолетних бобовых трав на семена и кормовые цели в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис... канд.с.-х. наук. Пенза, 2004. 20 с.
13. Козырев А.Х., Фарниев А.Т., Басаев И.Б. Реализация биологического потенциала люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания. Владикавказ, 2011. 160 с.
14. Новоселов Ю.К., Шпаков А.С., Харьков Г.Д. Полевое кормопроизводство как фактор стабилизации кормовой базы и биологизации земледелия // *Сб. научн. трудов к 75-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В.Р. Вильямса «Кормопроизводство России»*. М., 1997. С. 30–42.
15. Фарниев А.Т., Посьпанов Г.С. Биологическая фиксация азота воздуха, урожайность и белковая продуктивность бобовых культур в Алании. Владикавказ: Иростон, 1997. 210 с.
16. Василенко В. Животноводство Сибири: потенциал за научным подходом // *Агровестник Сибири*. 2018. № 02(119). С. 20–24.
17. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Травы в системе кормопроизводства Урала. Екатеринбург: Изд-во ИПИ Уральский рабочий 2018. 784 с.

## COMPARATIVE STUDY OF ALFALFA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF URAL

**M. A. Tormozin**, Cand. Agr. Sci.;  
**A. E. Nagibin**, Cand. Agr. Sci.;  
**A. A. Zyryantseva**, Researcher  
 FSBSI “Ural Scientific Research Institute of Agriculture”  
 21, Glavnaya St., Yekaterinburg, 620061 Russia  
 E-mail: [tormozinma@mail.ru](mailto:tormozinma@mail.ru)

### ABSTRACT

The article presents information about the yield, chemical composition and nutritional value of the alfalfa's herbage in the seed-plot in different years. The seed-plot was founded in 2015. During the summer coverless sowing, varieties of domestic and foreign selection were studied, 21 in total. In the second year of life (2016), rapid growth in spring was noticed in the following alfalfa varieties (*Medicago Sativa*): from Denmark – Relaks, Fortuna, SuperNova, Gibraltar; from the Netherlands – Artemis, Alfa; domestic varieties (represented by *Medicago Polymorpha*) – Nakhodka, Uralochka, Darya.

In the third year of life (2017), rapid growth was noticed in the following alfalfa varieties (*Medicago Sativa*): from the Netherlands – Artemis, Alfa; domestic varieties (represented by *Medicago Polymorpha*) – Sarga, Uralochka, Victoria. Most of the foreign varieties to the harvest time were formed by green little beans with unripe seeds. The seeds' weight from one plant was low, from 0.89 to 7.96 g. The protein content, as a rule, in the first hay harvest is slightly less (17.0 - 21.7 per cent) than in the second one (17.9 - 22.8 per cent). It should be emphasized that alfalfa has a high content of calcium and a low content of phosphorus. According to the fodder units' provision in 1 kg of dry matter (DM), which allows comparing the total nutritional value of crop in the hay harvest, the next varieties were noticeable: Victoria, Darya, Alfa, in the second one – Sarga, Vela, Verko. In 2018 (the 4th year of life), the rapid growth rates were noticed in the varieties of domestic selection-Victoria, Izumrud, Darya. Separated samples can be used in the selection process.

*Key words: alfalfa, yield, seeds, fodder, nutritional value, chemical composition, crude protein, leaf coverage.*

### References

1. Small E. Alfalfa and relatives: evolution and classification of *Medicago*, Ottawa, Ontario, NRC Research Press, 2011, 727 p.
2. Charman N., Ballard R.A. Burr medic (*Medicago polymorpha* L.) selections for improved N<sub>2</sub>-fixation with naturalised soil rhizobia, *Soil Biol. Biochem.*, 2004. No. 36. Pp. 1331–1337.
3. Recombination and selection shape the molecular diversity pattern of nitrogen-fixing *Sinorhizobium* sp. associated to *Medicago*, X. Bailly [et al.], *Molec. Ecol.*, 2006. No. 15. Pp. 2719–2734.
4. Chernyavskiy V.I. Rekurrentnaya selektsiya kak osnova povysheniya produktivnosti lyucerny v Centralno-Chernozyomnom regione (Recurrent selection as a base to increase in productivity of alfalfa) *Kormoproizvodstvo*, 2016. No. 12. Pp. 40-44.
5. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizhenij (sorta rastenij) (State list of selection achievements) *Izdaniya. Sorta rastenij. Lyucerna izmenchivaya* [Elektronnyy resurs] URL: <http://reestr.gossort.com/reestr/culture/607> (data obrashcheniya 20.07.2018).
6. Kozyrev A.H. Kormovaya cennost' lyucerny v zavisimosti ot uslovij vyrashchivaniya (Feed value of alfalfa depending on cultivation conditions). *Kormoproizvodstvo*, 2009. No 7. Pp. 28-31.
7. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Znachenie kormoproizvodstva v sel'skom hozyajstve (Significance of fodder production in agriculture). *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2013. No 6(2). Pp. 59-64.
8. Najdovich V.A., Popova T.N., Krupnov V.A. Zavisimost kormovoy produktivnosti lyucerny ot atmosferynykh osadkov v zasushlivom Povolzhje (Dependence of feed productivity of alfalfa on precipitation in dry Povolzhie). *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*, 2013. No 2. Pp. 27-29.
9. Popov I.S. Aminokislotnyj sostav kormovykh produktov (Aminoacid composition of feed products). *Zhivotnovodstvo*, 1965. No 7. Pp. 3-15.
10. Durnev V.I. Produktivnost mnogoletnih bobovykh trav pri senokosnom ispolzovanii (Productivity of perennial grass in hay use). *Kormoproizvodstvo*, 2001. No 7. Pp.31–32.
11. Dedov A.A. Tekhnologiya vozdel'yvaniya lyucerny sinej na kormovye tseli (Blue alfalfa cultivation technology for fodder). *Kormoproizvodstvo*, 2016. No 12. Pp. 24–28.
12. Epifanova I.V. Priemy vozdel'yvaniya mnogoletnikh bobovykh trav na semena i kormovye tseli v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzhya (Techniques of perennial legumes for seed and feed under the Middle Povolzhie's forest-steppe conditions). *avtoref. dis... k. s.-h. nauk*, Penza, 2004, 20 p.
13. Kozyrev A.H., Farniev A.T., Basaev I.B. Realizatsiya biologicheskogo potentsiala lyucerny v usloviyakh vertikalnoj zonalnosti RSO-Alaniya (Implementation of biological potential of alfalfa under conditions of vertical zoning RSO-Alaniya), *Vladikavkaz*, 2011, 160 p.
14. Novoselov YU.K., Shpakov A.S., Harkov G.D. Polevoye kormoproizvodstvo kak faktor stabilizatsii kormovoy bazy i biologizatsii zemledeliy (Field fodder production as a factor of sustainability of fodder base and biologization of agriculture). *Sb. nauchn. trudov k 75-letiyu Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kormov imeni V.R. Vilyamsa «Kormoproizvodstvo Rossii»*. Moscow, 1997. Pp. 30-42.
15. Farniev A.T., Posypanov G.S. Biologicheskaya fiksatsiya azota vozduha, urozhajnost i belkovaya produktivnost bobovykh kultur v Alanii (Biological fixing of air nitrogen, yield capacity and protein productivity of legumes in Alaniya). *Vladikavkaz, Iriston*, 1997, 210 p.
16. Vasilenko V. *Zhivotnovodstvo Sibiri: potentsial za nauchnym podhodom* (Siberia's animal husbandry: scientific approach's potential). *Agrovestnik Sibiri*, 2018. No 02(119). Pp. 20-24.
17. Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. *Travy v sisteme kormoproizvodstva Urala* (Grass in fodder production of the Urals). *Ekaterinburg, Izd-vo IPP Uralskij rabochij*, 2018, 784 p.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР ЗВЕНА СЕВООБОРОТА И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЗАСОРЁННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР

П. А. Ухов<sup>1</sup>, аспирант;

А. М. Ленточкин<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, профессор;

П. Е. Ширококов<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

ул. Кирова, 16, г. Ижевск, Россия, 426069

E-mail: [petrukhov@icloud.com](mailto:petrukhov@icloud.com)

<sup>2</sup>АО «Путь Ильича» Завьяловского района

Удмуртской Республики, с. Якшур, 427014

E-mail: [pet7086@yandex.ru](mailto:pet7086@yandex.ru)

*Аннотация.* В 2015-2017 гг. на полях АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики проводилось исследование эффективности звена севооборота «озимый рапс – яровые культуры – яровая пшеница», среди которых первые две культуры являлись по своему назначению промежуточными. Установлено, что использование технологии прямого посева даёт низкую урожайность и ведёт с каждой последующей культурой в звене севооборота к увеличению их засорённости. В среднем на озимом рапсе их количество составило 29 шт./м<sup>2</sup>, на яровых промежуточных – 45 шт./м<sup>2</sup> и на яровой пшенице – 87 шт./м<sup>2</sup>. В три раза увеличилось количество сорных растений. Более того, на яровой пшенице основную долю сорняков составлял многолетний злостный сорняк пырей ползучий. Проведение дискования промежуточных культур (использование в качестве сидерата) позволило снизить негативный эффект прямого посева, уменьшив количество сорняков и увеличив урожайность культур. Так, после дискования озимого рапса урожайность зелёной массы яровых промежуточных культур выросла до 4,53 т/га (контроль – 1,37 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,53 т/га), а урожайности зерна яровой пшеницы – до 1,61 т/га (контроль – 1,11 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га). Увеличение урожайности после использования озимого рапса в качестве сидерата с последующим его дискованием позволило получить рентабельность в размере – 22,2 % при себестоимости продукции, пересчитанной в зерновые единицы – 6,5 руб./з. ед. Вариант «зелёный корм» был самым затратным – 32286 руб./га и имел отрицательное значение рентабельности (-3,4 %).

*Ключевые слова:* яровая пшеница, предшественники, промежуточные культуры, сидерат, засорённость, прямой посев.

**Введение.** Яровая пшеница является требовательной культурой к условиям произрастания, т. к. имеет слабо развитую корневую систему. Поэтому она больше других зерновых культур страдает от недостатка в почве элементов питания и влаги, хуже сопротивляется сорнякам [1, 4, 5]. Подзолистые почвы без соответствующих улучшений являются малопродуктивными для получения высоких урожаев пшеницы [11]; несколько более бла-

гоприятными являются дерново-подзолистые почвы.

В системе мероприятий, направленных на повышение урожайности яровой пшеницы, выращиваемой на малогумусных дерново-подзолистых почвах, большое значение имеет использование хороших предшественников, позволяющих лучше реализовать потенциал продуктивности культуры [15]. Растительные остатки, оставленные в качестве мульчи, уменьшают испарение влаги из почвы, увели-

чивая водный запас для выращиваемых культур. Кроме того, мульча защищает почву от водной и ветровой эрозии [7, 16]. Предшественники, оставляющие большое количество растительных остатков, а значит и питательных веществ, повышают эффективность удобрений на последующей культуре [2].

В земледелии длительное время основным орудием зяблевой обработки почвы был отвальный плуг. Но из-за высокой энергозатратности, усиления эрозионных процессов отвальную обработку стали заменять минимальной обработкой почвы или «прямым» посевом [6, 9, 10]. При прямом посеве (нулевая обработка) почва не подвергается механической обработке, а посев проводится специальными сеялками; для борьбы с сорняками обязательны гербициды [18]. Весьма важным достоинством нулевой обработки почвы является сокращение расхода ГСМ, экономия трудовых ресурсов и более рациональное использование техники [3]. Рядом исследований установлено, что данная технология может с успехом применяться во всех климатических зонах и практически на всех типах почвы различного гранулометрического состава [17].

*Цель* наших исследований – усовершенствование технологии выращивания яровой пшеницы после использования следующих друг за другом промежуточных культур при их прямом посеве.

**Методика.** Исследования проводились 2015-2017 гг. в АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Объектом исследования являлась яровая пшеница Свеча. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая слабосмытая. Пахотный слой почвы характеризовался очень низким содержанием гумуса, близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, высоким содержанием подвижного фосфора и средним – обменного калия.

Опыт полевой трехфакторный: фактор А – способы использования зелёной массы озимого рапса (зелёный корм, сидерат-мульча, сидерат + дискование); фактор В – яровые промежуточные культуры ( вико-овсяная смесь, просо, гречиха); фактор С – способы использования зелёной массы яровых промежуточных культур (зелёный корм, сидерат-мульча, сидерат + дискование). Повторность опыта четырёхкратная, площадь делянки фактора А – 756 м<sup>2</sup> (36 × 21),

фактора В – 252 м<sup>2</sup> (12 × 21) и фактора С – 84 м<sup>2</sup> (12 × 7).

Первой промежуточной культурой звена севооборота являлся озимый рапс, посеянный в июле 2015 г. сеялкой прямого посева Tume-4. Норма высева всхожих семян составила 1,8 млн шт./га. Весной проводилась азотная подкормка аммиачной селитрой в расчёте 1 ц/га (N<sub>34</sub>). Дискование осуществлялось орудием КМБД-3×4П, а на зелёный корм уборка производилась комбайном Дон-680. Учёт урожайности и степени засорённости озимого рапса и яровых промежуточных культур был проведён по методическим указаниям по ведению опытов с кормовыми культурами [8].

После учёта урожайности озимого рапса в начале июня 2016 г. высевались яровые промежуточные культуры также сеялкой прямого посева Tume-4. Норма высева всхожих семян культур на 1 га составила: вико-овсяной смеси – 1,5 млн шт. вики и 3 млн шт. овса; проса – 4,5 млн шт.; гречихи – 4 млн шт. Одновременно с посевом вносилась аммиачная селитра в расчёте 1 ц/га (N<sub>34</sub>). Уборка на зелёный корм и дискование сидерата проводились при наступлении фазы выметывания овса и проса, при начале цветения гречихи.

После предшествующих промежуточных культур 2 мая 2017 г. сеялкой прямого посева Tume-4 была посеяна яровая пшеница с одновременным внесением азофоски (N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>) по 1,0 ц/га. Перед посевом за две недели семена пшеницы были обработаны протравителем Виал-ТрасТ с нормой расхода препарата 0,4 л/т семян. В фазе начала кущения пшеницы для уничтожения двудольных сорняков посевы были обработаны гербицидом Магnum с нормой расхода 0,01 кг/га. Уборка пшеницы была проведена в фазе восковой спелости комбайном Дон-1500 по всем делянкам отдельно сплошным методом. Бункерная урожайность пересчитана на 100 %-ную чистоту и 14 % влажность.

Метеорологические условия в вегетационный период культур в 2015-2017 гг. существенно различались. Так, в 2015 г. июль и август были прохладными при обильном количестве осадков. В июле осадков выпало 110 мм (186 % от нормы) и в августе 127 мм (190 % от нормы) [12], что благоприятно сказалось на первых этапах развития озимого рапса.

В 2016 г. температура воздуха в июне была умеренно тёплой, количество осадков составило 112 % от нормы. Июль и август характеризовались повышенными температурами и малым количеством осадков (64,4 и 30,4 % от нормы). Всё это негативно сказалось на формировании густоты растений яровых промежуточных культур и их развитии [14].

Метеорологические условия в 2017 г., когда выращивалась яровая пшеница, характеризовались большей частью пониженной температурой воздуха и обильными осадками. С мая по июль среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 1,1-2,5 °С при достаточном уровне осадков в мае (98,5 % от нормы) и

двойным объёмом в июне (208 %) и июле (222 %). Лишь в августе среднесуточная температура превысила норму на 1,2 °С, осадков выпало 78 % от нормы [13].

**Результаты.** В технологии прямого посева отсутствует механическое воздействие на сорные растения, тем самым позволяя им в последующем получить хорошее развитие при возделывании следующей культуры. В наших исследованиях при использовании промежуточных культур на зелёный корм (ЗК), сидерат-мульчу (С-М) и сидерат + дискование (С+Д) количество сорных растений в большинстве случаев с каждой последующей культурой увеличивалось (рис. 1).

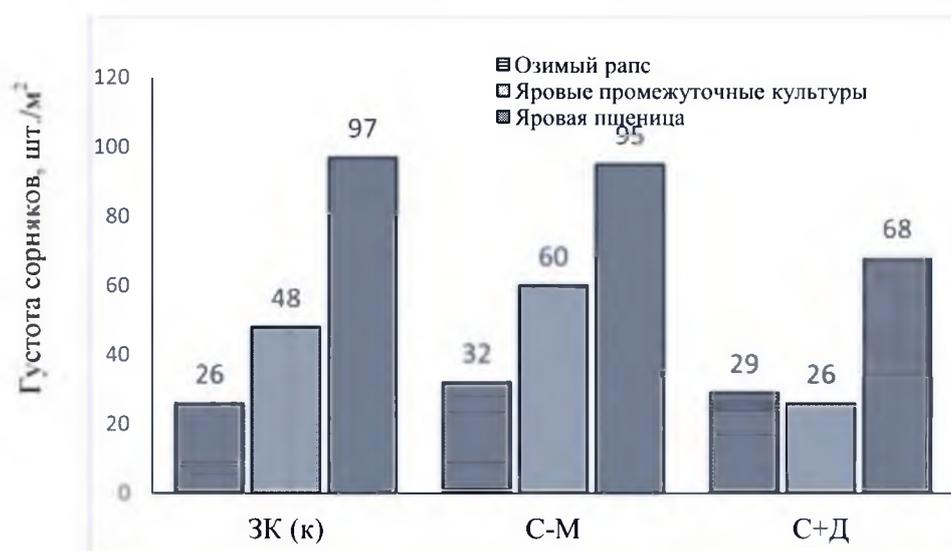


Рис. 1. Засорённость культур звена севооборота в зависимости от способов использования промежуточных культур

Засорённость первой культуры звена севооборота озимого рапса в среднем составила 26-32 шт./м<sup>2</sup> и не зависела от способов использования культуры.

Высеянные после озимого рапса яровые промежуточные культуры (вико-овсяная смесь, просо и гречиха) имели разную засорённость, зависящую от способов использования озимого рапса. Так, после использования озимого рапса на зелёный корм и на сидерат-мульчу количество сорняков увеличилось почти в два раза, составив соответственно 48 и 60 шт./м<sup>2</sup>. При использовании озимого рапса на сидерат с последующим его дискованием засорённость была существенно ниже и составила 26 шт./м<sup>2</sup> (контроль – 48 шт./м<sup>2</sup> при НСР<sub>05</sub> 18 шт./м<sup>2</sup>).

После озимого рапса и яровых промежуточных культур в 2017 г. была высеяна яровая пшеница также по технологии прямого посева. Отсутствие обработки почвы при выращивании промежуточных культур в вариантах «зелёный корм» и «сидерат-мульча» сказалось на увеличении засорённости. Так, к моменту уборки яровой пшеницы количество сорных растений в данных вариантах составило соответственно 95 и 97 шт./м<sup>2</sup>, что было в три раза выше, чем при возделывании озимого рапса в начале звена севооборота. К тому же основным засорителем яровой пшеницы стал пырей ползучий.

Дискование зелёной массы как озимого рапса, так и яровых промежуточных культур способствовало значительному уменьшению

сорных растений в посевах яровой пшеницы, составив 68 шт./м<sup>2</sup> (контроль – 97 шт./м<sup>2</sup>; НСР<sub>05</sub> = 10 шт./м<sup>2</sup>).

Уровень урожайности культур звена севооборота был различным. Так, урожайность

зелёной массы первой культуры озимого рапса за счёт хорошей перезимовки и невысокого количества сорных растений была достаточно высокой, составив в среднем 17,42 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы озимого рапса по способам его использования, т/га

Способ использования	Урожайность	Отклонение
Зелёный корм (ЗК) (к)	18,53	-
Сидерат-мульча (С-М)	16,63	-1,90
Сидерат+дискование (С+Д)	17,10	-1,43
Среднее	17,42	-
НСР <sub>05</sub>	Fф < F <sub>05</sub>	

Существенных различий между изучаемыми вариантами не выявлено. Неблагоприятные метеорологические условия и значительное

количество сорных растений существенно повлияло на урожайность выращиваемых культур после озимого рапса (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способов использования озимого рапса на формирование урожайности зеленой массы яровых промежуточных культур, т/га

Способ использования	Урожайность	Отклонение
Зелёный корм (ЗК) (к)	1,37	-
Сидерат-мульча (С-М)	1,27	-0,10
Сидерат+дискование (С+Д)	4,53	+3,16
НСР <sub>05</sub>	0,53	

Урожайность зелёной массы яровых промежуточных культур после использования озимого рапса на зелёный корм и на сидерат-мульчу составила всего лишь 1,27-1,37 т/га. Такая низкая урожайность обусловлена высокой температурой воздуха при малом количестве осадков в вегетационный период культур и высокой засоренности.

Использование озимого рапса в качестве сидерата с последующим его дискованием

(С+Д) увеличило урожайность яровых промежуточных культур на 3,16 т/га (контроль – 1,37 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,53 т/га).

Третья культура звена севооборота – яровая пшеница – была сильно засорена многолетним сорным растением пыреем ползучим, что существенно снизило урожайность зерна пшеницы (табл. 3).

Таблица 3

Влияние способов использования озимого рапса и яровых промежуточных культур на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га

Способ использования	Урожайность	Отклонение
Зелёный корм (ЗК) (к)	1,11	-
Сидерат-мульча (С-М)	1,13	+0,02
Сидерат+дискование (С+Д)	1,61	+0,50
НСР <sub>05</sub>	0,24	

Выращивание промежуточных культур по технологии прямого посева и использование их на зелёный корм и на сидерат-мульчу вызвало сильное засорение посевов пыреем ползучим, что привело к получению очень низкой урожайности зерна – 1,11-1,13 т/га. Тогда как дискование озимого рапса и яровых промежуточных культур (уход от прямого посева к

минимальной обработке почвы) позволило получить существенную прибавку урожайности зерна пшеницы на 0,50 т/га (контроль – 1,13 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га).

Урожайность культур звена севооборота была пересчитана в зерновые единицы и рассчитана его экономическая эффективность (табл. 4).

Экономическая эффективность звена севооборота

Способ использования промежуточных культур	Продуктивность звена севооборота, з. ед./га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистая прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, руб./з.ед.
ЗК (к)	3900	31200	32286	-1086	-3,4	8,3
С-М	3640	29120	27494	1626	5,9	7,5
С+Д	4640	37120	30379	6741	22,2	6,5

Анализ данных показал, что наименее выгодным среди способов использования промежуточных культур является вариант «зелёный корм». При данном способе использования отмечены большие затраты (32286 руб./га) при низкой урожайности культур, в связи с чем рентабельность была наименьшей (-3,4%). Наименьшие затраты (27494 руб./га) получены при оставлении сидерата на поверхности почвы в качестве мульчи, но при данном способе урожайность культур также была невысокой, в связи с чем рентабельность имела низкое значение (5,9 %). Дискование сидерата оказалось наиболее выгодным. При урожайности культур за звено севооборота – 4640 з. ед./га удалось получить чистую прибыль в размере 6741 руб./га, при себестоимости зерновой единицы 6,5 руб.

**Выводы.** 1. Отсутствие механического обработки почвы в технологии прямого посева приводит к увеличению количества сорных растений с каждой последующей культурой звена севооборота, что негативно сказывается на их урожайности.

2. Дискование промежуточных культур, выращенных на сидерат, позволило существенно уменьшить количество сорных растений на яровых промежуточных культурах – до 26 шт./м<sup>2</sup> (контроль – 48 шт./м<sup>2</sup>; НСР<sub>05</sub> = 18 шт./м<sup>2</sup>) и на яровой пшенице – до 68 шт./м<sup>2</sup> (контроль – 97 шт./м<sup>2</sup>; НСР<sub>05</sub> = 10 шт./м<sup>2</sup>).

