



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

Научно-практический  
журнал

№1 (21) 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  
№.ФС77-63202 от 1 октября 2015 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. Костюченков, акад. АСХН РК, д-р техн. наук  
(г. Астана, Казахстан);  
Р. Кызылкая, д-р (г. Самсун, Турция);  
Л.В. Лящева, 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 «Прокростъ» – О.К. Корепанова  
Редактор – Е.А. Граевская  
Ответственный секретарь – И.Л. Распономарев  
Дизайн – И.Л. Распономарев  
Перевод – О.В. Фотина*

---

Дата выхода в свет – 20.03.2018. Формат 60x84%. Усл. печ. л. 20.  
Тираж 500. Заказ № 48. 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. FS77-63202  
dated 1 October 2015, 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. Akmanayev, (Deputy Chief Editor), Cand. Agr. Sci.,  
(Perm, Russia);  
J. Batlle-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. Mukhamadiarov, 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. Chernenok, Academician of NAHEA SK,  
Dr. Agr. Sci. (Astana, Kazakhstan)

---

*Director of the PPC «Prokrost» – O.K. Korepanova  
Editor – E.A. Grayevskaya  
Senior secretary – I.L. Rasponomarev  
Design – I.L. Rasponomarev  
Translation – O.V. Fotina*

---

Signed to print – 20.03.2018. Format 60x84%.  
Printed sheets 20. Ex. 500, Order No. 48. Postcode 83881.  
Unfixed price. Printed at the Publishing and Polygraphic  
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>Булатов С. Ю., Миронов К. Е., Нечаев В. Н., Савиных П. А.</b> Разработка и использование методики определения оптимального положения загрузочного окна дробилки зерна ударно-отражательного действия.....	4
<b>Галкин В. Д., Хавыев А. А., Хандриков В. А., Грубов К. А., Галкин С. В., Федосеев А. Ф.</b> Разработка методики настройки вибропневмосепаратора усовершенствованной конструкции при очистке пшеницы от трудноотделимых примесей.....	14
<b>Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В., Горбунов Р. М., Мокиев В. Ю.</b> Параметры привода высевальных аппаратов дернинной сеялки СДК-2,8 для многокомпонентного полосного посева многолетних трав.....	22
<b>Одегов В. А., Комкин А. С., Шилин В. В.</b> Исследование влияния окружной скорости валцов и влажности материала на основные показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка.....	28
<b>Солонщиков П. Н., Косолапов Е. В.</b> Оптимизация основных параметров молоткового измельчителя при приготовлении грубых кормов.....	34

### АГРОНОМИЯ

<b>Абашев В. Д., Носкова Е. Н.</b> Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна овса.....	42
<b>Алёшин М. А.</b> Влияние инокуляции и доз азотных удобрений на крупяные свойства и урожайность посевного гороха в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья.....	48
<b>Елисеев С. Л.</b> Адаптивные сорта ячменя для Пермского края.....	53
<b>Конкин П. И., Чеботарев Н. Т., Юдин А. А., Облизов А. В.</b> Оценка хозяйственных признаков новых сортов и гибридов картофеля, рекомендованных для возделывания в среднетаежной зоне Евро-северо-востока.....	58
<b>Курбангалиев Р. Н., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д.</b> Влияние сроков и норм высева на урожайность сортов ярового рапса в Среднем Предуралье.....	64
<b>Кардашина В. Е., Николаева Л. С.</b> Влияние агрометеорологических условий на урожайность и развитие овса.....	69
<b>Лихачева Л. И., Козионова Е. Г., Гималетдинова В. С.</b> Характеристика сортов гороха посевного универсального использования.....	76