3. Дискование промежуточной культуры озимого рапса привело к увеличению урожайности зелёной массы яровых промежуточных культур до 4,53 т/га (контроль – 1,37 т/га, НСР<sub>05</sub> = 0,53 т/га), а дискование сидерата промежуточных озимого рапса и яровых культур повысило урожайность яровой пшеницы в среднем до 1,61 т/га (контроль – 1,11 т/га, НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га).

4. Увеличение урожайности после дискования промежуточных культур, выращенных на сидерат, позволило получить уровень рентабельности – 22,2 %, при использовании сидерата в качестве мульчи – 5,9 %, а вариант «зелёный корм» был убыточным с рентабельностью (-3,4 %).

#### Литература

1. Влияние промежуточных культур на урожайность яровой пшеницы / Л. А. Ленточкина [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1 (18). С. 37-41.
2. Jacobs A., Koch H.J., Marlander B. Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0469-z> (date of the application: 13.07.2018).
3. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Материалы научной конференции (21 декабря 2006 г.) (Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала). Екатеринбург: Уральский НИИ сельского хозяйства, 2007. С. 19-27.
4. Крючков А. Г. Основные принципы и методология агроэкологического районирования зерновых культур в степи Южного Урала // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. С. 704.
5. Ленточкин А. М. Биологические потребности – основа технологии выращивания яровой пшеницы: монография. Ижевск: РИО ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 436 с.
6. Ленточкин А. М., Ширококов П. Е., Ленточкина Л. А. Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на формирование урожайности яровой пшеницы и её структуру // Пермский аграрный вестник. 2015. № 4 (12). С. 20-27.
7. Lienhard P., Tivet F., Chabanne A. No-till and cover crops shift soil microbial abundance and diversity in Laos tropical grasslands [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0099-4> (date of the application: 13.07.2018).
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: Россельхозакадемия, 1997. 42 с.

9. Нардин Д. С., Дмитриенко В. Повышение конкурентоспособности продукции растениеводства на основе внедрения ресурсосберегающих технологий // Материалы научно-практической конференции молодых ученых с международным участием (Научные достижения производству). Иркутск, 2011. С. 48-52.
10. Нестяк В. С., Мамбеталин К. Т. Обработка почвы при прямом посеве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 12 (86). С. 99-103.
11. Носатовский А. И. Пшеница: биология: монография. Москва: Сельхозгиз, 1950. 404 с.
12. Погода и климат – Климатический монитор: погода в Ижевске [Электронный ресурс], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=7-8&year=2015> (дата обращения: 10.11.2015).
13. Погода и климат – Климатический монитор: погода в Ижевске [Электронный ресурс], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5-8&year=2017> (дата обращения: 28.11.2017).
14. Погода и климат – Климатический монитор: погода в Ижевске [Электронный ресурс], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5-8&year=2016> (дата обращения: 14.11.2016).
15. Постников П. А., Попова В. В. Подбор предшественников под яровую пшеницу в полевых севооборотах // Агропродовольственная политика России. 2012. № 6. С. 53-55.
16. Ranaivoson, L., Naudin, K., Ripoche, A. Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture. A review [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0432-z> (date of the application: 13.07.2018).
17. Чернов Н. Д. Внедрение берегающего земледелия: рекомендации агронома // Достижения науки и техники АПК. 2005. № 6. С. 8-11.
18. Шептунов В. Н. Минимализация обработки и прямой посев в технологии возделывания культур, М.: ООО «Столичная типография», 2008. 208 с.

## INFLUENCE OF APPLICATION METHODS OF TWO INTERMEDIATE CROPS IN A CROP ROTATION AND FOLLOWING SPRING WHEAT ON A WEEDINESS AND YIELD CAPACITY OF CROPS

**P.A. Ukhov**<sup>1</sup>, Post-Graduate Student  
**A.M. Lentochkin**<sup>1</sup>, Dr. Agr. Sci., Professor  
**P.E. Shirobokov**<sup>2</sup>, Cand. Agr. Sci.

<sup>1</sup>The Izhevsk State Agricultural Academy  
 16, Kirova St., Izhevsk, 426069, Russia  
 E-mail: [petrukhov@icloud.com](mailto:petrukhov@icloud.com)

<sup>2</sup>«Put Ilyicha» joint-stock company of the Zavyalovskiy district  
 Yakshur, 427014, the Udmurt Republic, Russia  
 E-mail: [pet7086@yandex.ru](mailto:pet7086@yandex.ru)

### ABSTRACT

The efficiency of "winter rape - spring crops - spring wheat" crop rotation, where the first two crops were intermediate in their purpose, was studied on the fields of "Put Ilyicha" joint-stock company in the Zavyalovskiy district of the Udmurt Republic in 2015-2017. It is established that direct seeding technology leads to a low yield capacity and an increase in weediness with each following crop in a crop rotation. On average, the quantity of weed plants in winter rape was equal to 29 units/m<sup>2</sup>, in spring intermediate crops – 45 units/m<sup>2</sup>, and in spring wheat – 87 units/m<sup>2</sup>. The number of weed plants increased threefold. Moreover, the main part of weeds in spring wheat was presented by a perennial malignant weed – couch grass (*Agropyron repens*). Treatment of intermediate crops with a disk harrow (used as a green manure) allowed reducing the negative effect of direct seeding by decrease in the number of weeds and increase in yield capacity of crops. Therefore, after treatment of winter rape with a disk harrow, the yield capacity of green mass of spring intermediate crops increased up to 45.3 t/ha (control - 13.7 t/ha, HCP<sub>05</sub> = 5.3 t/ha), and the yield capacity of spring wheat grain up to 16.1 t/ha

(control - 11.1 t/ha,  $HCP_{05} = 0.24$  t/ha). An increase in yield capacity after the use of winter rape as a green manure and its following treatment with a disk harrow made it possible to obtain profitability of 22.2 % at prime cost of products converted into grain units – 6.5 rubles/grain units. The "green fodder" variant was the most expensive – 32286 rubles/ha and had a negative value of profitability (-3.4%).

*Keywords:* spring wheat, predecessors, intermediate crops, green manure, weediness, direct seeding.

#### References

1. Vliyanie promezhutochnykh kul'tur na urozhainost' yarovoi pshenitsy (Influence of intermediate crops on the yield capacity of spring wheat), L. A. Lentochkina [i dr.], Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokho-zyaistvennoi akademii, 2009, No. 1 (18), pp. 37-41.
2. Jacobs A., Koch HJ., Marlander B. Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0469-z> (date of the application: 13.07.2018).
3. Kiryushin V. I. Minimizatsiya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya (Minimization of soil tillage: prospects and challenges), Materialy nauchnoi konferentsii (21 dekabrya 2006 g.) (Puti resheniya ekologicheskikh problem v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve Urala), Ekaterinburg, Ural'skii NII sel'skogo khozyaistva, 2007, pp. 19-27.
4. Kryuchkov A. G. Osnovnye printsipy i metodologiya agroekologicheskogo raionirovaniya zernovykh kul'tur v stepi Yuzhnogo Urala (Main principles and methodology of agro-ecological winter crop zonation in the steppe of the Southern Urals), Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2006, pp. 704.
5. Lentochkin A. M. Biologicheskie potrebnosti – osnova tekhnologii vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy: monografiya (Biological requirements – the basis of cultivation technology for spring wheat: monograph), Izhevsk: RIO FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2011, 436 p.
6. Lentochkin A. M., Shirobokov P. E., Lentochkina L. A. Vliyanie priemov zylenevoi obrabotki pochvy i pogodnykh uslovii na formirovanie urozhainosti yarovoi pshenitsy i ee strukturu (Influence of fall tillage methods and weather conditions on the yield capacity of spring wheat and its structure), Permskii agrarnyi vestnik. 2015, No. 4 (12), pp. 20-27.
7. Lienhard P., Tivet F., Chabanne A. No-till and cover crops shift soil microbial abundance and diversity in Laos tropical grasslands [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0099-4> (date of the application, 13.07.2018).
8. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami (Tutorial guidelines on field trials with fodder crops). Moskva, Rossel'khozakademiya, 1997, 42 p.
9. Nardin D. S. Dmitrienko V. Povyshenie konkurentosposobnosti produktsii rastenievodstva na osnove vnedreniya resursosberegayushchikh tekhnologii (Increase in competitive capacity of plant products based on implementation of resource-saving technologies), Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem (Nauchnye dostizheniya proizvodstvu), Irkutsk, 2011, pp. 48-52.
10. Nestyak V. S. Mambetalin K. T. Obrabotka pochvy pri pryamom poseve (Soil tillage under direct seeding), Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2011, No. 12 (86), pp. 99-103.
11. Nosatovskii A. I. Pshenitsa: biologiya: monografiya (Wheat: biology: monograph), Moskva, Sel'khozgiz, 1950, 404 p.
12. Pogoda i klimat – Klimaticheskii monitor: pogoda v Izhevsk (Weather and climate – climate monitoring: weather in Izhevsk) [Elektronnyi resurs], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=7-8&year=2015> (data obrashcheniya: 10.11. 2015).
13. Pogoda i klimat – Klimaticheskii monitor: pogoda v Izhevsk (Weather and climate – climate monitoring: weather in Izhevsk) [Elektronnyi resurs], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5-8&year=2017> (data obrashcheniya: 28.11.2017).
14. Pogoda i klimat – Klimaticheskii monitor: pogoda v Izhevsk (Weather and climate – climate monitoring: weather in Izhevsk) [Elektronnyi resurs], URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5-8&year=2016> (data obrashcheniya: 14.11.2016).
15. Postnikov P. A., Popova V. V. Podbor predshestvennikov pod yarovuyu pshenitsu v polevykh sevooborotakh (Selection of predecessors for spring wheat in crop rotations), Agroprodovol'stvennaya politika Rossii, 2012, No. 6, pp. 53-55.
16. Ranaivoson, L., Naudin, K., Ripoché, A. Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture. A review [Electronic resource], URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0432-z> (date of the application, 13.07.2018).
17. Chernov N. D. Vnedrenie sberegayushchego zemledeliya: rekomendatsii agronoma (Implementation of conservation agriculture: agronomist's guidelines), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2005, No. 6, pp. 8-11.
18. Sheptunov V. N. Minimalizatsiya obrabotki i pryamoï posev v tekhnologii vozdeleyvaniya kul'tur (Minimization of tillage and direct seeding in cultivation technology of crops), Moskva, OOO «Stolichnaya tipografiya», 2008, 208 p.

УДК 635.21: 631.589.2

## СОРТ КАРТОФЕЛЯ ЛЮКС: ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ОРИГИНАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА С ВЫСОКИМ КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ВЫХОДОМ МИНИ-КЛУБНЕЙ В АЭРОГИДРОПОННОМ МОДУЛЕ

Е. П. Шанина, д-р с.-х. наук;

М. А. Стафеева, канд. с.-х. наук, ст. научный сотрудник;

А.Н. Ковалёв, аспирант, мл. научный сотрудник,

Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,

ул. Главная, 21, пос. Исток, г. Екатеринбург, Россия, 620061

E-mail: [shanina08@yandex.ru](mailto:shanina08@yandex.ru), [stafeeva-marija@mail.ru](mailto:stafeeva-marija@mail.ru)

*Аннотация.* В селекционно-технологическом центре по картофелю Уральского НИИСХ изучали влияние искусственного освещения на количественный выход и качественные показатели мини-клубней картофеля при выращивании в аэрогидропонном модуле. В эксперименте были использованы три варианта искусственного освещения. В качестве контрольного варианта – лампа ДНаТ мощностью 250 Ватт + светодиодная лампа LED мощностью 36 Ватт. Два варианта – с использованием светодиодных ламп мощностью 70 Ватт и 140 Ватт производства г. Екатеринбург. В результате исследований выявлено, что условия искусственного освещения, используемого на установках аэрогидропонного типа, во многом определяют количественный выход получаемых мини-клубней. В связи с этим необходимо проводить подбор источников освещения с целью создания оптимальных условий для роста и развития растений, процесса клубнеобразования. Общий выход и выход клубней с 1 растения были выше при каждом последующем сборе на контрольном варианте. Однако средняя масса одного клубня фракции > 15,0 мм в диаметре была выше при использовании светодиодных ламп мощностью 70 и 140 Ватт. По содержанию крахмала в полученных мини-клубнях между контрольным вариантом и вариантом с использованием светодиодных ламп мощностью 140 Ватт существенных различий не выявлено. При использовании ламп мощностью 70 Ватт содержание крахмала было ниже на 0,1-0,8%. Полученные мини-клубни имели форму, характерную для сорта. Клубней с признаками грибных или бактериальных болезней обнаружено не было.

*Ключевые слова:* картофель, мини-клубни, аэрогидропонный модуль, питательный раствор, суммарное содержание солей (ЕС), уровень pH, световой режим.

**Введение.** Основным звеном системы семеноводства картофеля в настоящее время по-прежнему остается производство высококачественного исходного материала, которое включает создание и поддержание коллекций здоровых сортов на основе меристемно-тканевой культуры, клональное размножение микрорастений, выращивание мини-клубней и диагностику различных фитопатогенов [3]. Производители мини-клубней проявляют все большую заинтересованность в использовании высокотехнологичных способов производства, основанных на применении гидропонной и

аэропонной культуры. Эффективность любой технологии выращивания растений, как правило, определяется возможностью регулировать этапы их роста и развития.

Аэропоника – высокотехнологичный способ бессубстратного культивирования растений на специально подобранных питательных растворах. Благодаря самым передовым научным разработкам, она становится важным агротехническим средством, позволяющим повысить выход оздоровленного посадочного материала картофеля, а также многих других культур [5]. Коэффициент размножения сель-

скохозийственных культур в аэрогидропонных установках в 3-4 раза выше, чем урожайность, получаемая традиционными методами [7].

Одним из основных факторов, способствующих увеличению урожайности мини-клубней, является хорошая аэрация корней [15]. В аэропонных комплексах обязательным является посадка здоровых, сертифицированных микрорастений. Важным моментом для получения качественного продукта является отсутствие переносчиков вирусов и субстрата, возможность регулировать этапы роста и развития растений картофеля.

При развитии картофеля в условиях аэропоники выделяют пять основных периодов [6]:

1) пересадка адаптированных пробирочных растений в установку и рост до появления 3-4 новых листьев. В корневой зоне появляются свежие разветвленные корневые волоски. Длится обычно 7-8 дней;

2) активное формирование стеблей, листьев и корневой системы, длится обычно 18-22 дня. Корни сплетаются друг с другом и образуются сплошной ковер;

3) появление бутонов у растений и формирование столонов, длится 5-7 дней. В это время индуцируется процесс клубнеобразования;

4) от цветения и до прекращения прироста ботвы, практически до начала ее увядания. В это время происходит наиболее интенсивный прирост клубней и формируется до 65-75 % конечного урожая;

5) от прекращения периода роста ботвы и начала ее отмирания до полного физиологического созревания клубней. Завершается накопление в клубнях сухих веществ, клубни достигают физиологической спелости и переходят в состояние покоя.

При подборе сортов для выращивания в установках аэропонного типа необходимо учитывать особенности формирования биомассы растений. При этом характеристика по срокам созревания сорта в полевых условиях не является гарантией отражения темпов роста и динамики формирования урожая в условиях аэропоники [10].

Эффективность работы установок в значительной степени определяется режимами минерального питания, техническими и световыми характеристиками ламп для освещения

растений. Для каждого сорта необходимо уточнять состав субстрата и режимы внешней среды [1]. Для получения мини-клубней в условиях аэропоники может использоваться питательный раствор на основе различных модификаций среды Мурасиге-Скуга по составу макро- и микросолей [8]. В условиях постоянного повышения стоимости электроэнергии вопросы эффективного использования растениями световой энергии во многом становятся определяющим фактором. Возможным решением проблемы снижения энергозатрат может быть применение в системах выращивания растений светоизлучающих диодов [4]. Сбор мини-клубней картофеля в аэропонной установке производится не один раз, как в грунтовых условиях, а многократно по мере закладки и роста клубней. В итоге с одного куста, при соблюдении всех условий технологии, можно собрать 50-120 мини-клубней весом по 5-30 граммов в зависимости от сорта [11, 12].

В Международном центре картофеля в Перу урожайность более 100 мини-клубней с одного растения получена с использованием относительно простых материалов [14]. Исследованиями Farran I. и Mingo-Castel M. [13] установлено, что количество клубней на столонах значительно увеличивается при низкой плотности посадки растений.

В плане интенсификации размножения картофеля аэропонные технологии весьма перспективны [9]. В различных странах развернуто серийное производство аэро- и гидропонного оборудования [2].

*Цель исследований* – выявление оптимального режима освещения на количественный выход и качественные показатели мини-клубней картофеля сорта Люкс при выращивании на аэрогидропонном модуле.

**Методика.** Исследования выполнены в селекционно-технологическом центре по картофелю Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Государственного задания по теме №0772-2018-0002 «Разработка, совершенствование новых методов селекционной работы, создание исходного материала и новых сортов яровых и озимых зерновых, зернобобовых, кормовых культур и картофеля». Работа проведена на аэрогидропонном модуле, состоящем из двух секций с 16 посадочными ячейками.

В эксперименте с раннеспелым, перспективным сортом Люкс были использованы три варианта искусственного освещения. В качестве контрольного варианта – лампа ДНаТ мощностью 250 Ватт + светодиодная лампа LED мощностью 36 Ватт. Два варианта – с использованием светодиодных ламп мощностью 70 Ватт и 140 Ватт производства г. Екатеринбург. Установка оснащена одним водяным насосом мембранного типа DP-160 M, ёмкостью для питательного раствора объемом 200 л. Посадка растений *in vitro* сорта картофеля Люкс проводилась в аэро-гидропонную установку без подращивания. Растения тщательно промывались от остатков агаризованной среды.

При начальном этапе роста, первые 35 суток развития растений картофеля, применяли питательный раствор с содержанием макроэлементов (мг/л): N (190), P (35-42), K (200), Ca (150), Mg (45), S (70). После 35 суток и до конца вегетации: N (150), P (35-42), K (200), Ca (150), Mg (45), S (45). Содержание микроэлементов в растворе (мг/л) было постоянным: Fe (1,1), B (0,5), Mn (0,4), Zn (0,15), Cu (0,1), Mo (0,05).

Подача питательного раствора и световой режим регулировались с помощью таймеров, настроенных на соответствующие режимы. Режим подачи питательного раствора был следующим: 45 сек. – работа, 10 мин. – перерыв. Режим освещения – первые 35 суток по 16 часов, после 35 суток и до конца вегетации по 12 часов.

Ежедневно проводился контроль за уровнем pH и суммарным содержанием солей (ЕС) питательного раствора. После посадки растений в течение первых 7 суток уровень ЕС поддерживался от 1,15 до 1,25; далее – от 1,65 до 1,90; pH раствора поддерживался на уровне от 5,5 до 6,5.

Замена питательного раствора проводилась со сменой фенологической фазы роста и развития растений, а также по мере его помутнения. Объём питательного раствора в ёмкости поддерживался на постоянном уровне. В течение всего вегетационного периода были проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Оценка степени пораженности растений и полученных мини-клубней такими заболеваниями, как фитофтороз и парша обыкновенная, проводилась по 9-балльной шкале.

Полный цикл выращивания – 3,5 месяца. Первый сбор проводился по достижении размера клубней в диаметре от 10 мм и выше, далее каждые 10 суток. Режим хранения по традиционной технологии – при температуре +2...+4 °С.

**Результаты.** При использовании ламп ДНаТ мощностью 250 Ватт в сочетании со светодиодными лампами LED мощностью 36 Ватт общий выход и выход мини-клубней с одного растения был выше, чем при использовании светодиодных ламп 70 и 140 Ватт (табл. 1).

Таблица 1

Количественный выход мини-клубней с одного растения  
в зависимости от условий искусственного освещения, шт., 2018 г.

Сбор	На Т 250 Ватт + LED 36 Ватт (контроль)	Лампа 140 Ватт	Лампа 70 Ватт
I	10,7	6,7	3,4
II	16,6	18,9	8,6
III	29,1	18,1	10,4
IV	20,6	15,7	8,0
Всего:	77,0	59,4	30,4

В контрольном варианте, при использовании натриевых ламп, максимальное количество клубней – более 100 штук – получили с трёх растений (102, 104, 105 шт.). Наблюдается тенденция изменения показателей – большую долю в полученном урожае мини-

клубней, независимо от условий искусственного освещения, занимает фракция менее 10,0 мм в диаметре, при средней массе одного клубня 0,9 г. Количественный выход фракции более 15,0 мм был выше на контрольном варианте (табл. 2).

Таблица 2

**Фракционный состав мини-клубней в зависимости  
от условий искусственного освещения, 2018 г.**

Фракция, мм	ДНаТ 250 Ватт + LED 36 Ватт (контроль)		Лампа 140 Ватт		Лампа 70 Ватт	
	кол-во, шт.	ср. масса 1 клубня, г	кол-во, шт.	ср. масса 1 клубня, г	кол-во, шт.	ср. масса 1 клубня, г
>15,0	150	6,4	114	9,3	48	7,4
10,0-15,0	218	2,8	109	2,7	50	2,5
<10,0	302	0,9	193	0,9	115	0,9

В мини-клубнях, полученных на аэро-гидропонной установке, определяли содержание крахмала, т.к. данный показатель определяет качественные характеристики семенного

материала при дальнейшем репродуцировании. По показателю содержания крахмала изменения выявлены в пределах от 9,1% до 9,3% (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание крахмала в мини-клубнях в зависимости  
от условий искусственного освещения, %, 2018 г.**

Сбор	ДНаТ 250 Ватт + LED 36 Ватт (контроль)	Лампа 140 Ватт	Лампа 70 Ватт
I	9,1	9,2	8,6
II	9,1	9,3	8,3
III	9,1	9,1	9,1
IV	9,2	9,3	8,8

Независимо от условий искусственного освещения были сформированы нормальные по фенотипу растения, с утолщенным стеблем, с хорошо сформированной листовой массой. Полученные мини-клубни имели форму характерную для сорта.

**Выводы.** Условия искусственного освещения, используемые на установках аэро-гидропонного типа, во многом определяют количественный выход получаемых мини-клубней сорта картофеля Люкс. Максималь-

ный выход мини-клубней (100 шт. на одно растение) на контрольном варианте был получен при показателях освещенности: 11563 Lx LUX и 168,0 nm PPFD. Необходимо проводить подбор источников освещения с целью создания оптимальных условий для роста и развития растений, процесса клубнеобразования для каждого сорта картофеля, в зависимости от группы спелости и физиологических особенностей.

#### Литература

1. Технология производства исходного семенного материала картофеля / А. И. Адамова [и др.] // Сб. науч. тр. (Картофелеводство) / РУП «Белорусский НИИ картофелеводства»; редкол.: С. А. Банадысев (гл. ред.) и др. Минск: Мерлит, 2002. Вып. 11. С. 187-225.
2. Банадысев С. А. Технологии производства мини-клубней картофеля: что предпочесть? // Аграрное обозрение. 2012. № 6 (34). С. 20-21.
3. Приемы повышения продуктивности картофеля в питомниках оригинального семеноводства / Н. А. Курейчик [и др.] // Сб. науч. тр. (Картофелеводство). Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2013. Т. 21. Ч. 2. С. 72-80.
4. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля при дополнительном облучении низкоэнергетическим светом  $\lambda$  625 нм / Ю. Ц. Мартиросян [и др.]. // Сб. науч. тр. (Картофелеводство). Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2007. Т. 13. С. 65-72.
5. Мартиросян Ю. Ц. Аэропонные технологии: перспективы производства оздоровленного семенного картофеля // Картофельная система. 2014. № 1. С. 30-32.
6. Мартиросян Ю. Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – преимущества и перспективы // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве. Картофелеводство). М.: ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии, 2014. С. 175-179.
7. Перспективы использования аэропоники в производстве оздоровленного семенного материала картофеля / В. Г. Реуцкий [и др.] // Сб. науч. тр. (Картофелеводство). Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2007. Т. 13. С. 107-113.

8. Семенова З. А., Хадько О. Н., Подобед Н. И. Особенности выращивания мини-клубней картофеля в условиях aeropоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге-Скуга // Сб. науч. тр. (Картофельводство). Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2013. Т. 21. Ч. 2. С. 152-159.
9. Симаков Е. А. Новые технологии производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля. М., 2000. 80 с.
10. Терентьева Е. В., Ткаченко О. В., Гревцева Е. С. Динамика формирования биомассы растений картофеля в aeropонной установке // Евразийский союз ученых. 2015. № 7-6 (16). С. 120-122.
11. Ткаченко О. В. Aeropоника – новая технология в семеноводстве картофеля // Губернские вести. 2015. № 49. С. 4.
12. Хутинаев О. С., Анисимов Б. В., Юрлова С. М. Гидропонное выращивание мини- и микроклубней с применением различного спектра освещения // Материалы науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы инновационного развития современной индустрии картофеля». Чебоксары, 2013. С. 92-96.
13. Farran I., Mingo-Castel M. Angel. Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals // American Journal of Potato Research, 2006. Volume 83. P. 47-53.
14. Otazu V. Manual on quality seed potato production using aeroponics // International Potato Center (CIP). Lima, Peru, 2010. 44 p.
15. Soffer H., Burger D. W. Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots // J. Am. Soc. Hortic. Sci. 1988. Vol. 113. P. 218-221.

## **LUX POTATO VARIETY: PROSPECTS OF OBTAINING THE QUALITATIVE ORIGINAL MATERIAL WITH A HIGH QUANTITATIVE YIELD OF MINI-TUBERS IN AERO-HYDROPONIC MODULE**

**E.P. Shanina**, Dr. Agr. Sci.

**M.A. Stafeeva**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher

**A.N. Kovalev**, Post-Graduate Student, Junior Researcher

Ural Scientific and Research Institute of Agriculture – division of Ural Federal Agrarian Scientific and Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

21, Glavnaya St., Poselok Istok, Yekaterinburg, 620061

E-mail: shanina08@yandex.ru , [stafeeva-mariia@mail.ru](mailto:stafeeva-mariia@mail.ru)

### **ABSTRACT**

The influence of artificial lighting on quantitative yield and qualitative indicators of potato mini-tubers cultivated on an aero-hydroponic module was studied in Potato Selective and Technological Center of the Ural Scientific and Research Institute of Agriculture. The experiment included three variants of artificial lighting. 250 Watt DNaT (sodium arc) lamp and 36 Watt LED lamp were taken as a control variant. Two variants involved application of LED lamps produced in Yekaterinburg with a power of 70 W and 140 W. The research results revealed that the conditions of artificial lighting used in aeroponic installations had a strong impact on quantitative yield of mini-tubers. In this regard, it is necessary to select lighting sources in order to create optimal conditions for growth and development of plants, process of tuber formation. In the control variant, the total yield and yield of tubers from one plant were higher for each subsequent harvest. However, the average mass of one tuber fraction > 15.0 mm in diameter was higher when LED lamps with a power of 70 W and 140 W were used. Significant differences on starch content in obtained mini-tubers were not found between the control variant and the variants with 70 W and 140 W LED lamps. With an application of 70 W lamps, the starch content was lower by 0.1-0.8%. The obtained mini-tubers had typical for the variety shape. Tubers with signs of fungal or bacterial diseases were not detected.

*Key words: potatoes, mini-tubers, aero-hydroponic module, nutrient solution, total salt content (EC), pH level, light regime.*

## References

1. Tekhnologiya proizvodstva iskhodnogo semennogo materiala kartofelya (Technology of production of initial seed material of potatoes), A. I. Adamova [i dr.], Sb. nauch. tr. (Kartofelevodstvo), Minsk, Merlit, 2002, Vyp. 11, pp. 187-225.
2. Banadysev S. A. Tekhnologii proizvodstva mini-klubnej kartofelya: chto predpochest'? (Production technologies of potato mini-tubers: what to prefer?), *Agramoe obozrenie*, 2012, № 6 (34), pp. 20-21.
3. Priemy povysheniya produktivnosti kartofelya v pitomnikah original'nogo semenovodstva (Methods to increase the productivity of potatoes in the nurseries of original seed production), N. A. Kurejchik [i dr.], Sb. nauch. tr. (Kartofelevodstvo), Minsk, RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu», 2013, T. 21, Ch. 2, pp. 72-80.
4. Fotosintez i produktivnost' rastenij kartofelya pri dopolnitel'nom obluchenii nizkoenergeticheskim svetom  $\lambda$  625 nm (Photosynthesis and productivity of potato plants under additional low-energy light irradiation of  $\lambda$  625 nm), Yu. C. Martirosyan [i dr.], Sb. nauch. tr. (Kartofelevodstvo), Minsk, RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu», 2007, T. 13, pp. 65-72.
5. Martirosyan Yu. C. Aeroponnye tekhnologii: perspektivy proizvodstva ozdorovlennogo semennogo kartofelya (Aeroponic technologies: prospects for the production of healthy seed potatoes), *Kartofel'naya Sistema*, 2014, No. 1, pp. 30-32.
6. Martirosyan Yu. C. Aeroponnye tekhnologii v pervichnom semenovodstve kartofelya – preimushchestva i perspektivy (Aeroponic technology in a primary seed production of potatoes – benefits and prospects), Sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Metody biotekhnologii v selekcii i semenovodstve. Kartofelevodstvo), M., GNU VNIKKH Ros-sel'hozakademii, 2014, pp. 175-179.
7. Perspektivy ispol'zovaniya aeroponiki v proizvodstve ozdorovlennogo semennogo materiala kartofelya (Prospects of Aeroponics in the production of healthy seed potatoes), Reuckij V. G. [i dr.], Sb. nauch. tr. (Kartofelevodstvo), Minsk, RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu», 2007, T. 13, pp. 107-113.
8. Semenova Z. A., Hadyko O. N., Podobed N. I. Osobennosti vyrashchivaniya mini-klubnej kartofelya v usloviyah aeroponiki s primeneniem pitatel'nyh rastvorov na osnove sredy Murasige-Skuga (Features of cultivation of potato mini-tubers under conditions of Aeroponics with application of nutrient solutions based on the Murashige and Skoog medium), Sb. nauch. tr. (Kartofelevodstvo), Minsk, RUP «Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu», 2013, T. 21, Ch. 2, pp. 152-159.
9. Simakov E. A. Novye tekhnologii proizvodstva ozdorovlennogo iskhodnogo materiala v elitnom semenovodstve kartofelya (New technologies for the production of improved initial material in elite seed production of potatoes), M., 2000, 80 p.
10. Terent'eva E. V., Tkachenko O. V., Grevceva E. S. Dinamika formirovaniya biomassy rastenij kartofelya v aeroponnoj ustanovke (The dynamics of biomass of potato plants in aeroponic installation), *Evrazijskij soyuz uchenyh*, 2015, № 7-6 (16), pp. 120-122.
11. Tkachenko O. V. Aeroponika – novaya tekhnologiya v semenovodstve kartofelya (Aeroponics – new technology in seed production of potatoes), *Gubernskie vesti*, 2015, № 49, pp. 4.
12. Hutinaev O. S., Anisimov B. V., Yurlova S. M. Gidroponnoe vyrashchivanie mini- i mikroklubnej s primeneniem razlichnogo spektra osveshcheniya (Hydroponic cultivation of mini- and micro-tubers with an application of different lighting spectrum), *Materialy nauch.-prakt. konf. «Sostoyanie i perspektivy innovacionnogo razvitiya sovremennoj industrii kartofelya»*, Cheboksary, 2013, pp. 92-96.
13. Farran I., Mingo-Castel M. Angel. Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals, *American Journal of Potato Research*, 2006, Vol. 83, pp. 47-53.
14. Otazu V. Manual on quality seed potato production using aeroponics, International Potato Center (CIP), Lima, Peru, 2010, 44 p.
15. Soffer H., Burger D. W. Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1988, Vol. 113, pp. 218-221.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 619:616.1

**ПРОФИЛАКТИКА ЖЕЛУДОЧКОВЫХ АРИТМИЙ У СОБАК  
В ПОСТОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД  
ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОГО РАСШИРЕНИЯ-  
ЗАВОРОТА ЖЕЛУДКА**

**А. В. Белов**, аспирант;  
**Д. Ф. Ибишов**, д-р ветеринар. наук, профессор;  
**С. Л. Расторгуева**, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [ynb@pgsha.ru](mailto:ynb@pgsha.ru)

*Аннотация.* На базе ветеринарной клиники «Клык+», в г. Перми Пермского края, были проведены ретроспективные исследования группы собак крупных пород. В ходе исследований мы анализировали 10 историй болезни собак с острым расширением желудка, ключевыми параметрами отбора пациентов были масса тела от 40 кг, возраст от 3 до 5 лет, некастрированные самцы. Все пациенты поступили в клинику с резким увеличением живота. Собаки осмотрены врачом-терапевтом, оценены их габитус, физиологические параметры, проведена аускультация легких и сердца, пальпация и перкуссия брюшной полости. Специальные методы диагностики были представлены: тонометрией артериального давления, а также клиническим и биохимическим анализом крови и рентгенографией органов брюшной полости. Затем собакам была проведена специфическая терапия, хирургическое вмешательство и интенсивная терапия в условиях стационара. Одна группа животных получала инфузию с постоянной скоростью лидокаином сразу после установки диагноза, вторая группа – только после констатации желудочковой тахикардии. После анализа выживаемости собак в группах была доказана эффективность раннего применения лидокаина в качестве профилактики аритмий и снижения кардиологической смертности при остром расширении желудка.

*Ключевые слова:* собаки, острое расширение желудка, аритмии, лидокаин.

**Введение.** Острое расширение-заворот желудка (ОРЖ) – это заболевание, характеризующееся чрезмерным скоплением газов в желудке вследствие спазма пилоруса, а также расстройством секреторной и моторной функций желудка. Кроме того может происходить заворот желудка [11, 12].

К ОРЖ наиболее часто предрасположены собаки крупных пород, такие как овчарки, боксеры, доберманы, бернские зиннхунды и породы сеттеров любого возраста (в среднем, 6-летних) и пола. Но не редко встречаются собаки средних и крайне редко – мелких пород. Помимо этого, по возрасту наиболее предрасположены к заболеванию щенки в возрасте нескольких недель и пожилые собаки [3]. Каж-

дый эпизод ОРЖ, вследствие нанесения огромного вреда дыханию и кровообращению, становится экстренным случаем, который без немедленного лечения в течение нескольких часов приводит к летальному исходу [8].

Предрасполагающие факторы [8]:

- глубокая грудная клетка;
- слабые связки желудка;
- нарушение электрической активности желудка или замедленное, либо невозможное опорожнение желудка;
- торопливое поедание корма;
- кормление один раз в сутки;
- тяжелые стрессовые ситуации;
- отсутствие отрыжки;
- избыточная масса тела.

В случае ОРЖ это многофакторный процесс.

В период возникновения ОРЖ в желудке накапливается корм, жидкость, происходят бродильные процессы, скапливается большое количество газов, что приводит к значительному повышению внутрижелудочного давления, к обструкции портальной и каудальной полых вен, вызывая мезентериальный застой, снижение сердечного выброса, распределительный шок и синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС). Кроме того, нарушение кровообращения желудка может привести к некрозу его стенок [9].

Симптомы [11, 12]:

- непродуктивные позывы на рвоту;
- сильная болезненность живота;
- быстрое вздутие желудка;
- тимпанический перкуторный звук в краниальной части брюшной полости;
- тахикардия (пульс частый, но слабый);
- бледные слизистые оболочки;
- вялость, апатия.

Желудочковая тахикардия (желудочковая аритмия) – нарушение ритма, характеризующееся серией желудочковых преждевременных комплексов (ЖПК), что приводит к быстрому сердечному ритму [5, 7].

К данной патологии наиболее предрасположены боксеры, доберманы и немецкие овчарки по аутосомно-рецессивному типу наследования.

Причины [4]:

- нарушение электролитного и кислотно-основного состава крови;
- реакция на введение лекарственных препаратов;
- хроническая сердечная недостаточность;
- новообразования сердца;
- структурные повреждения сердца;
- породная предрасположенность;
- системные патологии;
- синдром реперфузии.

Клинические признаки: слабая пульсовая волна на бедренной артерии, бледные слизистые оболочки, снижение толерантности к физическим нагрузкам, слабость, тахикардия, слышимая при аускультации, внезапная смерть [11, 12].

Это состояние опасно для жизни, поскольку желудочковая тахикардия может быстро дегенерировать в фибрилляцию желу-

дочков, что неизменно приводит к плохой сердечной сократимости, снижению диастолического функционирования желудочков и возможной застойной сердечной недостаточности [3, 7].

Другим угрожающим жизни животного состоянием после купирования ОРЖ является синдром реперфузии, так как восстановление кровообращения после длительной ишемии может привести к развитию реперфузионного повреждения клеток. В механизме развития реперфузионного повреждения клеток основное значение имеют [6, 10]:

- фазные изменения локальной гемодинамики, заключающиеся в развитии реактивной гиперемии с последующим падением кровотока ниже исходного;
- избыточное накопление в клетках ионизированного кальция, вызывающее дальнейшее повреждение клеточных мембран;
- дальнейшее нарушение энергетического обеспечения клеток, развивающееся из-за угнетения ферментов синтеза АТФ и утилизации энергии АТФ эффекторными системами клетки.

Реперфузионное повреждение клеток сопровождается большим накоплением в них ионов кальция и натрия, большим повреждением мембран и ферментных систем. После реперфузии длительно ишемизированного органа или группы органов может возникнуть ишемический шок [1, 10].

Особое место в патогенезе повреждения клеток занимают механизмы повреждения клеточных мембран, которые относятся к нарушениям углеводных (полисахаридных), белковых и, особенно, липидных компонентов клеточных мембран. К наиболее важным патогенетическим факторам повреждения липидных компонентов мембран относятся:

- 1) активизация процессов перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот и фосфолипидов;
- 2) активация мембранных фосфолипаз;
- 3) осмотическое растяжение мембран набухших клеток;
- 4) увеличение абсорбции полиэлектролитов на липидном бислое;
- 5) повреждающее действие макромолекул (иммуноглобулинов и иммунных комплексов) через активацию системы комплемента (процессов протеолиза) и др. [6].

*Целью* наших исследований являлось

определение выживаемости животных после оперативного лечения ОРЖ при разных схемах применения лидокаина.

**Методика.** Проанализированы истории болезни 10 собак крупных пород с симптомами резкого увеличения живота. Исследования проводились в ветеринарной клинике «КЛЫК+», находящейся в г. Перми Пермского края. Все животные – некастрированные самцы с массой тела свыше 40 кг, их возраст – от 3 до 5 лет. Каждый пациент прошел полный клинический осмотр, который проводился ветеринарным врачом общей практики. Осмотр включал в себя общие и специальные методы диагностики. В процессе осмотра учитывались следующие показатели: температура тела, которая измерялась ректально электронным термометром; аускультация дыхательной системы, которая включала оценку дыхательных шумов во всех долях легких посредством аускультации с использованием фонендоскопа. Исследование функции сердца методом аускультации включало оценку сердечных тонов, наличие или отсутствие патологических шумов на точках оптимальной аускультации, соответствие частоты сердечных сокращения пульсовой волне на бедренной артерии тазовой конечности (оценка дефицита пульса). Проводилась оценка гидратации пациентов по таким маркерам, как скорость наполнения капилляров слизистой оболочки ротовой полости, тургор кожной складки, влажность слизистых оболочек. Далее методом пальпации оценивалось состояние брюшной стенки, ее болезненность, напряженность, степень увеличения стенки живота, наличие деформаций, внешних травм, а также проводилась перкуссия брюшной области. Методом перкуссии оценивался звук, издаваемый брюшной стенкой, у всех пациентов характер звука был тимпаническим. Затем проводилось измерение артериального давления осциллографическим методом при помощи прибора «PetMap2», на правой грудной конечности собаки пять раз, после чего рассчитывалось среднее значение. Также фиксировалось систолическое и диастолическое давление. Далее проводилась рентгенография органов брюшной полости с целью подтверждения диагноза: острое расширение желудка с заворотом [2]. После этого проводилась декомпрессия желудка методом гастроцентеза при помощи нескольких катетеров диаметром

16 G, установленных согласно правилам антисептики. В ходе лабораторных исследований крови анализировался: уровень гемоглобина, гематокрита, лейкоцитов и тромбоцитов в периферической крови, взятой методом венопункции, также проводился биохимический анализ крови на уровень альбуминов, мочевины, креатенина, АЛТ, ГГТ, а также калия и натрия.

Животные были разделены на две группы по способу применения лидокаина в терапии. Первой группе вводили лидокаин в дозе 50 мкг/кг/минуту с инфузией с постоянной скоростью с момента декомпрессии желудка, второй группе вводился лидокаин в той же дозе и таким же способом только при возникновении эпизода желудочковой тахикардии.

Собакам обеих групп была проведена лапаротомия, гастротомия, гастропексия и спленэктомия. Используемая схема анестезии была идентична у обеих групп и включала в себя: Пропофол 6 мг/кг внутривенно, дробно в течение двух минут, далее проводилась ингаляционная анестезия препаратом Изофлюран на фоне искусственной вентиляции легких. Анальгезия включала в себя: Дексдомитор в дозе 0,5 мкг/кг, Трамадол 5 мг/кг. Антибиотикотерапия проводилась препаратами Амоксиклав в дозе 12,5 мг/кг, Ципрофлоксацин 10 мг/кг. Ход оперативного вмешательства и анестезии проходили без эксцессов, пациенты успешно вышли из анестезии.

Далее в течение 24 часов, осуществлялось лечение в условиях стационара: инфузионная терапия, анальгезия, антибиотикотерапия, мониторинг ЭКГ [7] и электролитного статуса.

**Результаты.** Результаты были проанализированы, проведена оценка смертности в течение 24 часов после оперативного лечения, оценка смертности в результате желудочковой тахикардии в обеих группах пациентов.

Кардиологическая смерть наступала в результате развития фибрилляции желудочков, а также при отсутствии других причин, таких как ДВС-синдром, коагулопатия, рецидив ОРЖ.

В результате проведенных мероприятий в первой группе животных были получены следующие данные: у одной собаки наступила кардиологическая смерть, одно животное погибло в результате развития ДВС-синдрома, три собаки успешно пережили первые 24 часа. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Группа 1

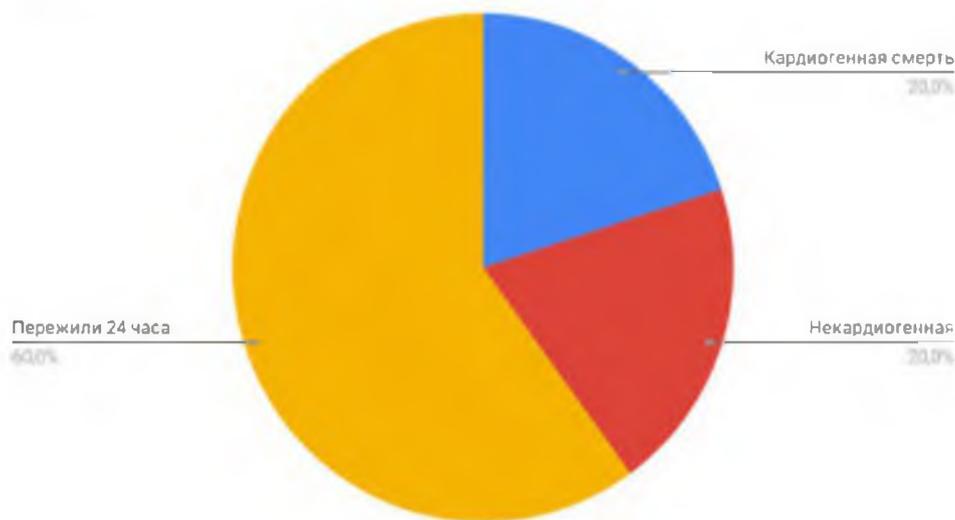


Рис. 1. Оценка смертности в течение 24 часов после оперативного лечения

Во второй группе животных были получены следующие показатели: у трех собак наступила кардиологическая смерть, у одной собаки развилась коагулопатия, од-

на собака успешно пережила первые 24 часа.

Результаты исследований представлены на рисунке 2.

Группа 2

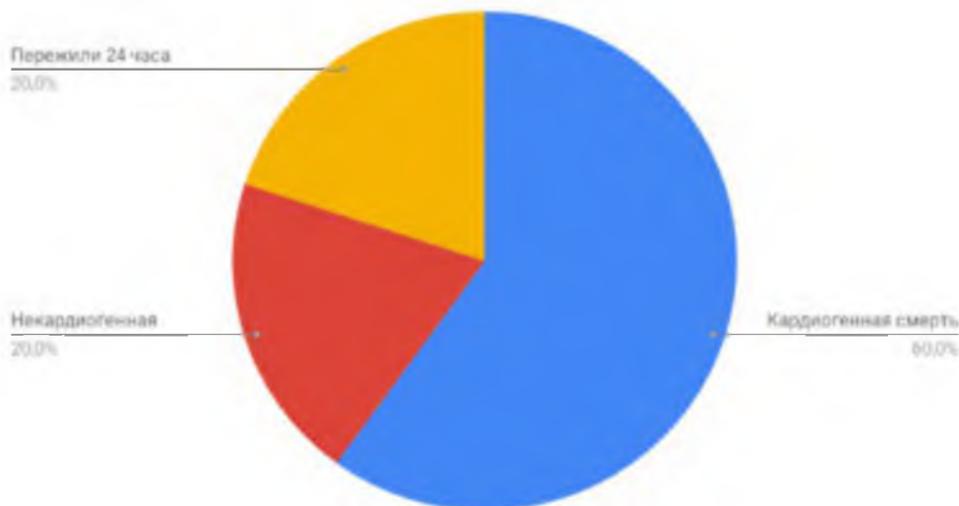


Рис. 2. Оценка смертности в течение 24 часов после оперативного лечения

**Выводы.** Исходя из результатов проведенного лечения, введение лидокаина в дозе 50 мкг/кг/минуту с инфузией с постоянной скоростью с момента декомпрессии желудка, в качестве профилактики кардиогенной смерти

при остром расширении желудка, показывает положительные результаты и увеличивает кардиологическую выживаемость животных на 30%.