## CONTENTS

### PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

<b>Bulatov S. Yu., Mironov K. E., Nechaev V. N., Savinykh P. A.</b> Development and application of determination method of the most suitable position for charging hole in the grain crusher of impact-rejected action....	4
<b>Galkin V. D., Khavyev A. A., Khandrikov V. A., Grubov K. A., Galkin S. V., Fedoseev A. F.</b> Development of adjustment method for vibro-pneumatic separator with an improved design by the wheat purification from hard-separable impurities.....	14
<b>Kurbanov R. F., Sozontov A. V., Gorbunov R. M., Mokiev V. Y.</b> Gear parameters of seeding mechanisms of SDK-2.8 sod seeder for multicomponent band sowing of perennial grasses.....	22
<b>Odegov V. A., Komkin A. S., Shilin V. V.</b> The influence of circumferential velocity of rollers and material moisture content on the main indicators of workflow of a two-step roller machine.....	28
<b>Solonschchikov P. N., Kosolapov E. V.</b> Optimization of the main parameters of a hammer shredder in the preparation of roughages.....	34

### AGRONOMY

<b>Abashev V. D., Noskova E. N.</b> The influence of mineral fertilizers on grain yield capacity of oat.....	42
<b>Aleshin M. A.</b> Influence of inoculation and nitrogen fertilizer doses on groat qualities of pea and its yield capacity in the conditions of sod-podzolic, heavy loamy soil of Preduralie.....	48
<b>Eliseev S. L.</b> adaptive varieties of barley for perm krai.....	53
<b>Konkin P. I., Chebotarev N. T., Yudin A. A., Oblizov A. V.</b> Assessment of economic characteristics of new potato hybrids and varieties recommended for cultivation in the middle zone of taiga in Euro-north-east.....	58
<b>Kurbangaliev R. N., Bogatyreva A. S., Akmanaev E. D.</b> The influence of sowing dates and rates on the yield capacity of spring rape varieties in the Middle Preduralie.....	64
<b>Kardashina V. E., Nikolaeva L. S.</b> Influence of agro-meteorological conditions on yield capacity and development of oats.....	69
<b>Likhacheva L. I., Kozionova E. G., Gimaletdinova V. S.</b> Characteristics of pea varieties for multi-purpose use.....	76

<b>Пинаева М. И., Михайлова Л. А., Акманаева Ю. А.</b> Эффективность применения минеральных удобрений и соломы на яровой пшенице в звене севооборота.....	81	<b>Pinaeva M. I., Mikhailova L. A., Akmanaeva Yu. A.</b> The effectiveness of mineral fertilizers and straw application to spring wheat in crop rotation.....	81
<b>Титова В. И.</b> Оптимизация применения азотных и калийных удобрений на почвах с высоким содержанием фосфора.....	87	<b>Titova V. I.</b> Optimization of nitrogen and potassium fertilizers application on soils with high content of phosphorus.....	87
<b>Фомин Д. С., Ямалтдинова В. Р., Бессонова Л. В., Вяткина Р. И.</b> Применение минеральных удобрений и микробиологических препаратов под яровую пшеницу на дерново-подзолистой почве в Пермском крае.....	93	<b>Fomin D. S., Yamaltdinova V. R., Bessonova L. V., Vyatkina R. I.</b> The application of mineral fertilizers and microbiological preparations to spring wheat on sod-podzolic soil in Perm Krai.....	93
<b>Чернов А. В., Димитриев В. Л., Ларкин С. В.</b> Влияние ЭМ-технологии на урожайность картофеля.....	99	<b>Chernov A. V., Dimitriev V. L., Larkin S. V.</b> The influence of effective microorganism (EM) technology on the yield capacity of potato.....	99
<b>Чирков С. В., Медведева И. Н.</b> Сравнительная эффективность новых и традиционных препаратов фунгитоксического действия на пораженность корневыми гнилями и урожайность овса и ячменя в Предуралье.....	104	<b>Chirkov S. V., Medvedeva I. N.</b> Comparative effectiveness of new and traditional preparations of fungi-toxic action on root rot and yield capacity of oat and barley in the Preduralie...	104

#### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<b>Галиев Д. М.</b> Кормовые добавки сорбционного действия в рационах цыплят-бройлеров.....	111	<b>Galiev D. M.</b> Fodder supplements of sorption action in chicken-broiler rations.....	111
<b>Кислякова Е. М., Воробьева С. Л.</b> Применение инновационной кальцийсодержащей добавки в рационах коров и её влияние на переваривание и усвоение питательных веществ.....	116	<b>Kislyakova E. M., Vorobiova S. L.</b> Innovative calcium containing supplement in cow ration and its influence on digestion and nutrient absorption.....	116
<b>Кудреватых И. А., Шумилина Н. Н.</b> Оценка микробного пейзажа кишечника крольчат.....	121	<b>Kudrevatykh I. A., Shumilina N. N.</b> Evaluation of microbial landscape of the intestine in rabbits.....	121
<b>Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В.</b> Экстерьерные особенности и молочная продуктивность голштиinizированных коров холмогорской породы разных генераций.....	125	<b>Martynova E. N., Isupova Yu. V.</b> External conformation traits and milk production of holsteinized cows of kholmogorsky breed within different generations.....	125
<b>Овчинников А. А., Овчинникова Л. Ю.</b> Влияние кормового фактора на продуктивность цыплят-бройлеров.....	131	<b>Ovchinnikov A. A., Ovchinnikova L. Yu.</b> the influence of feed factor on chicken-broilers performance.....	131
<b>Пладистая К. М., Татарникова Н. А.</b> Возрастные изменения артерий различных структур глаза кошки.....	136	<b>Pladistaya K. M., Tatarnikova N. A.</b> Age-related changes in arteries of different structures of eye in cats.....	136
<b>Сычева Л. В.</b> Использование кормовой добавки «Антивир» в рационах цыплят-бройлеров.....	142	<b>Sycheva L. V.</b> The use of a feed additive "Antivir" in broiler chicken diets.....	142

#### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<b>Иванов В. А., Морнова Ю. В.</b> Совершенствование технологии сбора топликовой древесины в береговой зоне водохранилищ: анализ технологий.....	147	<b>Ivanov V. A., Mornova Yu. V.</b> The improvement of technology for sunken wood collecting in the coastal zone of reservoirs: analysis of technologies.....	147
<b>Скок А. В.</b> Оценка экологического состояния хвойных растений на урбанизированной территории.....	155	<b>Skok A. V.</b> Assessment of ecological condition of coniferous plants in the urbanized territory.....	155

#### VETERINARY AND ZOOTECHNY

#### FORESTRY

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.3

### РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗАГРУЗОЧНОГО ОКНА ДРОБИЛКИ ЗЕРНА УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

**С. Ю. Булатов**, канд. техн. наук, доцент;

**К. Е. Миронов**, ст. преподаватель; **В. Н. Нечаев**, канд. техн. наук, доцент,  
ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,  
ул. Октябрьская, д. 22 а, г. Княгинино, Нижегородская область, Россия, 606340

E-mail: [bulatov\\_sergey\\_urevich@mail.ru](mailto:bulatov_sergey_urevich@mail.ru);