**Литература**

1. Бикхардт К. Клиническая ветеринарная патофизиология. М.: Аквариум-Принт, 2012. 288 с.
2. Воронин Е. С. Клиническая диагностика с рентгенологией. М.: Колосс, 2006. 509 с.
3. Кирк Р. Современный курс ветеринарной медицины Кирка. М.: Аквариум-Принт, 2005. 1375 с.
4. Макинтайр Д. К., Дробац К. Дж., Хаскинз С. С. Скорая помощь и интенсивная терапия мелких домашних животных. М.: Аквариум-Принт, 2013. 560 с.
5. Мартин М., Коркорэн Б. М. Кардиореспираторные заболевания собак и кошек. М.: Аквариум-Принт, 2014. 496 с.
6. Реперфузионное повреждение клеток: [StudFiles] [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://studfiles.net/preview/1818013/page:79> (дата обращения 26.05.2018).
7. Суворов О., Мартин М. Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных. М.: Аквариум-Принт, 2012. 144 с.
8. Сутер П. Ф., Кон Б. Болезни собак. 10-е издание, перераб., доп. М.: Аквариум-Принт, 2011. 1360 с.
9. Karen Tobias, Spencer Johnston. Veterinary Surgery: Small Animal 1st Edition. Saunders 2011. 2332 p.
10. Murata I., Ooi K., Sasaki H., Kimura S., Ohtake K., Ueda H., Uchida H., Yasui N., Tsutsui Y., Yoshizawa N., Hirotsu I., Morimoto Y., Kobayashi J. Characterization of systemic and histologic injury after crush syndrome and intervals of reperfusion in a small animal model // J. Trauma, 2011 Jun; 70(6): 1453-63. DOI: 10.1097/TA.0b013e31820ca00a.
11. Nelson R., Couto C. G. Small Animal Internal Medicine 5th Edition. Mosby 2014. 1476 p.
12. Todd R. Tams, Handbook of Small Animal Gastroenterology. Saunders 2003. 608 p.

**PREVENTION OF VENTRICULAR ARRHYTHMIA IN DOGS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD OF SURGICAL TREATMENT OF ACUTE DILATATION-GASTRIC TORSION**

**A. V. Belov**, Post-Graduate Student;  
**D. F. Ibishov**, Dr. Vet. Sci., Professor;  
**S. L. Rastorguyeva**, Senior Lecturer,  
 Perm State Agro-Technological University  
 23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
 E-mail: [vnb@pgsha.ru](mailto:vnb@pgsha.ru)

**ABSTRACT**

A retrospective study of a group of large-breed dogs was conducted on the basis of the veterinary clinic «Klyk+», in Perm, Permskii Krai. In the course of the study, we analyzed 10 case histories, dogs with acute gastric dilatation, the key parameters of patient selection were body weight from 40 kg, age from 3 to 5 years, uncastrated males. All patients entered the clinic complaining of a sharp increase in the abdomen. The dogs were examined by a physician; their habitus, physiological parameters, auscultation of the lungs and heart, palpation and percussion of the abdominal cavity were evaluated. Special diagnostic methods were presented: tonometry of blood pressure, as well as clinical and biochemical analysis of blood and radiography of the abdominal cavity. Then the dogs were given specific therapy, surgical intervention and intensive therapy in a hospital. One group of patients received infusion with a constant rate of lidocaine immediately after the diagnosis, the second group only after ascertaining ventricular tachyarrhythmia. After analyzing the survival of patients in groups, the effectiveness of early use of lidocaine was proven, as prevention of arrhythmias and reduction of cardiac mortality in acute gastric dilatation.

*Key words: dogs, acute gastric dilatation, arrhythmias, lidocaine.*

**References**

1. Bikhardt K. Klinicheskaya veterinarnaya patofiziologiya (Clinical veterinary pathophysiology), Moscow, Akvarium-Print, 2012, 288 p.
2. Voronin E. S. Klinicheskaya diagnostika s rentgenologiej (Clinical diagnosis with radiology), Moscow, Koloss, 2006, 509 p.
3. Kirk R. Sovremennyi kurs veterinarnoi meditsiny Kirka (Modern course of veterinary medicine Kirk), Moscow, Akvarium-Print, 2005, 1375 p.
4. Makintajr D. K., Drobac K. Dzh., Haskingz S. S. Skoraya pomoshch' i intensivnaya terapiya melkih domashnih zhivotnyh (Ambulance and intensive care for small pets), Moscow, Akvarium-Print, 2013, 560 p.
5. Martin M., Korkoren B. M. Kardiorespiratornye zabolovaniya sobak i koshek (Cardiorespiratory diseases of dogs and cats), Moscow, Akvarium-Print, 2014, 496 p.
6. Reperfuzionnoe povrezhdenie kletok (Reperfusion cell damage): [StudFiles], Elektronnyi resurs (Basis of system design of technical objects), Rezhim dostupa URL: <https://studfiles.net/preview/1818013/page:79> (data obrashcheniya 26.05.2018).

7. Suvorov O., Martin M. Rukovodstvo po elektrokardiografii melkih domashnih zivotnyh (Manual on electrocardiography of small pets), Moscow, Akvarium-Print, 2012, 144 p.
8. Suter P. F., Kon B. Bolezni sobak (Dog diseases), 10-e izdanie, pererab., dop., Moscow, Akvarium-Print, 2011, 1360 p.
9. Karen Tobias, Spencer Johnston. Veterinary Surgery: Small Animal 1st Edition, Saunders 2011, 2332 p.
10. Murata I., Ooi K., Sasaki H., Kimura S., Ohtake K., Ueda H., Uchida H., Yasui N., Tsutsui Y., Yoshizawa N., Hirotsu I., Morimoto Y., Kobayashi J. Characterization of systemic and histologic injury after crush syndrome and intervals of reperfusion in a small animal model, J. Trauma, 2011 Jun; 70(6), 1453-63. DOI: 10.1097/TA.0b013e31820ca00a.
11. Nelson R., Couto C. G. Small Animal Internal Medicine 5th Edition, Mosby 2014, 1476 p.
12. Todd R. Tams, Handbook of Small Animal Gastroenterology, Saunders 2003, 608 p.

УДК 619:618.41.37

## ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ШАШКИ «ТАМБЕЙ», ЕЕ ТЕРМОВОЗГОННОЙ ОСНОВЫ, ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ЛИМОНА, ПИХТЫ И ИХ СМЕСИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НА ИХ ОСНОВЕ НОВЫХ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ

**В. В. Маслова**<sup>1,3</sup>, инженер – исследователь;  
**С. Ю. Солонников**<sup>2,3</sup>, канд. мед. наук, доцент;  
**Г. А. Триандафилова**<sup>1,3</sup>, младший научный сотрудник;  
**Е. И. Яковлева**<sup>2</sup>;  
**Е. Д. Гапечкина**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО ПНИПУ НОЦ “ХимБи”, 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ПГФА, 614990, Российская Федерация, Пермский край, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 101.

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 614990, Российская Федерация, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23.

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

*Аннотация.* Определена острая ингаляционная токсичность ветеринарного препарата – термовозгонной шашки «Тамбей», термовозгонной основы шашки, эфирных масел лимона, пихты и их комбинации. Исследования проводились на базе научно-образовательного центра прикладных химических и биологических исследований Пермского национального исследовательского политехнического университета. Токсичность термовозгонной шашки «Тамбей» изучалась при времени экспозиции 30 и 240 минут. Токсичность термовозгонной основы шашки, эфирных масел пихты, лимона и их комбинации исследовалась при экспозиции 30 минут. Острую токсичность изучали на белых мышах линии CD – 1. Исследуемые концентрации: пихтовое масло - 0,25 мг/л, 2,5 мг/л и 3 г/л, лимонное масло - 3 г/л, смесь масел - 0,6 г/л (0,3 г/л пихтового и 0,3 г/л лимонного масел) и 3г/л (1,5 мг/л пихтового и 1,5 мг/л лимонного масел). Для определения острой токсичности (CL<sub>50</sub>) термовозгонной шашки «Тамбей» и ее термовозгонной основы использовали концентрации в интервале 60 - 109 мг/л и 16 - 63 мг/л соответственно. Токсичность термовозгонной шашки определяется токсичностью ее термовозгонной основы, с увеличением времени экспозиции токсичность шашки возрастает. Токсичность эфирных масел пихты, лимона и их смеси позволяет отнести их к малотоксичным веществам (CL<sub>50</sub> >3000 мг/л). Комбинация масел обладает выраженным угнетающим действием на центральную нервную систему. Комбинация масел лимона и пихты является перспективной для создания на её основе нового ветеринарного препарата.

*Ключевые слова:* термовозгонные шашки, эфирные масла, острая токсичность.

**Введение.** В настоящее время для лечения острых респираторных заболеваний (ОРЗ) сельскохозяйственных животных преимущественно используют антибиотики, сульфаниламиды и их комбинации [1-3]. Применение антибиотиков сопровождается определенными негативными последствиями – формированием устойчивости возбудителей к этим препаратам, возможностью попадания в организм человека с продуктами животноводства, необходимостью утилизации молока от больных животных. Лечение заболеваний верхних дыхательных путей и легких у животных включается в производственный цикл предприятия, что требует дополнительных затрат [4]. Разработка альтернативных методов лечения ОРЗ является актуальной задачей. Использование эфирных масел как альтернативы применения антибиотиков – это перспективный метод лечения, так как эссенциальные масла обладают противомикробным, иммуномодулирующим, противогрибковым, антигипоксическим свойствами, оказывая комплексное терапевтическое действие на организм животных [5, 6].

В настоящий момент в ветеринарной практике используется препарат – термовозгонная шашка “Тамбей”, в состав которого в качестве действующего вещества входит пихтовое масло. Основными действующими веществами пихтового масла являются монотерпеновые углеводороды (63,5 %) и эфиры (8,2 %), наиболее распространенные из которых  $\alpha$ -пинен,  $\beta$ -пинен, мирцен, камфен, терпинолен, лимонен, d-кадинен, трициклин,  $\beta$ -кариофиллин, борнилацетат, борнеол и терпин-1-ен-4-ол, с которыми связывают основные биологические эффекты эфирных масел [7].

Комбинирование эссенциальных масел эфирноносных растений, имеющих разное процентное содержание активных веществ, может привести к усилению эффекта вследствие проявления синергетических эффектов. Таким образом, комбинация эссенциальных масел является перспективной основой для разработки новых ветеринарных препаратов.

*Цель работы* – изучить острую ингаляционную токсичность ветеринарного препарата “Тамбей”, комбинации эфирных масел пихты и лимона.

*Задачи:* изучить острую токсичность шашки, ее термовозгонной основы, изучить

острую токсичность эфирных масел и их комбинации.

**Методика.** Изучение острой токсичности проводилось на белых мышах линии CD-1 в возрасте 3 месяцев, обоего пола. Животные были получены из лицензированного источника, имеющего действующую AAALAC аккредитацию, – НПП «Питомник лабораторных животных» ФИБХ РАН (МО, г. Пущино). Животные содержались в поликарбонатных клетках (Bioskape) по 5 животных одного пола в каждой в соответствии со стандартом ЕС 2010/63/EU, на подстиле Rinofix МК 2000 (JRS, Германия). Для кормления животных использовался корм «Чара» для конвекционных мелких лабораторных грызунов (мышей, крыс), производитель – ЗАО «Ассортимент Агро», Россия. Вода *ad libitum*. Опыты проводились в условиях, максимально исключая воздействие внешних раздражителей (перепады освещения, температуры влажности и неконтролируемых звуковых раздражителей). Животные использовались в опытах натощак. Экспериментальные группы состояли из животных обоего пола. Исследуемые вещества вводились мышам ингаляционно, однократно, использовалась затравочная камера объемом 0,16 м<sup>3</sup>. Животные находились в затравочной камере в течение 30 минут. Общая продолжительность наблюдения за животными в эксперименте составляла 14 дней, причем в первый день после введения веществ животные находились под непрерывным наблюдением. При определении острой токсичности препаратов, два раза в неделю фиксировалось общее состояние животных; особенности поведения, интенсивность и характер двигательной активности; наличие и характер судорог; нарушение координации движений; реакция на тактильные раздражители; частота дыхательных движений; состояние шерстного и кожного покрова; цвет слизистых оболочек; изменение цвета мочи; консистенция фекальных масс; потребление корма и воды. Регистрировались сроки развития интоксикации и гибели животных. Проводилось макроскопическое исследование органов погибших животных. Определение параметров острой токсичности проводилось с использованием методов Беренса с определением значений  $CL_{50}$  [8, 9].

Объекты исследований: пихтовое масло (производитель ИП «Савин В. Я.»), лимонное масло (изготовитель ООО ТД «СиНам», г. Новосибирск), термовозгонная основа ветеринарного препарата «Тамбей» (производства ООО «Санветпрепарат плюс» г. Пермь).

Для определения острой токсичности термовозгонной шашки «Тамбей» время экспозиции составляло 30 и 240 минут. При изучении токсичности термовозгонной основы, пихтового, лимонного масел и их комбинаций время экспозиции составляло 30 минут. Острую токсичность пихтового масла изучали в концентрациях 0,25 мг/л, 2,5 мг/л, 3 г/л, лимонного масла – в концентрации 3 г/л, смесь масел – в концентрациях 0,6 г/л (0,3 г/л пихтового и 0,3 г/л лимонного масел), 3 г/л (1,5 мг/л пихтового и 1,5 мг/л лимонного масел). Для определения острой токсичности (CL<sub>50</sub>) термовозгонной шашки «Тамбей» и ее термовозгонной основы использовали концентрации в интервале 60 - 109 мг/л и 16 - 63 мг/л соответственно.

**Результаты.** Острая токсичность (CL<sub>50</sub>) термовозгонной шашки «Тамбей» составила 73,2±5,3 мг/л, время экспозиции 30 мин. При увеличении времени экспозиции до 240 минут CL<sub>50</sub> составила 60,2±2,9 мг/л. Острая токсичность термовозгонной смеси (CL<sub>50</sub>) 25,4±4,8 мг/л.

При изучении острой токсичности шашки «Тамбей» и ее термовозгонной основы у животных наблюдалась схожая симптоматика. При ингаляции в токсических концентрациях у животных в течение первых 5-ти минут наблюдалось беспокойство, двигательное возбуждение и одышка. Наблюдение за общим состоянием в течение 14 дней после «затравки» показало, что в первые 24 часа у всех животных наблюдалась одышка и покраснение слизистых оболочек, эти симптомы сохранялись в течение двух суток. Дальнейшее наблюдение за выжившими животными в течение 14 дней показало, что изменений в поведении, характере двигательной активности, состоянии шерстного и кожного покровов, цвета слизистых оболочек, потребления корма и воды не зафиксировано. Спустя 14 дней проводили эвтаназию и макроскопическое исследование органов выживших животных.

Острая токсичность аэрозолей пихтового, лимонного масел и их смеси выше 3 г/л.

Наблюдение за общим состоянием показало, что в ходе изучения токсичности комбинации пихтового и лимонного масел в течение 30 минут животные принимали боковое положение и засыпали. По истечении полутора часов двигательная активность животных восстанавливалась.

Из полученных данных следует, что с увеличением времени экспозиции токсичность термовозгонной шашки «Тамбей» возрастает на 20%. Токсичность термовозгонной шашки определяется токсичностью термовозгонной основы, при тлении которой образуется оксид углерода (II), что подтверждается данными макроскопического исследования внутренних органов животных, погибших в ходе эксперимента. При патологоанатомическом исследовании павших животных выявлены изменения, характерные для отравления оксидом углерода (II): ярко-розовая окраска слизистых оболочек, несвернувшаяся кровь, выраженное трупное окоченение. Все внутренние органы и скелетные мышцы имели розовый оттенок. Полости сердца были расширены, содержали алую жидкую кровь. Ткань легких отечна. Под плеврой, брюшиной — множественные кровоизлияния. Такие же кровоизлияния обнаруживались в слизистой оболочке желудка и кишечника [10]. При вскрытии выживших животных патологических изменений внутренних органов не выявлено.

Токсичность масел и их смеси позволяет отнести их к малотоксичным веществам (CL<sub>50</sub>>3000 мг/л). В ходе изучения острой токсичности смеси масел выявлено угнетение функций центральной нервной системы, проявляющееся в принятии животными бокового положения и последующего засыпания. Снотворный эффект связан с такими компонентами эфирных масел пихты и лимона, как α-пинен, β-пинен, мирцен, камфен, терпинолен, лимонен, d-кадинен, трициклин, b-кариофиллин, борнилацетат, борнеол и терпин-1-ен-4-ол [7, 11, 12]. Концентрация активных веществ, действующих на центральную нервную систему, за счет объединения масел лимона и пихты увеличилась, возможно, за счет лимонена, концентрация которого в масле лимона в 10 раз выше, чем в масле пихты [13].

**Выводы.** 1. Острая токсичность термовозгонной шашки «Тамбей» (CL<sub>50</sub>) составила

73,2±5,3 мг/л, время экспозиции 30 мин. При увеличении времени экспозиции до 240 минут (CL50) составила 60,2±2,9 мг/л. Острая токсичность термовозгонной смеси (CL50) при экспозиции 30 минут составила 25,4±4,8 мг/л.

2. Токсичность эфирных масел пихты, лимона и их комбинации выше 3000 мг/л, что позволяет их отнести к малотоксичным веществам.

3. Комбинация эфирных масел лимона и пихты является перспективной для разработки на их основе новых ветеринарных препаратов.

#### Литература

1. Олейник А.В. Стратегия профилактики респираторных болезней телят // Молочное и мясное скотоводство. 2009. №6. С. 35-36.
2. Актинобациллез (лигниерелез) крупного рогатого скота / Ф.А. Мещеряков [и др.] // Вестник ветеринарии. 1999. № 1. С. 59-65.
3. Испытание пентациклина при заболеваниях телят / Г.В. Сноз [и др.] // Ветеринария. 2010. № 10. С.44-47.
4. Ackermann M.R. Bovine Respiratory Diseases. USA, 2010. Vol. 26, № 2. 426 p.
5. Foti M.C., Ingold K.U. Mechanism of inhibition of lipid peroxidation by  $\gamma$ -terpinene an unusual and potentially useful hydrocarbon antioxidant // J. Agric. Food Chem. 2003. V. 51. №9. Pp. 2758-2765.
6. Antioxidant and free radical scavenging activities of essential oils / M.A. Saleh [et al.] // Eth.Diseases. 2010. № 20. Pp. 178-182.
7. Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest / B. Poaty [et al.] // World J. Microbiol. Biotechnol. 2015. №31. Pp. 907-919.
8. Ветеринарная токсикология с основами экологии / М.Н. Аргунов [и др.]. М., 2005. 489 с.
9. Белецкий М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Медгиз, 1963. 146 с.
10. Тимофеев В.Ф., Прокопьева Н.В., Руднев Ф.И. Комбинированное значение отравляющего действия окиси углерода и летучих продуктов горения полимерных материалов при исследовании крови погибших // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. 2003. №6. С. 76-85.
11. Dobetsberger C., Buchbauer G. Actions of essential oils on the central nervous system: An updated review // Flavour Fragr. J. 2011. Vol. 26. Pp. 300-316.
12. Damiro Pergentino de Sousa, Palloma de Almeida Soares Hocayen, Luciana Nalone Andrade and Roberto Andreolini. A Systematic Review of the Anxiolytic-Like Effects of Essential Oils in Animal Models // Molecules. 2015. Vol. 20. Pp.18620-18660.
13. Мишарина Т.А., Теренина М. Б. Влияние состава эфирных масел лимона на их антиоксидантные свойства и стабильность компонентов // Химия растительного сырья. 2010. Вып. 1. С. 87-92.

### THE STUDY OF ACUTE TOXICITY OF THE TAMBEI BLOCK, ITS THERMO-SUBLIMATORY BASE, ESSENTIAL OILS OF LEMON, FIR, AND THEIR MIXTURE FOR DEVELOPMENT OF NEW VETERINARY PREPARATIONS ON THEIR BASIS

V. V. Maslova<sup>1,5</sup>, Research Engineer;  
 S. U. Solodnikov<sup>2,5</sup>, Cand. Med. Sci., Associate Professor;  
 G. A. Triandafilova<sup>1,3</sup>, Junior Researcher;  
 E. I. Yakovleva<sup>2</sup>;  
 E. D. Gapechkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Applied Chemical and Biochemical Research Center  
 Perm National Research Polytechnic University  
 29, Komsomolskiy Prospekt, Perm, 614990, Russia

<sup>2</sup> Perm State Pharmaceutical Academy  
 101, Yekaterininskaya St., Perm, 614990, Russia

<sup>3</sup> Perm State Agro-Technological University  
 23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia

#### ABSTRACT

The acute inhalation toxicity of veterinary preparation called the Tambei thermo-sublimatory block, its thermo-sublimatory base, essential oils of lemon, fir, and their mixture was determined. The research was carried out in the Applied Chemical and Biochemical Research Center of the Perm National Research Polytechnic University. The toxicity of the Tambei® preparation was studied at time of exposure equal to 30 and 240 minutes. The toxicity of the Tambei thermo-sublimatory base, essential oils of fir, lemon, and their mixture was studied at the exposure time of 30 minutes. Acute toxicity was investigated on the 1 white mice of CD line. The following concentrations were researched: fir oil -

0.25 mg/l, 2.5 mg/l and 3 g/l, lemon oil - 3g/l, a mixture of oils - 0.6 g/l (0.3 g/l of fir oil and 0.3 g/l of lemon oil) and 3 g/l (1.5 mg/l of fir oil and 1.5 mg/l of lemon oil). Concentrations in a range from 60 to 109 mg/l and from 16 to 63 mg/l, respectively, were used for determination of acute toxicity ( $CL_{50}$ ) of the Tambei preparation and its thermo-sublimatory base. It is established that toxicity of the thermo-sublimatory block is determined by the toxicity of its thermo-sublimatory base, which grows with an increase in time of exposure. The toxicity of essential oils of fir, lemon, and their mixture allows us to classify them as low-toxic substances ( $CL_{50} > 3000$  mg/l). The combination of oils has a pronounced inhibitory effect on the central nervous system. Mixture of lemon and fir oils represents a prospective combination for the development of new veterinary preparation on its basis.

*Key words:* thermo-sublimatory block, essential oils, acute toxicity.

#### References

1. Olejnik A.V. Strategiya profilaktiki respiratornyh boleznej telyat (Strategy of prevention of respiratory diseases in calves). Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2009, No. 6, pp. 35-36.
2. Aktinobacillez (lignierelez) krupnogo rogatogo skota (Actinobacillosis (lignierelosis) of cattle), F.A. Meshcheryakov [i dr.], Vestnik veterinarii, 1999, No. 1, pp. 59-65.
3. Ispytanie pentaciklina pri zabolevaniyah telyat (Examination of pentacycline in diseases of calves), G.V. Snoz [i dr.], Veterinariya, 2010, No. 10, pp. 44-47.
4. Ackermann M.R. Bovine Respiratory Diseases, USA, 2010, Vol. 26, No. 2, 426 p.
5. Foti, M.C., Ingold K.U. Mechanism of inhibition of lipid peroxidation by  $\gamma$ -terpinene an unusual and potentially useful hydrocarbon antioxidant, J. Agric. Food Chem, 2003, Vol. 51, No. 9, pp. 2758-2765.
6. Antioxidant and free radical scavenging activities of essential oils, M.A. Saleh [et al.], Eth.Diseases, 2010, No. 20, pp. 178-182.
7. Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest, B. Poaty [et al.], World J. Microbiol. Biotechnol, 2015, No. 31, pp. 907-919.
8. Veterinarnaya toksikologiya s osnovami ehkologii (Veterinary toxicology with the basics of ecology), M.N. Argunov [i dr.], M., 2005, 489 p.
9. Belen'kij M.L. Elementy kolichestvennoj ocenki farmakologicheskogo ehffekta (Elements of quantitative assessment of the pharmacological effect), 2-e izd., pererab. i dop, Leningrad, Medgiz, 1963, 146 p.
10. Timofeev V.F., Prokop'eva N.V., Rudnev F.I. Kombinirovannoe znachenie otravlyayushchego dejstviya oksidi ugleroda i letuchih produktov goreniya polimernyh materialov pri issledovanii krovi pogibshih (Combined value of the toxic effect of carbon monoxide and volatile products of combustion of polymeric materials in the study of blood of deceased), Izbrannye voprosy sudebno-medicinskoj ehkspertizy, 2003, No. 6, pp. 76-85.
11. Dobetsberger C., Buchbauer G. Actions of essential oils on the central nervous system: An updated review, Flavour Fragr, J, 2011, Vol. 26, pp. 300-316.
12. Damiro Pergentino de Sousa, Palloma de Almeida Soares Hocayen, Luciana Nalone Andrade and Roberto Andreolini. A Systematic Review of the Anxiolytic-Like Effects of Essential Oils in Animal Models, Molecules, 2015, Vol. 20, pp.18620-18660.
13. Misharina T.A., Terenina M. B. Vliyanie sostava ehfirmyh masel limona na ih antioksidantnye svoystva i stabil'nost' komponentov (Effect of composition of essential oils of lemon on their antioxidant properties and stability of components), Himiya rastitel'nogo syr'ya, 2010, Vol. 1, pp. 87-92.

УДК 637.523.22:636.5.084.1

## ОСОБЕННОСТИ ОБВАЛКИ БЕДЕР И ГОЛЕНЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ РАЗНЫХ ФОРМ САПРОПЕЛЯ

**С. Ю. Николаева**, аспирант;

**Ю. В. Аржанкова**, д-р биол. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА,

пр-т Ленина, д.2, г. Великие Луки, Псковская область, Россия, 182112

E-mail: [dina350@mail.ru](mailto:dina350@mail.ru)

*Аннотация.* Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях вивария кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия» Псковской области. Целью исследований явля-

лось изучение обвалки бедер и голеней цыплят-бройлеров кросса «Ross 308», получавших полнорационный комбикорм с кормовыми добавками на основе сапропеля. Цыплята 1-й опытной группы получали комбикорм с добавкой в питьевую воду 1% (по объему) экстракта сапропеля, 2-й группы – 2,5% сапропеля, 3-й группы – 10% зеленой добавки на основе сапропеля взамен комбикорма (по массе) соответственно. Выращивание бройлеров осуществлялось до 56-дневного возраста с целью получения крупной тушки для анатомической разделки. Скармливание сапропеля в разных формах оказало положительное влияние на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и позволило использовать в их кормлении альтернативные корма местного производства, заменяющие часть дорогостоящих концентратов. По массе бедер, филе, индексу мясности бедер цыплята-бройлеры всех опытных групп превосходили контрольную независимо от пола. По показателям филе, индексам мясности бедер и голеней лучшей оказалась птица 1-й опытной группы. Самые низкие показатели, как правило, выявлены у цыплят 3-й опытной группы. Масса филе бедер в 1-й опытной группе составила 360,75 г, относительное количество филе бедер – 83,08%, масса филе голеней – 286,08 г, относительное количество филе голеней – 68,76%, индекс мясности бедер – 18,50 г/см, индекс мясности голеней – 10,67 г/см по сравнению с 302,50-314,68 г, 74,04-76,31%, 231,98-275,45 г, 66,26-66,80%, 15,44-16,57 г/см, 8,27-9,64 г/см в других опытных группах соответственно.

*Ключевые слова:* цыплята-бройлеры, сапропель, обвалка, бедро, голень, кормовые добавки.

**Введение.** Важнейшим фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы является рациональное и сбалансированное кормление. В связи с этим научный и практический интерес представляет использование в процессе выращивания более дешевых нетрадиционных и доступных кормовых добавок, близких по своей биологической ценности к традиционным и дающих возможность повысить производство продукции [1-3]. Перспективным, с этой точки зрения, для применения в различных отраслях птицеводства является сапропель [4-6]. Во многих регионах Российской Федерации имеются его значительные запасы. К тому же современный технологический уровень позволяет получать различные его формы: гранулированный сапропель [7], премиксы на основе сапропеля [8], экстракт сапропеля [9], зеленую подкормку, выращенную на сапропеле [10].

Выявлено положительное влияние сапропеля на живую массу и среднесуточные приросты [11], на костную систему [12] цыплят-бройлеров.

*Целью* наших исследований являлось изучение обвалки бедер и голеней цыплят-бройлеров, получавших полнорационный комбикорм с кормовыми добавками на основе сапропеля. В задачи исследований входили сравнительный анализ абсолютного и относительного количества филе, костей, кожи при обвалке бедер и голеней; вычисление и анализ коэффициентов мясности.

**Методика.** Материалом для исследований послужили цыплята-бройлеры кросса «Ross 308». Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях вивария кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. В 13-суточном возрасте по принципу аналогов сформированы 4 группы цыплят-бройлеров – контрольная и три опытные.

В уравнительный период (5 дней) все группы получали одинаковый основной рацион – полнорационный комбикорм (№ ПК5), предназначенный для молодняка птицы до 5-недельного возраста, произведенный в условиях ОАО «Истра-хлебопродукт» согласно ГОСТ Р 51851-2001. В учетный период контрольная группа продолжала получать тот же комбикорм. Цыплята 1-й опытной группы получали комбикорм с добавкой в питьевую воду 1% (по объему) экстракта сапропеля, 2-й группы – 2,5% сапропеля, 3-й группы – 10% зеленой добавки на основе сапропеля взамен комбикорма (по массе) соответственно. Начиная с 5-недельного возраста и до окончания опыта, в качестве основного рациона во всех группах цыплят-бройлеров использовался полнорационный комбикорм № ПК6, предназначенный для молодняка птицы старше 5 недель.

В таблице 1 представлены результаты химического анализа сапропеля.

Химический состав сапропеля

Показатели	Результаты исследований
pH сол., ед. pH	6,3
Органическое вещество, %	47,7
Водорастворимый фосфор, мг/кг	6,0
Водорастворимый калий, мг/кг	3,5
Зольность, %	52,3
Общий азот, %	1,12
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	0,43
Влажность, %	59,1
Микро-, макроэлементы и тяжелые металлы (подвижные формы):	
Цинк (Zn), мг/кг	29,214
Медь (Cu), мг/кг	1,073
Железо (Fe), мг/кг	441,236
Марганец (Mn), мг/кг	347,887
Молибден (Mo), мг/кг	не обнаруж.
Кобальт (Co), мг/кг	0,836
Кальций (Ca), мг/кг	537,261
Магний (Mg), мг/кг	106,559

По содержанию органического вещества (47,7%) сапропель относится к органо-глинистому типу. По сравнению с сапропелями данного типа обеспеченность доступными формами фосфора и калия повышенная, содержание общего азота – ниже среднего. В пересчете на сухое вещество в 1 кг сапропеля содержится в среднем 170 г сырого протеина. Зола содержит жизненно необходимые вещества – макро- и микроэлементы, в том числе цинк, медь, кобальт, большое количество железа и марганца. По содержанию подвижных форм тяжелых металлов (цинка, меди, молибдена, кобальта) превышений предельно допустимых концентраций не обнаружено, поэтому его можно считать пригодным для использования в кормлении сельскохозяйственной птицы.

Применялось напольное содержание птицы с учетом рекомендаций фирмы Aviagen по содержанию бройлеров данного кросса. Выращивание бройлеров осуществлялось до 56-дневного возраста с целью получения крупной тушки для анатомической разделки. Убой и анатомическая разделка тушек осуществлялись согласно общепринятой методике [13].

**Результаты.** Результаты обвалки бедер цыплят-бройлеров в абсолютных величинах представлены в таблице 2. По общей массе и массе филе бедер цыплята всех опытных групп превосходят контрольную как без учета, так и при учете пола. Так, в контрольной группе у курочек средняя масса двух бедер составила 355,56 г, у петушков – 428,04 г, без

учета пола – 391,80 г, что соответственно на 5,24-23,44 г, на 12,91-70,41 г и на 17,20-37,83 г меньше, чем в опытных группах. У курочек обвалка бедер в контрольной группе позволила в среднем получить 266,44 г филе, что на 16,06 г меньше, чем в 3-й опытной группе ( $p < 0,05$ ). Наибольшее количество филе выявлено у петушков и без учета пола в 1-й опытной группе. Однако различия не достоверны.

По абсолютной массе костей в 1-й опытной группе от курочек в среднем получено 51,00 г, что на 16,70 г, или 32,7% меньше, чем во 2-й опытной группе, характеризующейся наибольшим значением показателя ( $p < 0,05$ ). У петушков и без учета пола наименьшая масса костей выявлена в контрольной группе. В объединенной группе между контрольной и 2-й группой по массе костей выявлена существенная разница и составила 11,71 г ( $p < 0,05$ ).

Наименьшая масса кожи выявлена у курочек 1-й опытной группы – 25,80 г, что на 9,81 г меньше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Наибольшее количество кожи выявлено у петушков и без учета пола в контрольной группе. Так, у петушков разница между контрольной и 1-3-й опытными группами составила 19,44 г ( $p < 0,05$ ), 25,74 г ( $p < 0,05$ ), 12,59 г ( $p < 0,05$ ) соответственно. Без учета пола разница в весе цыплят контрольной с 1-й опытной группой оказалась равной 14,62 г ( $p < 0,05$ ), 2-й опытной – 17,19 г ( $p < 0,05$ ). Наименьшее количество кожи получено от птицы 2-й опытной группы, которую достоверно превосходит 3-я опытная группа ( $p < 0,05$ ).

Обвалка бедер цыплят-бройлеров, г

Показатель	Группа	Пол		Без учета пола	
		курочки	петушки		
Суммарная масса бедер	Контрольная	355,56±5,45	428,04±12,47	391,80±21,65	
	Опытная 1	360,80±21,60	498,45±22,25	429,63±41,70	
	Опытная 2	379,00±8,00	444,75±10,05	411,88±19,69	
	Опытная 3	377,05±8,55	440,95±19,65	409,00±20,42	
В том числе	филе	Контрольная	266,44±0,44	311,77±18,23	289,11±15,06
		Опытная 1	284,00±19,00	437,50±52,50	360,75±49,83
		Опытная 2	284,35±5,65	345,00±5,00	314,68±17,78
		Опытная 3	282,50±2,50	322,50±17,50	302,50±13,62
	кожа	Контрольная	35,61±1,41	53,64±1,34	44,62±5,27
		Опытная 1	25,80±0,90	34,20±1,50	30,00±2,53
		Опытная 2	26,95±5,05	27,90±3,50	27,43±2,52
		Опытная 3	38,85±7,65	41,05±1,25	39,95±3,23
	кости	Контрольная	53,51±3,61	62,62±4,42	58,07±3,51
		Опытная 1	51,00±1,70	76,75±18,25	63,88±10,55
		Опытная 2	67,70±2,70	71,85±1,55	69,78±1,75
		Опытная 3	55,70±3,40	77,40±3,40	66,55±6,56

Наименьшее количество филе в относительных величинах (табл. 3) получено от птицы контрольной группы, которую превосходят все опытные группы, независимо от пола. Наибольшее количество филе получено от

цыплят 1-й опытной группы, разница достоверна у курочек при ее сравнении со 2-й опытной группой ( $p < 0,05$ ). У петушков различия оказались достоверными только между 2-й и 3-й опытными группами ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3

Обвалка бедер цыплят-бройлеров, % от массы бедер

Показатель	Группа	Пол		Без учета пола
		курочки	петушки	
Филе	Контрольная	74,95±1,03	72,78±2,14	73,86±1,15
	Опытная 1	78,68±0,56	87,48±6,6	83,08±3,72
	Опытная 2	75,03±0,09	77,59±0,63	76,31±0,78
	Опытная 3	74,98±2,36	73,11±0,71	74,04±1,14
Кожа	Контрольная	10,01±0,24	12,55±0,68	11,28±0,79
	Опытная 1	7,16±0,18	6,86±0,01	7,01±0,11
	Опытная 2	7,09±1,18	6,26±0,65	6,67±0,60
	Опытная 3	10,26±1,80	9,34±0,70	9,80±0,83
Кости	Контрольная	15,04±0,78	14,67±1,46	14,86±0,68
	Опытная 1	14,16±0,38	15,26±2,98	14,71±1,27
	Опытная 2	17,89±1,09	16,16±0,02	17,02±0,67
	Опытная 3	14,76±0,57	17,55±0,01	16,16±0,84

У петушков и без учета пола в контрольной группе обнаруживается наибольшее относительное количество кожи. У петушков оно составило 12,55%, что на 5,69% больше, чем в 1-й опытной группе ( $p < 0,05$ ) и на 6,29% больше, чем во 2-й опытной группе ( $p < 0,05$ ). Без учета пола относительная масса кожи у бройлеров контрольной группы составила 11,28%, что на 4,27% больше, чем в 1-й опытной ( $p < 0,01$ ) и на 4,61% больше, чем во 2-й опытной ( $p < 0,01$ ) группах. Различие у курочек между контрольной и 1-й опытной группами, составляющее 2,85%, также достоверно ( $p < 0,05$ ). Без учета пола относительная масса кожи у цыплят 3-ей опытной группы составила 9,80%, что на 2,79%

и 3,13% больше, чем в 1-й ( $p < 0,05$ ) и 2-й ( $p < 0,05$ ) опытных группах соответственно.

За исключением петушков, 1-я опытная группа характеризуется наименьшим, 2-я опытная группа – наибольшим относительным количеством костей. У петушков максимальное содержание костей выявлено в 3-ей опытной группе, которая достоверно превышает показатель петушков 2-й опытной группы на 1,39% ( $p < 0,001$ ).

По среднему индексу мясности бедер (табл. 4) наблюдается четкая тенденция превосходства всех опытных групп птицы, независимо от пола, по данному показателю над контрольной.

Таблица 4

Средний индекс мясности бедер, г/см

Группа	Пол		Без учета пола
	курочки	петушки	
Контрольная	14,03±0,39	16,11±1,45	15,07±0,86
Опытная 1	15,18±0,85	21,82±2,08	18,50±2,13
Опытная 2	15,39±0,72	17,75±1,17	16,57±0,88
Опытная 3	14,14±0,48	16,74±0,69	15,44±0,83

Существенное увеличение индекса мясности без учета пола отмечается у бройлеров 1-й опытной группы по сравнению с контрольной и 3-й. У петушков оно составило 21,82 г/см, что больше по сравнению с другими группами – 16,11-17,75 г/см. У курочек 1-я опытная группа по величине показателя сходна со 2-й – 15,18 г/см и 15,39 г/см соответственно, в то время как в остальных группах индекс оказался равен 14,03-14,14 г/см, что существенно ниже, чем в 3-й группе. Среди опытных групп наименьшие значения индекса

отмечаются у цыплят, получавших зеленую добавку на основе сапропеля.

По суммарной массе голеней (табл. 5), независимо от пола, худшие показатели получены у бройлеров 3-ей опытной группы, которую у петушков достоверно превосходят 1-я и 2-я опытные группы на 72,60 г ( $p<0,05$ ) и 39,15 г ( $p<0,001$ ) соответственно. У курочек максимальная средняя масса голеней отмечается во 2-й опытной, у петушков и без учета пола – в 1-й опытной группах.

Таблица 5

Обвалка голеней цыплят-бройлеров, г

Показатель	Группа	Пол		Без учета пола	
		курочки	петушки		
Суммарная масса голеней	Контрольная	311,68±9,28	417,53±15,17	364,61±31,41	
	Опытная 1	358,70±11,30	477,75±12,25	418,23±35,03	
	Опытная 2	381,95±34,95	444,30±0,30	413,13±22,97	
	Опытная 3	296,45±25,45	405,15±0,15	350,80±33,05	
В том числе	филе	Контрольная	225,85±11,55	271,83±17,07	248,84±15,72
		Опытная 1	257,15±14,85	315,00±15,00	286,08±18,79
		Опытная 2	250,90±6,90	300,00±0,00	275,45±14,45
		Опытная 3	198,95±17,05	265,00±0,00	231,98±20,30
	кожа	Контрольная	27,68±5,82	52,24±3,07	39,96±7,58
		Опытная 1	36,65±3,65	48,20±8,00	42,43±4,90
		Опытная 2	45,75±10,75	40,25±2,15	43,00±4,75
		Опытная 3	24,40±2,90	35,70±4,70	30,05±3,97
	кости	Контрольная	58,15±3,55	93,47±4,97	75,81±10,49
		Опытная 1	64,90±0,10	114,55±10,75	89,73±14,99
		Опытная 2	85,30±17,30	104,05±1,85	94,68±8,93
		Опытная 3	73,10±5,50	104,45±4,85	88,78±9,53

По средней массе филе голеней наблюдается четкая, однако недостоверная, закономерность: наилучшие показатели получены от птицы 1-й опытной, наихудшие – 3-ей опытной группы.

По содержанию костей и кожи достоверных различий не выявлено. Однако наименьшее количество костей отмечается у бройлеров контрольной группы, которую превосходят все опытные группы независимо от пола.

Наименьшее количество кожи получено от цыплят 3-ей опытной группы.

Наибольшее относительное содержание филе (табл. 6) по отношению к средней массе голеней у петушков выявлено во 2-й опытной группе – 67,52%, что достоверно выше по сравнению с 3-ей опытной группой ( $p<0,001$ ), в то время, как у курочек она характеризуется наименьшим результатом. Однако различия не достигли достоверной значимости.

Обвалка голеней цыплят-бройлеров, % от массы голеней

Показатель	Группа	Пол		Без учета пола
		курочки	петушки	
Филе	Контрольная	72,42±1,55	65,04±1,73	68,73±2,33
	Опытная 1	71,63±1,88	65,90±1,45	68,76±1,92
	Опытная 2	66,08±4,24	67,52±0,05	66,80±1,78
	Опытная 3	67,11±0,01	65,41±0,02	66,26±0,49
Кожа	Контрольная	8,94±2,13	12,50±0,28	10,72±1,35
	Опытная 1	10,26±1,34	10,05±1,42	10,16±0,80
	Опытная 2	11,82±1,73	9,06±0,48	10,44±1,08
	Опытная 3	8,21±0,27	8,81±1,16	8,51±0,52
Кости	Контрольная	18,64±0,58	22,46±2,01	20,55±1,39
	Опытная 1	18,11±0,54	24,05±2,87	21,08±2,09
	Опытная 2	22,10±2,51	23,42±0,43	22,76±1,11
	Опытная 3	24,68±0,26	25,78±1,19	25,23±0,59

Наибольшее количество костей отмечается в 3-ей опытной группе птицы и оказывается достоверным у курочек при сравнении с контрольной и 1-й опытной группами – 24,68 % против 18,64 % ( $p < 0,05$ ) и 18,11 % ( $p < 0,01$ ) соответственно. Без учета пола лидируют также бройлеры 3-й опытной группы – 25,23 %, что на 4,68% больше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ).

Наименьшее количество кожи выявлено у птицы 3-ей опытной группы, независимо от пола, но достоверной была разница только у петушков между контрольной и 2-й опытной группами – 3,44 % ( $p < 0,05$ ).

Информативным оказался средний индекс мясности голеней (табл. 7). Самые низкие значения показателя, независимо от пола, выяв-

лены в 3-ей опытной группе. Так, у курочек индекс составил 7,16 г/см, что достоверно ниже по сравнению с контрольной (на 1,78 г/см,  $p < 0,05$ ), 1-й опытной (на 3,02 г/см,  $p < 0,05$ ) и 2-й опытной (на 1,81 г/см,  $p < 0,05$ ) группами. У петушков показатель оказался равен 9,38 г/см, что достоверно ниже по сравнению со 2-й опытной группой на 0,93 г/см ( $p < 0,01$ ). Без учета пола значение составило 8,27 г/см, что достоверно меньше показателя 1-й опытной группы на 2,40 г/см ( $p < 0,05$ ). Последняя характеризуется, независимо от пола, наилучшим показателем мясности голени. В дополнение к изложенному выше она превосходит также контрольную группу на 1,39 г/см ( $p < 0,05$ ).

Таблица 7

Средний индекс мясности голеней, г/см

Группа	Пол		Без учета пола
	курочки	петушки	
Контрольная	8,94±0,19	9,62±0,52	9,28±0,30
Опытная 1	10,18±0,29	11,17±0,83	10,67±0,46
Опытная 2	8,97±0,23	10,31±0,04	9,64±0,40
Опытная 3	7,16±0,16	9,38±0,08	8,27±0,65

**Выводы.** Скармливание сапропеля в разных формах – в виде экстракта, вымороженного сапропеля и зеленой добавки на основе сапропеля – оказало положительное влияние на мясную продуктивность цыплят-бройлеров, позволило использовать в их кормлении альтернативные корма местного производства,

заменяющие часть дорогостоящих концентратов. В сравнительном аспекте по целому ряду показателей выявлена тенденция превосходства птицы, получавшей экстракт сапропеля, и более низких величин – у бройлеров, потреблявших зеленую добавку на основе сапропеля.

**Литература**

1. Bultka V., Latvietis J. Lake sapropel additive into layer feed // Land-bauforschVolkenrode. Braunschweig, 2001. Pp. 304-308.
2. Reddy C.V., Qudratullah S. Strategic feeding supplementation through locally available resources // Proc. XX World's Poultry Congr.-New-Delhi. 1996. v. I. Pp. 31.

3. Nigul L. Sapropel kasvavate sigade ratsionnis // Loomakasvatus. Tartu. 1993. № 64. Pp. 69-72.
4. Пшукон А.А. Сапропель как один из основных дополнительных источников в кормлении сельскохозяйственных животных // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. Т. 204. №1. С. 217-221.
5. Стяжкина А.А., Неверова О.П., Горелик О.В. Рост и развитие цыплят-бройлеров при применении сапропеля и сапроверма // Аграрный вестник Урала. 2016. №10 (152). С. 58-62.
6. Шпынова С.А., Баранова Г.Х., Мальцев А.Б. Сапропель в кормлении перепелок-несушек породы фараон // Птицеводство. 2017. №3. С. 39-41.
7. Евтушенко Н.Н. Продуктивность утят-бройлеров кросса «Медео» в зависимости от частоты суточного скармливания гранулированного сапропеля: автореф. дис. канд. с.-х. наук 06.02.04 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства. Кострома, 1996. 28 с.
8. Коршева И.А. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием в кормосмесях премиксов на основе сапропеля: автореф. дис. канд. с.-х. наук 06.02.02 – Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов / И.А. Коршева. Омск, 2009. 18 с.
9. Курицина В.М. Ветеринарно-санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров при применении в рационе экстракта сапропеля: автореф. дис. канд. вет. наук 16.00.06 – Ветеринарная санитария, экология, зоогиена и ветеринарно-санитарная экспертиза / В.М. Курицина. СПб, 2008. 19 с.
10. Лагутов П.А. Зелёная подкормка, выращенная на сапропеле, в кормлении кур-несушек // Достижения науки и техники АПК. 2011. №3. С. 46-47.
11. Аржанкова Ю.В., Лосякова Е.В., Попова С.А. Живая масса цыплят-бройлеров при использовании в рационе разных форм сапропеля // Молокохозяйственный вестник. 2017. №1 (25). 1 кв. С. 8-16.
12. Аржанкова Ю.В., Николаева С.Ю., Лисица П.В., Лосякова Е.В. Особенности развития костной системы цыплят-бройлеров при применении различных форм сапропеля // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №3. С. 9-16.
13. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы, и морфологии яиц / под общ. ред. В.С. Лукашенко; ред. В.Ф. Кузнецова. – Сергиев Посад, 2004. – 26 с.

## THIGH AND SHIN BONING SPECIFICS WITH BROILER CHICKENS FED WITH DIFFERENT SAPROPEL FORMS

**S. Yu. Nikolaeva**, Post-Graduate Student

**Yu. V. Arzhankova**, Dr. Bio. Sci., Associate Professor

State Agricultural Academy of Velikie Luki,

2, Lenin Ave, Pskov Oblast, 182112 Velikie Luki, Russia

E-mail: [dina350@mail.ru](mailto:dina350@mail.ru)

### ABSTRACT

A scientific and economy experiment was conducted in the vivarium of the Department for Zootechnology and Animal Produce Processing of the State Agricultural Academy of Velikie Luki. The research goal was to study thigh and shin boning with the «Ross 308» cross of broiler chickens that were fed a full ratio of mixed fodders supplemented with sapropel-based additives. Chickens of the 1st experimental group were fed mixed fodders and drinking water with sapropel extract (1% of the volume), in the 2nd group fodders were supplemented with 2.5% sapropel, the 3rd group chickens – a 10% sapropel-based green mass instead of the respective amount of mixed fodders. Broilers were kept until the 56-day age to receive an anatomically viable carcass. Feeding with sapropel in its different forms made a positive impact onto the meat productivity of broiler chickens and proved the use of local fodders to substitute expensive concentrate fodders. Thigh mass, fillet and meat indices in all broiler chicken of experimental groups were higher than those in the control group, chicken sex not being considered. Fillet, thigh and shin meat indices appeared to be the best in the 1st experimental group, the lowest – in the 3rd group. Thigh fillet mass in the 1st group averaged 360.75 g, relative fillet amount – 83.08%. The shin mass averaged 286.08 g with a relative shin fillet amount of 68.76%. Thigh meat index was 18.50 g/cm, that of shins – 10.67 g/cm. The above values can be compared with respective ones of other experimental groups – 302.50-314.68 g, 74.04-76, 31%, 231.98-275.45 g, 66.26-66.80 %, 15.44-16.57 g/cm, 8.27-9.64 g/cm.

*Key words: broiler chickens, sapropel, boning, thigh, shin, fodder additives.*

## References

1. Bultka V., Latvietis J. Lake sapropel additive into layer feed, Land-bauforschVolkenrode, Braunschweig, 2001, pp. 304-308.
2. Reddy C.V., Qudratullah S. Strategic feeding supplementation through locally available resources, Proc. XX World's Poultry Congr.-New-Delhi, 1996, V. 1, pp. 31.
3. Nigul L. Sapropel kasvavate sigade ratsionnis, Loomakasvatus, Tartu, 1993, No. 64, pp. 69-72.
4. Pshukov A.A. Sapropel' kak odin iz osnovnykh dopolnitel'nykh istochnikov v kormlenii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Sapropel as one of the main additional sources in feeding farm animals), Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman, 2010, T. 204, No. 1, pp. 217-221.
5. Styazhkina A.A., Neverova O.P., Gorelik O.V. Rost i razvitie tsyplyat-broilerov pri primenении sapropelya i saproverma (The growth and development of broiler chickens in the application of sapropel and saproverm), Agrarnyi vestnik Urala, 2016, No. 10 (152), pp. 58-62.
6. Shpynova S.A., Baranova G.Kh., Mal'tsev A.B. Sapropel' v kormlenii perepelok-nesushek porody faraon (Sapropel in feeding of laying quails of Pharaoh breed), Ptitsevodstvo, 2017, No. 3, pp. 39-41.
7. Evtushenko N.N. Produktivnost' utyat-broilerov krossa «Medeo» v za-visimosti ot chastoty sutochnogo skarmlivaniya granulirovannogo sapropelya (The productivity of ducks-broilers of cross "Medeo", depending on the frequency of daily feeding of granular sapropel), avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk 06.02.04 – Chastnaya zootekhnika, tekhnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva, Kostroma, 1996, 28 p.
8. Korsheva I.A. Vyrashchivanie tsyplyat-broilerov s ispol'zovaniem v kormosmesyakh premiksov na osnove sapropelya (The farming of broiler chickens using feed mixtures of premixes on the basis of sapropel), avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk 06.02.02 – Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i tekhnologiya kormov, Omsk, 2009, 18 p.
9. Kuritsina V.M. Veterinarno-sanitarnaya otsenka myasa tsyplyat-broilerov pri primenении v ratsione ekstrakta sapropelya (Veterinary and sanitary assessment of meat of chickens-broilers at application in a diet of an extract of sapropel), avtoref. dis. kand. vet. nauk 16.00.06 – Veterinarnaya sanitariya, ekologiya, zoogigiena i veterinar-no-sanitarnaya ekspertiza, Saint-Petersburg, 2008, 19 p.
10. Lagutov P.A. Zelenaya podkormka, vyrashchennaya na sapropele, v kormlenii kur-nesushek (Green dressing grown in sapropel, in the feeding of laying hens), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2011, No. 3, pp. 46-47.
11. Arzhankova Yu.V., Losyakova E.V., Popova S.A. Zhivaya massa tsyplyat-broilerov pri ispol'zovanii v ratsione raznykh form sapropelya (Live weight of broiler chickens when used in the diet of different forms of sapropel), Molochnokhozyaistvennyi vestnik, 2017, No. 1 (25), 1 kv, pp. 8-16.
12. Arzhankova Yu.V., Nikolaeva S.Yu., Lisitsa P.V., Losyakova E.V. Osobennosti razvitiya kostnoi sistemy tsyplyat-broilerov pri primenении razlichnykh form sapropelya (Features of development of bone system of broiler chickens at application of various forms of sapropel), Izvestiya Velikolukskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyai-stvennoi akademii, 2017, No. 3, pp. 9-16.
13. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu anatomicheskoi razdelki tushek i organolepticheskoi otsenki kachestva myasa i yaits sel'skokhozyaistvennoi ptitsy, i morfologii yaits (Methodical recommendations on carrying out anatomical dissection of carcasses and organoleptic evaluation of the quality of the meat and poultry eggs, and the morphology of the eggs), pod obshch. red. V.S. Lukashenko, red. V.F. Kuznetsova, Sergiev Posad, 2004, 26 p.

УДК 636.03:636.084.52:636.4

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЯСА ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ СВИНЕЙ

**Е. К. Панькова**, ассистент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Героев Хасана, 111, г. Пермь, Россия, 614025  
E-mail: [ekaterina.pankova1986@mail.ru](mailto:ekaterina.pankova1986@mail.ru)

*Аннотация.* Очень важным и перспективным направлением следует считать выращивание гибридных свиней, дающих туши с повышенными показателями мясной продуктивности и с оптимальным соотношением мышечной и жировой ткани в туше. Исследования проводились в условиях свинокомплекса ООО «Золотой теленок» Чайковского района Пермского края. В работе представлен морфологический состав мяса свиней разных вариантов скрещивания, проведена его органолептическая оценка. Органолептическая оценка мяса и готовых продуктов имеют первостепенное значение при выборе продукции потребителем. Поэтому комплексная оценка органолептических свойств мяса необходима для определения его потребительских свойств

и выбора экономически верного пути его дальнейшей переработки. Выявлено, что свинина, полученная от помесных животных, отличалась хорошими органолептическими показателями по цвету, запаху, внешнему виду и консистенции (ГОСТ 9959-2015 [16]) и оптимальным морфологическим составом полутуш. Лучшими по морфологическому составу полутуш и органолептическим свойствам мяса оказались подсвинки пятой группы (КБХЙ)хЛН., в мясе этих животных содержалось белка больше, сала – меньше.

*Ключевые слова:* мускулатура, туша, подсвинки, мясо, кости, жир, белок, качество, молодняк, чистопородные, помесные животные.

**Введение.** Свинина является ценным продуктом питания для людей, обладает хорошими питательными и вкусовыми качествами, сохраняет эти качества при любой переработке и консервации (колбасы, копчености и др.). Свиное мясо содержит жиры и белки, необходимые для организма человека, в чем и заключается его пищевая ценность [10, 13, 14].

Мускулатура составляет основную часть туши, и от ее объема и массы зависит выход съедобных продуктов туши животного. Мясо состоит из мышечной, соединительной, костной и жировой тканей.

Большую часть мяса составляет мускулатура – 60 %, жир 5-30 %, а остальные 7-30 % приходятся на кости и соединительную ткань [1-4].

На качество и количество мяса, получаемого от животного, влияет множество факторов, начиная с породы, направления продуктивности и заканчивая кормлением и содержанием [8, 11, 15].

Вкус, сочность, яркая окраска, нежность и аромат свинины указывают на ее качественные характеристики, которые напрямую зависят от этих факторов [7, 9].

У животных мясного направления продуктивности во время откорма жировая ткань начинает откладываться позднее, чем у свиней

сального и мясосального типов. Наиболее ценным считается мясо, содержащее большее количество белка, что намного повышает на него спрос [5, 6, 12].

*Цель* данной работы – оценить и сравнить морфологический состав и органолептические качества мяса чистопородных и помесных свиней.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

– установить морфологический состав полутуш свиней;

– оценить и сравнить органолептические свойства мяса чистопородных и помесных свиней (внешний вид, вкус, цвет, консистенцию, запах).

**Методика.** Исследования проводились в условиях свиного комплекса ООО «Золотой теленок» Чайковского района Пермского края. Откорм длился до достижения свиньями массы 120 кг, согласно технологии. Убой и разделка свинных туш с определением состава прироста проводились на мясокомбинате ЗАО «Агрофирма «Мясо» ООО «Золотой теленок», (разделка туш проводилась согласно ГОСТ Р 52986-2008 [17]). Для этого был отобран молодняк по 5 голов из каждой группы (табл. 1).

Таблица 1

Состав групп

Группа	Порода	
	Свиноматка	Хряк
Контрольная	Крупная белая	Крупная белая
I опытная	Крупная белая	Ландрас
II опытная	Крупная белая	Дюрок
III опытная	Крупная белая	Йоркшир
IV опытная	Крупная белая х Йоркшир	Ландрас

В цехе обвалки проводилась разделка полутуш на мясо, кости, жир. Каждые составляющие полутуши взвешивались по отдельности на весах. Далее проводился расчет про-

центного содержания в мясе белка, сала и костей, а также рассчитывались индексы мясности и постности.

О качестве мяса свиней судили по интенсивности окраски, которая зависела от содержания миоглобина или гемоглобина (в 100 г свиного мяса гемоглобина – 1,5 мг). Мясо взрослых свиней обычно имеет темно-красный цвет, молодая свинина светло-красный. Мясо не должно быть слишком светлым, водянистым и незрелым, такое мясо не имеет специфического вкуса, присущего свиному мясу.

Важно также, чтобы в мышцах было распределено достаточное количество жира («мраморность»), так как это положительно влияет на вкус и качество мяса [8-10]. Жировая ткань делает мясо высококалорийным продуктом и придает ему особый вкус и аромат.

В образцах определяли: массовую долю белка в мясе и сале (%) методом Кьельдаля; массовую долю жира в мясе и сале (%), методом Соклета. Органолептическую оценку мяса проводили согласно ГОСТ 9959-2015, по 9-балльной шкале: цвет поверхности, запах, вкус, консистенцию [16]. Путем взятия пробы и разделения ее на ломтики определяли

вкусовые и ароматные качества мяса, а также его сочность. Структура и внешний вид определялись визуально, на поперечных и продольных срезах небольших кусочков мяса. Консистенция определялась надавливанием на мясо, разрезанием, разжевыванием.

Полученные данные были обработаны биометрически, по методикам Н.А. Плохинского (1969), Е.К. Меркурьевой и др. (1983) с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

**Результаты** исследований показали, что морфологический состав туш у свиней подопытных групп значительно различался. Достоверно выше содержание мяса в туше четвертой опытной группы трехпородных помесных животных ((КБ/Й)/ЛН) по сравнению с животными контрольной группы на 2,7 кг. Разница с остальными группами в пользу четвертой опытной группы ((КБ/Й)/ЛН) в среднем составляла 0,8 кг ( $P \geq 0,05$ ). Более жирными оказались туши чистопородных животных контрольной группы, разница с четвертой опытной группой составила 4,3 % (табл. 2).

Таблица 2

Морфологический состав полутуш

Группа	Порода	Содержится в полутуше						Индекс мясности (мясо / кости)	Индекс постности (мясо / жир)
		Мясо		Сало		Кости			
		кг	%	кг	%	кг	%		
К	КБ/КБ	34,5±3,1	53	23,3±1,7*	36	7,8±0,4	12	4,42	1,48
І О	КБ/ЛН	35,8±2,6	53	22,4±1,6	33	9,0±0,3	13	3,98	1,60
ІІ О	КБ/Д	36,7±2,4	54	22,0±1,4	32	9,2±0,2*	14	3,99	1,67
ІІІ О	КБ/Й	36,7±2,4	54	22,0±1,4	32	9,2±0,2*	14	3,99	1,67
ІV О	(КБ/Й)/ЛН	37,2±2,3*	57	19,0±1,2	29	8,6±0,5	13	4,33	1,96

Примечание: \* $P > 0,05$

Наиболее предпочтительно, когда в свиных тушах содержится около 55 % мяса и 33 % сала. При повышении живой массы это отношение меняется: доля мяса в туше уменьшается, а сала – увеличивается. При использовании свиней мясного направления продуктивности (ландрас, дюрок, йоркшир) при интенсивном откорме до 100 кг получают высококачественные туши с выходом постного мяса 55-58 % и отношением мясо: сало, равным 1,7-1,9.

Индекс мясности (отношение мясо: кости) больше в чистопородной группе животных – 4,42. Индекс мясности характеризует количество мышечной ткани, содержащейся в полутуше по отношению к костной.

Индекс постности показывает количество мышечной ткани, содержащейся в полутуше по отношению к жировой (отношение мясо: жир). Расчеты выявили, что высокий индекс постности имели туши свиней, полученные при двухпородном (КБхД), (КБхЙ) – 1,67 и трехпородном скрещивании (КБхЙ)хЛН – 1,96.

Согласно органолептической оценке (табл. 3), мясо во всех группах животных розового или светло-красного цвета, а сала – белого. Консистенция сала однородная. В мясе наблюдалась «мраморность», заметны равномерно распределённые жировые прослойки, на срезе наблюдается рисунок «благородного камня». Во время готовки такое мясо наполняется соком и становится очень нежным и мягким.

Органолептическая оценка мяса

Группа	Порода	Количество баллов			
		запах	цвет поверхности	консистенция	
				мяса	сала
Контрольная	КБ/КБ	9	8	8	8
I опытная	КБ/ЛН	9	8	9	8
II опытная	КБ/Д	9	8	9	8
III опытная	КБ/Й	9	8	9	8
IV опытная	(КБ/Й)ЛН	9	9	9	9

Таким образом, можно отметить, что мясо свиней всех групп обладало хорошими органолептическими показателями, но лучшим являлось мясо подсвинков четвертой опытной группы, животные этой группы имели в общей сумме максимальное количество баллов за органолептическую оценку мяса – 36, согласно ГОСТ 9959-2015.

**Вывод.** По морфологическому составу полутуш лучшими оказались подсвинки четвертой опытной группы (КБхЙ)хЛН, в мясе этих животных содержалось белка больше на

2,7 кг, а сала – меньше 4,4 кг, по сравнению с контрольной.

Высокий индекс постности имели также туши свиней, полученные при трехпородном скрещивании (КБхЙ)хЛН – 1,96.

Мясо свиней всех групп отличалось хорошими органолептическими показателями по цвету, запаху и консистенции, соответствовало требованиям ГОСТ 9959-2015 [16]. Максимальное количество баллов за органолептическую оценку мяса – 36 получили свиньи четвертой опытной группы (КБ/Й) хЛН.

#### Литература

1. Thorikid V. Obieffivi e metodi per la selesionesuina // Rivsuiniconlt. 1987. № 9. Pp. 21-32.
2. Amon. Do Durocs deliver the goods // Pig Farm. 1989. № 1. Pp. 53.
3. Dourmad J. Y., Quiniou N., Guillou D. Effect of growth potential and dietary protein input on growth performance, carcass characteristics and nitrogen output in growing-finishing pigs // Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. 1993. Pp. 206-211.
4. Sellier P. Crossfreedins and meat quality ill pigs // Current topics in veterinary medicine and animal science. 1987. № 33. pp. 329-342.
5. Герасимов В. Мясосальные качества трехпородных помесей различных генотипов // Свиноводство. 2002. № 5. С. 5-6.
6. Лодянов В.В. Качество мяса свиней разных генотипов. Издательство ДонГАУ, 2004. 65 с.
7. Максимов А.Г. Генотип и мясная продуктивность свиней // Свиноводство, 2014. № 5. С. 7-8.
8. Максимов Г.В. Мясная продуктивность чистопородного и помесного молодняка // Свиноводство. 2013. № 2. С. 8-9.
9. Мальцева И., Иванчук В. Американская селекция свиней // Животноводство России. 2012. № 6. С. 28-30.
10. Михайлов Н. Мясные качества трехпородных гибридов // Животноводство России. 2012. С. 45-46. Спецвыпуск по свиноводству.
11. Погодаев В.А., Пелинов Ю. В. Качество мяса свиней, полученных от породно-линейных гибридов // Актуальные вопросы зоотехнической и ветеринарной науки и практики АПК: матер. научн.-практич. конф. Ставрополь. 2005. С. 124-125.
12. Погодаев В.А. Качество свинины гибридов, полученных на основе скрещивания специализированных мясных пород и типов // БИО. 2004. № 10. С. 20-21.
13. Погодаев В.А. Мясная продуктивность помесных // Свиноводство, 2010. № 8. С. 26-28.
14. Толоконцев А. Качество мяса чистопородных и помесных // Животноводство России. №8. 2010. С. 31.
15. Чугай Б. Режим откорма и качество свинины // Животноводство России. 2009. №12. С. 25-26.
16. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясосальные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки [Электронный ресурс]. <http://docs.cntd.ru/document/1200133106/> (дата обращения 29.05.2018).
17. ГОСТ Р 52986-2008. Мясо. Разделка свинины на отрубы. Технические условия [Электронный ресурс]. <http://docs.cntd.ru/document/1200068832/> (дата обращения 29.05.2018).

## MORPHOLOGICAL COMPOSITION AND ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF MEAT OF PUREBRED AND CROSSBRED SWINE

**E. K. Pankova**, Assistant  
Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [ekaterina.pankova1986@mail.ru](mailto:ekaterina.pankova1986@mail.ru)

### ABSTRACT

Breeding of hybrid swine should be considered as a very important and promising direction due to its increased indices of meat production and the most optimal ratio between muscle and fat tissue in animal's carcass. The research was carried out in the conditions of "Zolotoy Telenok" swine farm located in Tchaikovsky district of Perm Kray. The paper presents morphological composition and its organoleptic assessment of swine meat of different cross-breeding variants. Organoleptic assessment of meat and finished products has primary importance in consumer choice. Therefore, a comprehensive assessment of organoleptic properties of meat is necessary to determine its consumer properties and to choose economically right way of its further processing. It is established that pork obtained from crossbred animals is characterized by good organoleptic qualities in color, smell, appearance and consistency that meets the requirements of GOST 9959-2015 (state standard). It is also distinguished by optimal morphological composition of half-carcass. During the research, piglets of the fifth group (KBxY)xLN perform the best morphological composition of half-carcass and organoleptic properties of meat that contained more protein and less fat.

*Key words: muscle, carcass, pigs, meat, bones, fat, protein, quality, young, purebred, crossbred animals.*

### References

1. Thorikid V. Obieffivi e metodi per la selesionesuina, Rivsuiniconlt, 1987, No. 9, pp. 21-32.
2. Amon. Do Durocs deliver the goods, Pig Farm, 1989, No. 1, pp. 53.
3. Dourmad J. Y. Quiniou N., Guillou D. Effect of growth potential and dietary protein input on growth performance, carcass characteristics and nitrogen output in growing-finishing pigs, Nitrogen flow in pig production and environmental consequences, 1993, pp. 206-211.
4. Seller P. Crossbreedings and meat quality in pigs, Current topics in veterinary medicine and animal science, 1987, No. 33, pp. 329-342.
5. Gerasimov V. Myasosal'nye kachestva trekhporodnykh pomesei razlichnykh genotipov (Meat and fat quality of three-breed hybrids of different genotypes), Svinovodstvo, 2002, No. 5, pp. 5-6
6. Lodyanov V.V. Kachestvo myasa svinei raznykh genotipov (Meat quality of swine of different genotypes), Izdate'l'stvo DonGAU, 2004, 65 p.
7. Maksimov A.G. Genotip i myasnaya produktivnost' svinei (Genotype and meat performance of swine), Svinovodstvo, 2014, No. 5, pp. 7-8.
8. Maksimov G.V. Myasnaya produktivnost' chistoporodnogo i pomesnogo molodnyaka (Meat performance of purebred and crossbreed young animals), Svinovodstvo, 2013, No. 2, pp. 8-9.
9. Mal'tseva I., Ivanchuk V. Amerikanskaya selektsiya svinei (American swine breeding), Zhivotnovodstvo Rossii, 2012, No. 6, pp. 28-30.
10. Mikhailov N. Myasnye kachestva trekhporodnykh gibridov (Meat quality of three-breed hybrids), Zhivotnovodstvo Rossii, 2012, pp. 45-46, Spetsvypusk po svinovodstvu.
11. Pogodaev V. A., Pelinov Yu. V. Kachestvo myasa svinei, poluchennykh ot porodno-lineinykh gibridov (Meat quality of swine obtained from breed-linear hybrids), Aktual'nye voprosy zootekhnicheskoi i veterinarnoi nauki i praktiki APK, mater. nauch.-praktich. konf, Stavropol', 2005, pp. 124-125.
12. Pogodaev V.A. Kachestvo svininy gibridov, poluchennykh na osnove skreshchivaniya spetsializirovannykh myasnykh porod i tipov (Quality of pork of hybrids received on the basis of breeding of specialized meat breeds and types), BIO, 2004, No. 10, pp. 20-21.
13. Pogodaev V.A. Myasnaya produktivnost' pomesnykh (Meat performance of crossbred swine), Svinovodstvo, 2010, No. 8, pp. 26-28.
14. Tolokontsev A. Kachestvo myasa chistoporodnykh i pomesnykh (Meat quality of purebred and crossbred swine), Zhivotnovodstvo Rossii, No. 8, 2010, pp. 31.
15. Chugai B. Rezhim otkorma i kachestvo svininy (Fattening regime and quality of pork), Zhivotnovodstvo Rossii, 2009, No. 12, pp. 25-26.
16. GOST 9959-2015. Myaso i myasosal'nye produkty. Obshchie usloviya provedeniya organolepticheskoi otsenki (Meat and fat products. The general conditions for organoleptic assessment) [Elektronnyi resurs], <http://docs.cntd.ru/document/1200133106/>. (data obrashcheniya 29.05.2018).
17. GOST R 52986-2008. Myaso. Razdelka svininy na otruby. Tekhnicheskie usloviya (Meat. Cutting of pork. Technical conditions) [Elektronnyi resurs], <http://docs.cntd.ru/document/1200068832/>. (data obrashcheniya 29.05.2018).

## ВЫДЕЛЕНИЕ САЛЬМОНЕЛЛ ИЗ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ, ОБСЕМЕНЕННЫХ *PROTEUS SPP.* И *SALMONELLA SPP.*

**Е. О. Чугунова**, д-р биол. наук, доцент;  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: chugunova.elen@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрена проблема выделения сальмонелл из мяса и мясных продуктов, контаминированных сопутствующей микрофлорой, в частности, из ассоциации с *Proteus spp.* Работа выполнена в г.Перми в 2018 году. Целью исследования являлось получение типичных колоний бактерий рода *Salmonella* из микробных ассоциаций, присутствующих в испытуемых мясных продуктах. Материалом для исследований служили пробы мясных куриных продуктов с высокой общей микробной обсемененностью, искусственно контаминированных протеем и сальмонеллами. Посевная доза в настоящих исследованиях составила от 10<sup>1</sup> до 10<sup>8</sup> микробных тел сальмонелл и протей. В качестве ингибиторов посторонней микрофлоры и протей были выбраны пропиленгликоль и протейный бактериофаг, которые вносили в среду для неселективного обогащения сальмонелл. Были сформированы контрольные и опытные образцы мясной продукции, которую исследовали согласно ГОСТ 31659-2012 и опытные, подвергшиеся действию ингибиторов. После неселективного обогащения производили пересев на агаровые среды. В итоге, при рутинном методе анализа сальмонеллы из искусственно контаминированных мясных продуктов выделить не удалось, при этом на анализ было затрачено 90±0,0 часов, в то время как из опытных образцов выделили характерные колонии сальмонелл. Получив чистую культуру возбудителя, выяснили, что применяемые нами ингибиторы не изменили и не исказили биохимические и серологические свойства сальмонелл. Время исследований опытных проб оказалось обратно пропорционально количеству клеток сальмонелл, инокулированных в образцы и варьировало от 72,0±0,0 до 76,8±8,39 часов, что достоверно меньше, чем в контроле. Для повышения эффективности выделения сальмонелл из мяса и мясных продуктов рекомендуем в 225 см<sup>3</sup> забуференной пептонной воды вводить 7,0 см<sup>3</sup> пропиленгликоля и 2,5 см<sup>3</sup> протейного бактериофага.

*Ключевые слова:* сальмонеллы, протей, пропиленгликоль, бактериофаги, мясные продукты.

**Введение.** Пищевые сальмонеллезы – достаточно частое явление как в РФ, так и в мире [1-12]. В мясопродуктах жизнеспособность сальмонелл может быть угнетена вследствие антагонистического действия сопутствующих микроорганизмов. Из сказанного напрашивается вывод, что степень контаминации мяса и мясных продуктов сальмонеллами объективно выше, чем регистрируется на сегодняшний день. Значительный интерес в данном вопросе представляют *Proteus spp.* [13]. Особую роль в возможном развитии сальмонеллезной токсикоинфекции у людей имеют фаршевые куриные полуфабрикаты, которые, кроме того, часто не соответствуют требованиям нормативной документации по предельно допусти-

мому уровню КМАФАнМ [14]. Соответственно, представляется актуальным поиск эффективных средств, способных подавить рост протей и обладающих одновременным нейтралитетом по отношению к сальмонеллам.

*Цель исследования* – выделить и идентифицировать бактерии рода *Salmonella* из ассоциации с *Proteus spp.*

**Методика.** В качестве материала для исследований были взяты куриные полуфабрикаты рубленые, куриные голень, бедро, крылья, субпродукты и мясо механической обвалки (ММО), контаминированные протеем и с общей микробной обсемененностью более 10<sup>5</sup> КОЕ/г. Вышеперечисленные продукты гомо-

генизировали и разделили на опытные и контрольные пробы, в которые ввели бактериальные суспензии протей и сальмонелл, содержащие от 101 до 108 микробных тел (МТ). Затем опытные пробы анализировали согласно апробируемой методике, а контрольные – по ГОСТ 31659-2012 с использованием коммерческой забуференной пептонной воды (ЗПВ) и аналогичной неселективной питательной среды лабораторного приготовления [15].

Суть лабораторных испытаний опытных проб сводилась к следующим основным моментам:

1. неселективное обогащение в ЗПВ с пропиленгликолем и протейным бактериофагом в течение  $(15 \pm 3)$  ч при  $37^\circ\text{C}$ ;
2. пересев на агаровые среды и инкубация в течение  $(24 \pm 2)$  ч при  $37^\circ\text{C}$ ;
3. стандартная биохимическая идентификация и серологическая типизация характерных колоний сальмонелл.

**Результаты.** В результате на плотных питательных средах, как и ожидали, отметили роение и/или отдельные колонии бактерий рода протей, при этом признаков роста сальмонелл не зафиксировали. Объясняется данный феномен тем, что на первом этапе неселективного обогащения протей быстро наращивал свою биомассу и препятствовал восстановлению искомым микроорганизмов, приводя к ложноотрицательным результатам лабораторных изысканий.

Известно, что ведущие производители питательных сред подбирают и включают в состав своей продукции различные химические ингибиторы протеев, хотя, как показывает лабораторная практика, данные средства и методы не всегда эффективны. При этом одновременно они могут влиять на адаптацию, рост и размножение определяемых бактерий, а в конечном итоге – на исходный результат лабораторных испытаний [16]. С целью получения колоний сальмонелл на твердых питательных средах в забуференную пептонную воду мы внесли пропиленгликоль, который, обладая свойствами спиртов, частично угнетал развитие протей и не оказывал отрицательного действия на сальмонеллы, которые способны его ферментировать. В результате инкубации характерные колонии сальмонелл были культивированы лишь на опытных чашках Петри, то есть были выделены из микроб-

ной ассоциации, в том числе протейной. При этом отметили рост типичных колоний сальмонелл в количестве  $6,74 \pm 0,98$ , которые сформировались в течение 24 часов.

При пересеве испытуемого материала с коммерческих сред накопления и пептонной воды лабораторного приготовления на агаровые среды с последующей инкубацией рост сальмонелл отсутствовал.

Однако необходимо отметить, что одновременно с типичными колониями сальмонелл на агаровых средах визуализировали рост протей. Поэтому в ряд опытных проб инокулировали по 2,5 см<sup>3</sup> протейного бактериофага. Дозу фаголизата заранее подбирали экспериментально и установили оптимальное соотношение фага и питательной среды. Затем вновь приступили к выполнению бактериологических испытаний, согласно поставленным задачам.

В результате из группы опытных проб удалось выделить характерные колонии сальмонелл, чистые культуры которых обладали характерными биохимическими свойствами и образовывали хлопья при реакции агглютинации с сальмонеллезными О- и Н-сыворотками.

В контроле получены отрицательные результаты исследований, на которые было затрачено  $90,0 \pm 0,0$  часов. Лабораторные испытания опытных образцов дали ожидаемо положительный результат. Время исследований оказалось обратно пропорционально количеству клеток возбудителя, инокулированных в образцы, и достоверно меньше, чем при испытаниях контрольных проб. Кроме положительного результата лабораторных испытаний опытных проб куриной мясной продукции, искусственно контаминированной сальмонеллами и протеем, мы получили преимущество по затратам времени в сравнении с рутинным анализом (согласно действующему стандарту).

**Выводы.** Вне зависимости от посевной дозы сальмонелл в опыте были получены положительные результаты исследований, одновременно из контрольных проб испытуемой мясной продукции не удалось культивировать сальмонеллы. При этом исследования контрольных проб длились в среднем на 18 часов дольше и заняли  $90,0 \pm 0,0$  часов. Анализ контрольных образцов потребовал достоверно меньше времени и составил  $72,0 \pm 0,0$  часа при

посевных дозах от 105 до 108 МТ. При наличии в испытуемых образцах от 104 до 101 МТ сальмонелл процедура анализа, начиная от неселективного обогащения и заканчивая типизацией возбудителя, потребовала от 73,2±3,79 до 76,8±8,39 часа. Таким образом, для повышения эффективности выделения

сальмонелл из мяса и мясных продуктов рекомендуем в 225 см<sup>3</sup> забуференной пептонной воды вводить 7,0 см<sup>3</sup> пропиленгликоля и 2,5 см<sup>3</sup> протейного бактериофага, что будет способствовать росту и размножению сальмонелл и ингибировать протей.

#### Литература

1. Потапова О.А. Распространение сальмонеллезов животных и птиц в Ставропольском крае // Диагностика, лечение и профилактика заболеваний сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов. Ставрополь: Ставропольская ГСХА, 1995. С. 23-25.
2. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясных продуктов / Ю.Г. Костенко [и др.]; ред. М.П. Бутко, Ю.Г. Костенко; 2-е изд., испр. и доп. Москва: Антиква, 1994. 607 с.
3. Сагабиева Н.Н. Эпизоотологический мониторинг сальмонеллеза крупного рогатого скота в Курской области: автореферат дис. ... канд. вет. наук. Курск, 2004. 21 с.
4. Салаутин В.В. Распространенность сальмонеллезов птиц и их связь с возникновением пищевых токсикоинфекций у людей // Ветеринария и зоотехния: юбилейный сборник науч. тр. Саратов, 2000. Ч. 2. С. 64-69.
5. Свириденко Г.М. Основной критерий безопасности молока – здоровье животных (сальмонеллез) // Молочная промышленность. 2009. № 2. С. 44-46.
6. Шамардина А.В. Эффективность хинолента при профилактике и терапии желудочно-кишечных болезней поросят-отъемышей и влияние на качество мяса: автореферат дис. ... канд. вет. наук. Воронеж, 2006. 23 с.
7. Food-related illness and death in the United States / P.S. Mead [et al.]. // Emerg. Infect. Dis. 1999. Vol. 5. Pp. 607-625.
8. Funk J. Risk factors associated with Salmonella prevalence on swine farms. Literature review // Journal of Swine Health and Production. 2004. Vol. 12 (5). Pp. 246-251.
9. Origins and consequences of antimicrobial-resistant nontyphoidal *Salmonella*; implications for the use of fluoroquinolones in food animals / F. Angulo [et al.] // J. Food Microbiol. 2000. Vol. 13. Pp. 207-216.
10. *Salmonella* nomenclature, guest commentary / F.W. Brenner [et al.] // J. Clin. Microbiol. 2000. Vol. 38 (7). Pp. 2465-2467.
11. Simple and rapid methods for detecting *Salmonella* Enteritidis in raw eggs International / K.-H. Seo [et al.] // J. Food Microbiol. 2003. Vol. 87. Pp. 139-144.
12. WHO Global Foodborne Infections Network Country Datbank // A resource to link Human and nonhuman sources of *Salmonella* / reference: A.R. Vieira [et al.]. 2009. ISVIEE Conference, Durban, South Africa. Retrieved from <http://www.who.int/gfn/activities/en/>. Zaglavie s ehkrana (accessed 20.09.2017).
13. Макаров В.А., Фролов В.П., Шуклин Н.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства. Москва: Агропромиздат, 1991. 342 с.
14. Мауль О.Г., Чугунова Е.О., Татарникова Н.А. Проблема выделения сальмонелл из продуктов, обсемененных бактериями рода *Proteus* // Пермский аграрный вестник. 2016. № 1(13). С. 60-64.
15. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. Москва: Стандартинформ, 2014. 24 с.
16. Султанов З.З. Средство для подавления роста бактерий рода протей // Патент № 2145352 RU C12, N1/20, М., ФГУ ФИПС, 2000. Опубликовано 10.02.2000. Бюл. № 4.

## SALMONELLA ISOLATION FROM MEAT PRODUCTS BACTERIZED WITH PROTEUS SPP. AND SALMONELLA SPP.

**E. O. Chugunova**, Dr. Bio. Sci., Associate Professor,  
Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [chugunova.elen@vandex.ru](mailto:chugunova.elen@vandex.ru)

#### ABSTRACT

The article considers the problem of *Salmonella* isolating from meat and meat products contaminated with concomitant microflora, particularly, from the aggregation with *Proteus* spp. The research was carried out in Perm in 2018. The aim of study was to obtain typical colonies of *Salmonella* spp. from microbial aggregation in tested meat products. The material for research was samples of chicken meat

products with high total microbial contamination which were artificially contaminated with *Proteus* spp. and *Salmonella* spp. Inoculation dose ranged from 10<sup>1</sup> to 10<sup>8</sup> of *Salmonella* and *Proteus* microbial bodies. Being inhibitors of foreign microflora and *Proteus*, propylene glycol and bacteriophage were applied into the medium for non-selective enrichment of *Salmonella*. Samples of meat products were divided into two groups, control and experimental. The control group was examined according to GOST 31659-2012 (state standard), the experimental group was exposed to inhibitors. After non-selective enrichment, materials were transferred to agar medium. As a result, routine method of research did not allow isolating salmonella from artificially contaminated meat products and took 90±0.0 hours for the analyses, whilst isolating of typical colonies from the prototypes was successful. It is established that applied inhibitors did not change and affect biochemical and serological properties of *Salmonella*. Time spent on prototype samples research was inversely related to the number of *Salmonella* cells inoculated to those samples and ranged from 72.0±0.0 to 76.8±8.39 that is less than in control group. In order to increase the effectiveness of *Salmonella* isolation from meat and meat products, we recommend injecting 7.0 cm<sup>3</sup> of propylene glycol and 2.5 cm<sup>3</sup> of *Proteus* bacteriophage in 225 cm<sup>3</sup> of buffered peptone water.

*Key words:* *Salmonella*, *Proteus*, propylene glycol, bacteriophages, meat products.

#### References

1. Potapova O.A. Rasprostranenie sal'monellezov zhivotnykh i ptits v Stavropol'skom krae (Distribution of salmonellosis in animals and birds in the Stavropol Territory), Diagnostika, lechenie i profilaktika zabolevanii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh, sbornik nauchnykh trudov, Stavropol', Stavropol'skaya GSKhA, 1995, pp. 23-25.
2. Rukovodstvo po veterinarno-sanitarnoi ekspertize i gigiene proizvodstva myasa i myasnykh produktov (Veterinary and sanitary examination and hygiene manual in production of meat and meat products), Yu.G. Kostenko [i dr.], red. M.P. Butko, Yu.G. Kostenko, 2-e izd., ispr. i dop., Moskva, Antikva, 1994, 607 p.
3. Sagabieva N.N. Epizootologicheskii monitoring sal'monelleza krupnogo rogatogo skota v Kurskoi oblasti (Epizootological monitoring of cattle salmonellosis in the Kursk Oblast), avtoreferat dis. ... kand. vet. nauk, Kursk, 2004, 21 p.
4. Salautin V.V. Rasprostranennost' sal'monellezov ptits i ikh svyaz' s vozniknoveniem pishchevykh toksikoinfeksii u lyudei (The prevalence of *Salmonella* spp. in birds and its relation to foodborne toxic infections in humans), Veterinariya i zootekhnika, yubileinyi sbornik nauch. tr. Saratov, 2000, Ch. 2, pp. 64-69.
5. Sviridenko G.M. Osnovnoi kriterii bezopasnosti moloka – zdorov'e zhivotnykh (sal'monellez) (The main criterion for milk safety - animal health (salmonellosis)), Molochnaya promyshlennost', 2009, No. 2, pp. 44-46.
6. Shamardina A.V. Effektivnost' khinobenta pri profilaktike i terapii zheludochno-kishechnykh boleznei porosyatot"emyshei i vliyaniye na kachestvo myasa (The effectiveness of khinobent in the prevention and therapy of gastrointestinal diseases of wean pigs and the influence on meat quality), avtoreferat dis. ... kand. vet. nauk, Voronezh, 2006, 23 p.
7. Food-related illness and death in the United States, P.S. Mead [et al.], Emerg. Infect. Dis., 1999, Vol. 5, pp. 607-625.
8. Funk J. Risk factors associated with *Salmonella* prevalence on swine farms, Literature review, Journal of Swine Health and Production, 2004, Vol. 12 (5), pp. 246-251.
9. Origins and consequences of antimicrobial-resistant nontyphoidal *Salmonella*; implications for the use of fluoroquinolones in food animals, F. Angulo [et al.], J. Food Microbiol, 2000, Vol. 13, pp. 207-216.
10. *Salmonella* nomenclature, guest commentary, F.W. Brenner [et al.], J. Clin. Microbiol, 2000, Vol. 38 (7), pp. 2465-2467.
11. Simple and rapid methods for detecting *Salmonella* Enteritidis in raw eggs International, K.-H. Seo [et al.], J. Food Microbiol, 2003, Vol. 87, pp. 139-144.
12. WHO Global Foodborne Infections Network Country Datbank, A resource to link Human and nonhuman sources of *Salmonella*, reference, A. R. Vieira [et al.], 2009, ISVEE Conference, Durban, South Africa, Retrieved from <http://www.who.int/gfn/activities/en/>, Zaglavie s ehkrana (accessed 20.09.2017).
13. Makarov V.A., Frolov V.P., Shuklin N.F. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza s osnovami tekhnologii i standartizatsii produktov zhivotnovodstva (Veterinary and sanitary examination with the fundamentals of technology and standardization of animal products), Moskva, Agropromizdat, 1991, 342 p.
14. Maul' O.G. Chugunova E.O., Tatarnikova N.A. Problema vydeleniya sal'monell iz produktov, obsemenennykh bakteriyami roda *Proteus* (The problem of isolating *Salmonella* spp. from products contaminated with *Proteus* spp.), Permskii agrarnyi vestnik, 2016, No. 1(13), pp. 60-64.
15. GOST 31659-2012 Produkty pishchevye. Metod vyyavleniya bakterii roda *Salmonella* (Food products. Method for the detection of bacteria of the *Salmonella* genus), Moskva, Standartinform, 2014, 24 p.
16. Sultanov Z.Z. Sredstvo dlya podavleniya roeniya bakterii roda *proteya* (Means for inhibiting the swarming of bacteria of the *Proteus* genus), Patent № 2145352 RU S12, N1/20, M., FGU FIPS, 2000, Opublikovano 10.02.2000, Byul. No. 4.

УДК 636.4.087

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВИНЕЙ ПРИ ВЫПАИВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПОДКИСЛИТЕЛЯ

**Е. В. Шацких**, д-р биол. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ,  
ул. Карла-Либкнехта, д.42, г. Екатеринбург, Россия, 620075  
E-mail: [evshackih@vandex.ru](mailto:evshackih@vandex.ru)

**Т. А. Фадеева**, начальник участка доращивания  
АО «Свинокомплекс «Уральский»», ул. Пионерская, д.1,  
г. Богданович, Свердловская область, Россия, 623530  
E-mail: [t.fadeeva75@mail.ru](mailto:t.fadeeva75@mail.ru)

*Аннотация.* Дана оценка продуктивных показателей (живая масса, среднесуточный прирост, сохранность поголовья) и анализ биологических качеств (морфо-биохимические показатели крови, клинико-физиологические параметры, поведенческие реакции) молодняка свиней, получавшего органический подкислитель Аква-Ацид. Для проведения исследований в условиях АО «Свинокомплекс «Уральский»» Свердловской области в возрасте 35 дней с учетом породы, живой массы было сформировано три группы поросят – контрольная и 2 опытные по 500 голов в каждой группе. Контрольная группа получала основной рацион в виде полноценного комбикорма, 1-й и 2-й опытным группам дополнительно к основному рациону выпаивали с водой подкислитель Аква-Ацид в течение 10 дней с 69-го по 79-й день жизни (период доращивания), в количестве 0,5 и 0,9 мг в сутки соответственно. Установлено, что к окончанию исследований, в возрасте 176 дней (конец откорма) свиньи 1-й и 2-й опытных групп превосходили по живой массе контрольных аналогов на 1,01 и 1,03 % ( $P \leq 0,01$ ), по среднесуточному приросту на 0,9 и 4,5 % соответственно. Выпаивание поросятам органического подкислителя Аква-Ацид не оказывает отрицательного влияния на морфо-биохимические показатели крови и клинико-физиологические параметры, сопровождаясь вариабельностью в пределах физиологической нормы. Проведенные этологические исследования свидетельствовали о том, что поросята, получавшие органический подкислитель, были более спокойные, склонны к длительному отдыху, при этом более активно потребляли воду и корм. Из изученных доз Аква-Ацида наибольший биологический, пролонгирующий эффект имела дозировка в количестве 0,9 мг на 1 голову в сутки с 69-го по 79-й день периода доращивания.

*Ключевые слова:* свиньи, период доращивания, откорм, живая масса, сохранность поголовья, поведенческие реакции.

**Введение.** При выращивании и откорме свиней в составе комбикормов широко используются различные кормовые добавки биологически активных веществ, способствующие обеспечению высокой сохранности поголовья, среднесуточных приростов, конверсии корма, улучшению качества туш свиней при убое [7-10; 15]. Среди множества кормовых добавок выделяют группу подкислителей кормов из органических кислот и их солей [5, 6]. Препараты на основе органических кислот (муравьиной, молочной, пропионовой, лимон-

ной, янтарной и др.) безопасны в использовании, хорошо смешиваются с кормом и практически не взаимодействуют с его компонентами. Их применение не вызывает побочных эффектов и осложнений. Они способствуют улучшению вкусовых качеств кормов, снижают рН кормов, активизируют пищеварительные ферменты и усиливают процессы обмена в организме [1, 4, 12].

К числу органических подкислителей относится препарат Аква-Ацид, представляющий собой добавку к питьевой воде, состоя-

щую из органических кислот и хелатных минералов: муравьиная кислота – 35%; пропионовая кислота – 12,5%; молочная кислота – 7,5%; муравьино-кислый аммоний – 7,5 %; хелатированная медь (Е 4) – 0,25%; хелатированный цинк (Е6) – 0,25%. Такая смесь дает синергетический эффект: независимые элементы усиливают эффективность друг друга.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния подкислителя Аква – Ацид, используемого в период доращивания поросят,

на продуктивные и биологические качества свиней.

**Методика.** Исследования проводились на базе предприятия АО «Свинокомплекс «Уральский» Свердловской области. Объектом исследования являлись свиньи периода доращивания (35-88 дней) и откорма (89-176 дней). В возрасте 35 дней с учетом породы, живой массы было сформировано три группы поросят – контрольная и 2 опытные по 500 голов в каждой группе (табл.1).

Таблица 1

Схема исследований

Группа	Количество, голов	Условия выпаивания препарата
Контрольная	500	Основной рацион, ОР (полнорационный комбикорм)
1 Опытная	500	ОР + 0,5 мг подкислителя Аква-Ацид на 1 голову в сутки в течение 10 дней (с 69-го по 79-й дни доращивания)
2 Опытная	500	ОР + 0,9 мг подкислителя Аква-Ацид на 1 голову в сутки в течение 10 дней (с 69-го по 79-й дни доращивания)

Контрольная группа получала основной рацион в виде полноценного комбикорма, 1-й и 2-й опытной группе дополнительно к основному рациону выпаивали с водой подкислитель Аква-Ацид в течение 10 дней с 69-го по 79-й день жизни (период доращивания), в количестве 0,5 и 0,9 мг в сутки соответственно. Санитарно-гигиенические и зоотехнические требования соответствовали нормативным значениям, животные были клинически здоровы.

В ходе проведения исследований учитывали живую массу свиней (при постановке на опыт, во время отъема – в возрасте 35 дней, при переводе на откорм – в возрасте 89 дней, при снятии с откорма – в возрасте 176 дней), рассчитывали среднесуточный прирост живой массы. По общепринятым методикам [3] оценивали морфологические и биохимические показатели крови от 5 животных в возрасте 74-х дней (через 5 дней после выпаивания подкислителя). Кровь для анализа брали из под хвостовой вены. Контролировали клинико-физиологические показатели: температуру тела, частоту дыхания (до взвешивания и после него у 5 поросят из каждой группы в возрасте 89 дней). Важное значение в оценке продуктивных качеств имеют этологические особенности животных [11, 13, 14]. Поведенческие реакции свиней изучали методом хро-

нометража в течение двух смежных суток, путем непосредственного наблюдения в течение 24 часов по методике В.И. Великжанина [2]. Критерием поведенческих реакций являлось время (мин.), затраченное на отдых, приём корма и воды, и на движение. Помимо этого, фиксировали внутрigrупповые взаимоотношения (агрессивность, нападения, конфликты, отталкивания). Периоды проведения этологических исследований: на доращивании – в возрасте 71-72 дня (с 3-го по 4-й дни выпойки подкислителя) и на откорме – в возрасте 109-110 дней. Количество свиней, задействованных в наблюдении, составило 250 голов из каждой группы. Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Плохинский Н.А., 1970) на персональном компьютере.

**Результаты.** При изучении роста и развития животных важным показателем служит живая масса. При постановке на опыт (табл. 2) живая масса поросят контрольной группы составила 9,6 кг, в 1-й опытной группе – 9,3 кг, во второй опытной группе 9,4 кг. Спустя 10 дней после выпаивания Аква-Ацида, в возрасте 89 дней существенных изменений по живой массе у поросят между группами не отмечалось, данный показатель находился в пределах 40,0-40,3 кг. Однако, к окончанию

исследований, в возрасте 176 дней (конец откорма) свиньи 1-й и 2-й опытных групп превосходили по живой массе контрольных сверстников на 1,01 и 1,03 % ( $P < 0,01$ ).

Таблица 2

Живая масса свиней, кг  $M \pm m$ ,  $n=50$

Период	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
При отъеме в возрасте 35 дней	9,6+0,20	9,3+0,22	9,4+0,3
При постановке на откорм в возрасте 89 дней	40,0+0,50	40,2+0,48	40,3+0,52
При снятии с откорма в возрасте 176 дней	123,0+0,98	124,0+0,97	127,0+0,80**

Примечание: здесь и далее \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$

Ростостимулирующий эффект воздействия подкислителя наиболее четко демонстрируют результаты расчета среднесуточного прироста у свиней. Так, в период доращивания (35-88 дней) среднесуточный прирост живой массы поросят 1-й и 2-й опытных групп был одинаково выше контроля на 1,6 %, составив 583 г, а в период откорма (89-176 дней) данный показатель у свиней 1-й опытной группы превосходил контрольное значение на

0,9 % и был на уровне 963 г, а у животных 2-й опытной группы – на 4,5 %, составив 997 г.

Применение подкислителя в период доращивания поросят по предложенным схемам, благодаря его положительному влиянию на процессы пищеварения и иммунную систему, на интенсивность роста и развития, обеспечило более высокую сохранность свиней в опытных группах в течение всего эксперимента (табл. 3).

Таблица 3

Сохранность свиней за период исследования, %

Группа	Сохранность
Период доращивания	
Контрольная	95,6
1 Опытная	96,0
2 Опытная	97,5
Период откорма	
Контрольная	96,8
1 Опытная	97,0
2 Опытная	97,5

Так, в период доращивания сохранность поголовья поросят 1-й опытной группы была выше контроля на 0,4 %, а 2-й опытной группы – на 1,9 %; в откормочный период соответственно на 0,2 и 0,7 %.

Анализ морфо-биохимических показателей крови показал (табл. 4), что выпаивание поросятам 3-й опытной группы подкислителя Аква-Ацид в дозе 0,9 мг на 1 голову в течение 10 дней (с 69-го по 79-й дни доращивания), по-видимому, стимулирует функциональную активность костного мозга, что сопровождается увеличением эритропоза. Так, в крови поросят 3-й опытной группы содержание эритроцитов было выше, чем в контроле, на 2,7 %. Уровень содержания эритроцитов в крови поросят 2-й опытной группы уступал контрольному значению на 4,1 %.

Использование подкислителя в дозе 0,9 мг на 1 голову в течение 10 дней (с 69-го по 79-й дни доращивания) вызывало достоверное ( $P < 0,05$ ) повышение количества лейкоцитов по сравнению с контролем на 25,2%, приводя к стимуляции лейкопоза.

При применении подкислителя в дозе 0,5 мг на 1 голову в указанный период наблюдалось снижение количества лейкоцитов в крови поросят по отношению к контрольному значению на 19,6 %. Между тем, полученные цифровые значения находились в пределах физиологической нормы.

Содержание общего белка в сыворотке крови поросят 1-й и 2-й опытных групп уступало контролю соответственно на 5,7 и 2,9 %, при этом находилось на уровне допустимых значений.

Уровень щелочного резерва крови поросят при выпаивании подкислителя повысился на 1,3 и 5,1 об. % CO<sub>2</sub> в 1-й и 2-й опытных группах соответственно.

Применение подкислителя Аква-Ацид не оказало существенного влияния на содержание кальция в сыворотке крови поросят подопытных групп, оно находилось в пределах 2,3-2,4 ммоль/л.

Таблица 4

Морфологические и биохимические показатели крови поросят на доращивания, M±m, n=5

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Эритроциты, 1012/л	7,4±0,07	7,1±0,13	7,6±0,13
Лейкоциты 109/л	10,7±0,44	8,6±0,40	13,4±0,69*
Общий белок, г/л	70,0±2,90	66,0±0,30	68,0±2,30
Щелочной резерв, об % CO <sub>2</sub>	42,8±1,69	44,1±1,92	47,9±3,62
Ca, ммоль/л	2,3±0,15	2,4±0,09	2,3±0,09
P, ммоль/л	3,30±0,03	3,40±0,07	3,9±0,03
Mg, ммоль/л	0,86±0,22	0,80±0,25	0,60±0,09
Cu, мкмоль/л	33,4±0,62	32,7±1,14	33,1±0,17

Отмечено повышение количества фосфора в сыворотке крови поросят 2-й опытной группы, составившее 3,9 ммоль/л, что выше контрольного уровня (3,3 ммоль/л) на 18,2 %. Количество фосфора в сыворотке крови поросят 1-й опытной группы было близким по значению с контролем.

Содержание магния в сыворотке крови поросят сопоставляемых групп было в пределах норматива, при этом наблюдалось снижение его уровня у поросят 2-й опытной группы на 0,26 ммоль/л по сравнению к контролю.

Количество меди в сыворотке крови подопытных животных соответствовало нормативным значениям, при этом не наблюдалось существенных различий между группами,

находясь в пределах 32,7 и 33,4 мкмоль/л.

Таким образом, выпаивание поросят в период доращивания органического подкислителя Аква-Ацид не оказывает отрицательного влияния на морфо-биохимические показатели крови и сопровождается вариабельностью физиолого-биохимического статуса в пределах физиологической нормы.

В возрасте 89 дней при постановке поросят на откорм (спустя 10 дней после выпойки подкислителя) фиксировались клинико-физиологические показатели животных: температура тела и частота дыхания в минуту (до и после взвешивания) (табл. 5). Установлено, что исследуемые показатели находились в пределах физиологической нормы.

Таблица 5

Клинико-физиологические показатели животных на доращивании (n=5)

Показатель	Группа		
	Контрольная	1 опытная	2 опытная
До взвешивания			
Температура тела, °С	38,34±0,09	38,21±0,06	38,30±0,05
Частота дыхания в минуту	11,48±0,12	11,65±0,18	11,60±0,10
После взвешивания			
Температура тела, °С	39,42±0,21	39,07±0,10	39,30±0,09
Частота дыхания в минуту	15,32±0,26	14,10±0,45	14,05±0,36

До взвешивания температура тела поросят была на уровне 38,21-38,34 °С. После взвешивания данный показатель повысился у поросят всех групп в среднем на 0,98 °С. Повышение температуры тела у поросят подопытных групп сопровождалось увеличением частоты дыхания в минуту, при этом в опыт-

ных группах данное измерение было ниже, чем в контроле на 1,39 раз/мин.

Результаты контроля поведенческих реакций животных представлены в таблице 6. Как видно из данных таблицы, свиньи, получавшие подкислитель, больше времени расходовали на отдых, прием воды и поедание корма,

меньше времени у них уходило на движения. Так, поросята 1-й и 2-й опытных групп в период доращивания превосходили контроль по затраченному времени на отдых на 2,7 и 1,9 %; на приём корма и воды – на 7,0 и 9,0 %.

В период откорма это превосходство 1-й и 2-й опытных групп над контролем сохранилось, составив соответственно 0,9 и 1,0 % – на отдых; 6,0 и 10,1 % – на потребление воды и корма.

Таблица 6

Поведенческие реакции свиней, мин.

Группа	Отдых	Прием корма и воды,	Движение	Внутригрупповые взаимоотношения (агрессивность, нападения, конфликты, отталкивания)
	мин	мин	мин	
Период доращивания				
Контрольная	1013,0	128,0	299,0	9
1 Опытная	1040,0	137,0	263,0	8
2 Опытная	1032,5	139,5	270,0	6
Период откорма				
Контрольная	1139,0	99,0	202,0	7
1 Опытная	1149,0	105,0	186,0	5
2 Опытная	1150,0	109,0	181,0	2

Двигательная активность животных 1-й и 2-й опытных групп была меньше, чем в контрольной группе соответственно на 12,0 и 9,7 % – в период доращивания, и на 7,9 и 10,4 % – в период откорма.

Анализ особенностей внутригрупповых взаимоотношений (агрессивность, нападения, конфликты, отталкивания) показал, что в опытных группах их было меньше, при этом особенно выделялась 2-я опытная группа, в ней в 3 и 5 раз меньше учтено реакций возбуждения животных, соответственно в период доращивания и откорма.

**Выводы.** Выпаивание органического подкислителя Аква-Ацид молодняку свиней по предложенным схемам способствовало повышению живой массы, среднесуточного при-

роста, сохранности животных, при этом анализируемые морфо-биохимические показатели крови и клинико-физиологические параметры находились в пределах нормативных значений. Проведенные этологические исследования свидетельствовали о том, что свиньи, получавшие органический подкислитель, были более спокойные, склонны к длительному отдыху, при этом более активно потребляли воду и корм.

Из изученных доз Аква-Ацида наибольший биологический, пролонгирующий эффект имела дозировка в количестве 0,9 мг на 1 голову в сутки с 69-го по 79-й день периода доращивания.

#### Литература

1. Булгаков А.М., Кузнецов Д.В., Жуков В.М., Новиков А.М. Повышение эффективности использования комбикормов для свиней с введением в их состав различных форм подкислителей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9 (155). С. 141-148.
2. Великжанин В.И. Генетика поведения сельскохозяйственных животных (этология, темперамент, продуктивность). С.-Петербург, 2004. 204 с.
3. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / Кондрахин И.П. [и др.]. М.: Колос, 2004. 520 с.
4. Крюков В.С., Тарасенко В.Н. Биологические и практические аспекты применения органических кислот в кормлении свиней // РацВетИнформ. 2011. № 1. С. 29-36.
5. Лавренова В. Импорт подкислителей кормов // Ценовик. 2016. № 9. С. 53.
6. Маркулеску В. Органические кислоты: технология и преимущества // Ценовик. 2017. № 9. С. 66.
7. Марынич А.П. Обоснование использования высокопротеиновых кормов на основе зерна сои и биологически активных веществ при производстве свинины: дис... д. с.-х. наук. Ставрополь, 2014. 359 с.

8. Никанова Л.А. Использование продуктов гидробионтов и природных кормовых добавок в профилактике нарушений обмена веществ, повышении резистентности организма и их влияние на продуктивность свиней: автореф. дис... д-ра биол. наук. п. Дубровицы, 2011. 36 с.
9. Ниязов Н.С.-А., Кривошеев Р.А. Диформиат натрия в рационах растущих свиней // Свиноводство. 2018. № 3. Апрель-Май. С. 19-23.
10. Повышение сохранности и продуктивности поросят за счет растительной биологически активной добавки "Витафит-С" с адаптивной иммунокоррекцией организма // Научные проекты южно-уральского государственного аграрного университета / А.А. Овчинников [и др.], под ред. М.Ф. Юдина. Челябинск, 2016. С. 101-103.
11. Пашев С.В., Жучаев К.В., Барсукова М.А. Этологическая характеристика домашней свиньи // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 2. С. 20-24.
12. Савченко О.В. Влияние подкислителя на продуктивные качества молодняка свиней на откорме: дис. ... канд. с.-х. наук. Троицк, 2005. 124 с.
13. Kooij E.E., Kuijpers A.H., Schrama J.W., van Eerdenburg F.J.C.M. Schouten W.G.P., Tielen M.J.M. Can we predict behaviour in pigs // *Applied Animal Behaviour Science*. 2002. V.75 (4). Pp. 293-305.
14. Morrison R.S., Hensworth P.H., Cronin G.M., Campbell R.G. The social and feeding behaviour of growing pigs in deep-litter, large group housing systems // *Applied Animal Behaviour Science*. 2003. V.82 (3). Pp. 173-188.
15. Performance and phosphorus status of growing pigs are improved by a multienzyme complex containing NSP-enzymes and phytase / A.V. Mori, J. Kluess, R. Maillard, P.A. Geraert // *J. Dairy Sci.* 2007. Vol. 90, Suppl. 1. Pp. 439.

## PRODUCTIVITY AND BIOLOGICAL PECULIARITIES OF SWINE FED WITH ORGANIC ACIDIFIER

**E. V. Shatskikh**, Dr. Bio. Sci., Professor

FSBEI HE Ural SAU

42, Karla-Libknekhta St., Yekaterinburg, 620075, Russia

E-mail: [evshackih@vandex.ru](mailto:evshackih@vandex.ru)

**T. A. Fadeeva**, Head of the nursery section

"Svinokompleks Uralskiy"

1, Pionerskaya St., Bogdanovich, Sverdlovskaya Oblast, 623530, Russia

E-mail: [t.fadeeva75@mail.ru](mailto:t.fadeeva75@mail.ru)

### ABSTRACT

The assessment of productive indicators (live weight, average daily gain, safety of livestock) and the analysis of biological qualities (morpho-biochemical parameters of blood, clinical and physiological parameters, behavioral responses) of young swine received the Aqua-Acid organic acidifier are presented. The research was carried out in the conditions of "Svinokompleks Uralskiy" Joint Stock Company in Sverdlovskaya Oblast. Three groups of piglets at the age of 35 days (1 control and 2 experimental, 500 heads in each group) were formed taking into account the breed and live weight. The control group received complete mixed fodder as a main diet. At the same time, in addition to the main diet, the first and the second experimental groups were fed with the Aqua-Acid acidifier for 10 days from the 69th to the 79th day of life (nursery period) in a dose of 0.5 and 0.9 mg per day, respectively. It is established that by the end of research, swine at the age of 176 days (the end of feeding period) from the 1<sup>st</sup> and the 2<sup>nd</sup> experimental groups exceeded their analogs from control group by 1.01 and 1.03% ( $P \leq 0.01$ ) in live weight and by 0.9 and 4.5% in average daily gain, respectively. Feeding the Aqua-Acid organic acidifier to piglets does not adversely affect morpho-biochemical blood parameters as well as clinical and physiological parameters, being accompanied by variability within the physiological norm. The undertaken ethological studies showed that the piglets received the organic acidifier were calmer, inclined to long rest, while consumed water and fodder more actively. The greatest bio-

logical prolonging effect of the studied Aqua-Acid doses had a dosage of 0.9 mg for a head per day from the 69th to the 79th day of nursery period.

*Key words: swine, nursery period, feeding live weight, safety of livestock, behavioral responses.*

#### References

1. Bulgakov A.M., Kuznetsov D.V., Zhukov V.M., Novikov A.M. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya kombikormov dlya svinei s vvedeniem v ikh sostav razlichnykh form podkislitelei (Increase in effectiveness of mixed fodders for swine with the introduction of various forms of acidifiers in their composition), Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, No. 9 (155), pp. 141-148.
2. Velikzhanin V.I. Genetika povedeniya sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh (etologiya, temperament, produktivnost') (Behavior genetics of agricultural animals (ethology, temperament, productivity)), S.-Peterburg, 2004, 204 p.
3. Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics), spravochnik, Kondrakhin I.P. [i dr.], M., Kolos, 2004, 520 p.
4. Kryukov V.S., Tarasenko V.N. Biologicheskie i prakticheskie aspekty primeneniya organicheskikh kislot v kormlenii svinei (Biological and practical aspects of organic acids in the feeding of swine), RatsVetInform, 2011, No. 1, pp. 29-36.
5. Lavrenova V. Import podkislitelei kormov (Import of fodder acidifiers), Tsenovik, 2016, No. 9, pp. 53.
6. Markulesku V. Organicheskie kisloty: tekhnologiya i preimushchestva (Organic acids: technology and benefits), Tsenovik, 2017, No. 9, pp. 66.
7. Marynich A.P. Obosnovanie ispol'zovaniya vysokoproteinovykh kormov na osnove zerna soi i biologicheski aktivnykh veshchestv pri proizvodstve svininy (Substantiation of high-protein fodders based on soybean grain and biologically active substances in the production of pork), dis... d. s.-kh. nauk, Stavropol', 2014, 359 p.
8. Nikanova L.A. Ispol'zovanie produktov gidrobiontov i prirodnykh kormovykh dobavok v profilaktike narushenii obmena veshchestv, povyshenii rezistentnosti organizma i ikh vliyanie na produktivnost' svinei (The use of products of hydrobionts and natural fodder supplements in the prevention of metabolic disorders, increasing of organism resistance and their effect on the productivity of swine), avtoref. dis... d-ra biol. nauk, p. Dubrovitsy, 2011, 36 p.
9. Niyazov N.S.-A., Krivosheev R.A. Diformiat natriya v ratsionakh rastushchikh svinei (Sodium diformate in diets of growing swine), Svinovodstvo, 2018, No. 3, Aprel'-Mai, pp. 19-23.
10. Povyshenie sokhrannosti i produktivnosti porosyat za schet rastitel'noi biologicheski aktivnoi dobavki "VitaFit-S" s adaptivnoi immunokorreksiei organizma (Increase the safety and productivity of swine due to the VitaFit-S biologically active supplement with adaptive immune correction), Nauchnye proekty yuzhno-ural'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, A.A. Ovchinnikov [i dr.], pod red. M.F. Yudina, Chelyabinsk, 2016, pp. 101-103.
11. Papshev S.V., Zhuchaev K.V., Barsukova M.A. Etologicheskaya kharakteristika domashnei svin'i (The ethological characteristics of a domestic swine), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 2000, No. 2, pp. 20-24.
12. Savchenko O.V. Vliyanie podkislitelya na produktivnye kachestva molodnyaka svinei na otkorme (Influence of acidifier on productive qualities of young swine on feeding), dis... kand. s.-kh. Nauk, Troitsk, 2005, 124 p.
13. Kooij E.E., Kuijpers A.H., Schrama J.W., van Eerdenburg F.J.C.M. Schouten W.G.P., Tielen M.J.M. Can we predict behaviour in pigs, Appliend Animal Behaviour Science, 2002, V. 75 (4), pp. 293-305.
14. Morrison R.S., Hemsworth P.H., Cronin G.M., Campbell R.G. The social and feeding behaviour of growing pigs in deep-litter, large group housing systems, Appliend Animal Behaviour Science, 2003, V. 82 (3), pp. 173-188.
15. Mori A.V., Kluess J., Maillard R., Geraert P.A. Perfomace and phosphorus status of growing pigs are improved by a multienzyme complex containing NSP-enzymes and phytase, J. Dairi Sci, 2007, Vol. 90, Suppl. 1, 439 p.

## РЕДАКЦИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА «ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

приглашает к сотрудничеству ученых, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим группам научных исследований:

– **05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем** (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

– **06.01.00 Агрономия** (06.01.01 Общее земледелие, 06.01.04 Агрохимия, 06.01.09 Овощеводство);

– **06.02.00 Ветеринария и зоотехния** (06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных, 06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксинологией и иммунология; 06.02.05 Ветеринарная санитария, экология, зоогиена и ветеринарно-санитарная экспертиза; 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов; 06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства).

### Требования к содержанию и оформлению статей

Основными требованиями к содержанию публикуемых в научно-практическом журнале статьям является обоснованность актуальности, научности, новизны и практической ценности исследования, изложение основных тезисов работы. Статьи, поступившие в редакцию, проверяются через систему Антиплагиат (оригинальность должна составлять не менее 80%) и проходят процедуру рецензирования.

Статья должна включать в себя следующие элементы:

1. Индекс УДК (слева).

2. Название статьи (прописными буквами).

3. Ф.И.О. автора, ученое звание, место работы/учебы, адрес организации, e-mail.

4. Аннотация (реферат) на русском языке. Рекомендуемый объем 1000-2000 знаков (200-250 слов). Структура реферата должна кратко отражать структуру работы. Реферат должен быть максимально четким и в то же время информативно насыщенным. Реферат может публиковаться самостоятельно, и суть исследования должна быть понятной без обращения к тексту статьи. Реферат не разбивается на абзацы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов должно содержать конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.). Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, но в 1-й раз дается полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Исключено использование вводных слов и оборотов.

5. Ключевые слова, отражающие терминологическую область статьи (до 10 слов).

6. Текст с включенным иллюстративным материалом (таблицы, рисунки).

Статья должна содержать обязательные элементы: *Введение* с указанием цели и задач исследования; *Методика*; *Результаты*; *Выводы*.

7. Источник финансирования (грант, государственная программа и т.п.), при наличии.

8. Литература. Список должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 (без использования тире) и содержать 12-15 источников, в том числе 3-5 иностранных. Нормативные и законодательные документы, государственные стандарты в литературе не указываются. Ссылки на учебники и учебные пособия нежелательны. Злоупотребление самоцитированием не допускается. Все источники должны иметь ссылку в тексте статьи.

9. Перевод названия статьи, Ф.И.О. автора, ученого звания, места работы/учебы, адреса организации, e-mail, аннотации (реферата), ключевых слов, литературы с транслитерацией.

### Технические требования к статьям

Рекомендуемый объем статьи 8-12 страниц. Рукопись должна быть оформлена в текстовом редакторе Word на листах формата А4 (книжная ориентация), шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,5. Поля сверху и снизу – 2 см, справа и слева – 3 см, абзацный отступ – 1,25 см. Основная текстовая часть должна иметь выравнивание по ширине с автоматической расстановкой

переносов, без подстрочных ссылок. Должны различаться тире (–) и дефисы (-), буквы «ё» и «е».

Таблицы выполняются в редакторе MS Word (не рисунками), нумеруются, если их более одной и располагаются по смыслу текста статьи.

Рисунки, графики и схемы должны быть чёрно-белыми, чёткими, допускается пиктрировка; все элементы, относящиеся к изображению, должны быть сгруппированы. Все используемые в статье изображения должны иметь подрисуючную подпись и прилагаться к рукописи отдельными файлами с расширением \*.jpeg, \*.png или \*.tif, \*.

Формулы набираются в стандартном редакторе формул Microsoft Equation, нумеруются. После формулы приводится расписывка символов, содержащихся в ней, в том порядке, в котором символы расположены в формуле. Использование формул в виде изображений нежелательно.

В тексте статьи должны содержаться ссылки на все используемые таблицы, рисунки и формулы.

Все употребляемые автором сокращенные обозначения и аббревиатуры, за исключением общепринятых, должны быть расшифрованы при их первом написании в тексте.

### Подача документов

Рукописи статей, оформленные согласно правилам и соответствующие научным направлениям, с сопроводительными документами (заявка, лицензионный договор, гарантийное письмо от руководителя организации, подтверждающее должность и ученую степень автора, заверенное печатью) следует высылать по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Петровская, 23, издательско-полиграфический центр «ПрокростЪ» или электронной почтой на адрес [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru). Отправляемые по электронной почте скан-копии документов (с расширениями \*.jpeg или \*.pdf) должны быть цветными и четкими. Более подробную информацию о правилах и требованиях к оформлению и публикации статей, а также формы сопроводительных документов можно найти на сайте научно-практического журнала «Пермский аграрный вестник» <http://agrovest.psa.ru>.

### Контактные телефоны

8-951-936-45-33 Богатырева Анастасия Сергеевна, ответственный секретарь,  
(342) 217-95-42 Корепанова Ольга Кузьминична, директор издательско-полиграфического центра

### Уважаемый читатель!

Подписаться на научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник» можно во всех отделениях РГУП «Почта России». С условиями подписки можно ознакомиться в межрегиональной части Каталога российской прессы «Почта России». Каталожная стоимость подписки на полгода составит 1200 рублей. Индекс издания, по которому Вы можете найти журнал в каталоге, – 83881.