**П. А. Савиных**, д-р техн. наук, профессор,  
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

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

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

*Аннотация.* В период с 2012 по 2018 гг. в лабораториях ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» изучали процесс взаимодействия частиц зернового вороха с рабочими органами дробилки с целью оптимизации её конструктивных параметров. При построении математической модели использовали численные методы, а для исследования процесса была создана лабораторная установка. В результате получены выражения для определения скорости и координат частицы зернового вороха в камере измельчения разработанной дробилки зерна. Анализ выведенных зависимостей позволил спрогнозировать траекторию движения зерновки и предположить место вывода ее из камеры измельчения – периферийное, либо торцевое решето. Вычислены граничные значения координат ввода зерновок в камеру измельчения, при которых она ударяется в стык решет. Сделан вывод о возможности симметричного расположения загрузочного окна относительно полученных граничных значений, при котором количество зерновок, проходящих через периферийное решето, будет равно количеству зерновок, проходящих через торцевое решето. Выведенные экспериментально-теоретические зависимости позволяют спрогнозировать загруженность периферийного и торцевого решет и выбрать оптимальное расположение загрузочного окна. Разработанная методика позволила определить, что при рабочих параметрах дробилки (угловой скорости ротора  $314 \text{ с}^{-1}$ , ширине била 50 мм, угле била  $45^\circ$ ) наиболее равномерное распределение дерти среди периферийного и торцевого решет наблюдается при симметричном расположении загрузочного окна относительно координаты  $x = 65 \text{ мм}$  при  $b = 25 \text{ мм}$  и  $x = 73 \text{ мм}$  при  $b = -1 \text{ мм}$ .

*Ключевые слова:* зерно, дробилка, била ротора, движение частицы, камера измельчения, оптимальные параметры, положение загрузочного окна, равномерная загрузка, ротор, численный метод.

**Введение.** В настоящее время в условиях импортозамещения большое внимание должно уделяться научно-технической политике. Требуется огромная работа по созданию современных малозатратных машин, механизмов и технологий, в том числе в области механизации животноводства [6]. На новый уровень должны быть подняты не только качество ма-

шин, направляемых в сельское хозяйство, но и эффективность их использования. Уровень механизации по подготовке кормов к скармливанию и раздаче в ряде хозяйств еще далеко не достигает 100 %. До сих пор вмешательство человеческого труда велико, по сравнению с фермерскими предприятиями США, в два-три раза. Поэтому в такой ситуации над

данной проблемой должны эффективно работать не только ученые ведущих научно-исследовательских центров, но и специалисты, аспиранты в учебных вузах агротехнического направления.

Значительное количество работ в последнее время посвящено обработке и подготовке зерна на корм сельскохозяйственным животным. Эффективным методом подготовки зерна к скармливанию является дробление. Дробление зерна широко применяется при приготовлении корма животным в хозяйствах и комбикормовой промышленности. Благодаря высокой производительности и простоте эксплуатации для дробления зерна широко используются роторные дробилки.

В процессе исследований работы роторных дробилок зерна выявлены основные закономерности, определяющие производительность, степень измельчения, расход энергии и др. Однако по мере развития технологий скармливания корма к работе дробилок предъявляются новые требования, и необходимо постоянное совершенствование конструкций [9].

При проведении исследований выявлено, что одной из основных проблем роторных дробилок является неоднородность измельченного зерна по фракционному составу и большая энергоемкость процесса. Это связано, в первую очередь, с несвоевременным удале-

нием готового продукта из камеры измельчения. Поэтому разработка данных машин с обоснованными оптимальными конструктивными параметрами является важной и актуальной задачей. Выявление теоретических закономерностей протекания процесса дробления позволяет определить оптимальные диапазоны параметров, и уже на этапе проектирования вносить соответствующие коррективы в конструкцию [8, 10, 16, 17, 21].

*Целью данной работы* является экспериментально-теоретическое описание взаимодействия зерна с рабочими органами дробилки и разработка методики определения оптимальных конструктивно-технологических параметров.

**Методика.** Для исследования процесса взаимодействия частиц зернового вороха с рабочими органами дробилки создана лабораторная установка (рис. 1) [22, 23, 24], главным элементом которой является ротор 3 с жестко закрепленными на нем билками 2 (рис. 1, а). Ротор 3 располагается в корпусе 5, который с одной торцевой стороны выполнен открытым и закрывается торцевой крышкой 1. В корпусе 5 вокруг ротора 3 располагаются периферийное 4 и торцевое 6 решета, через которые осуществляется вывод дерти. Загрузка зернового вороха производится через загрузочное окно 7.

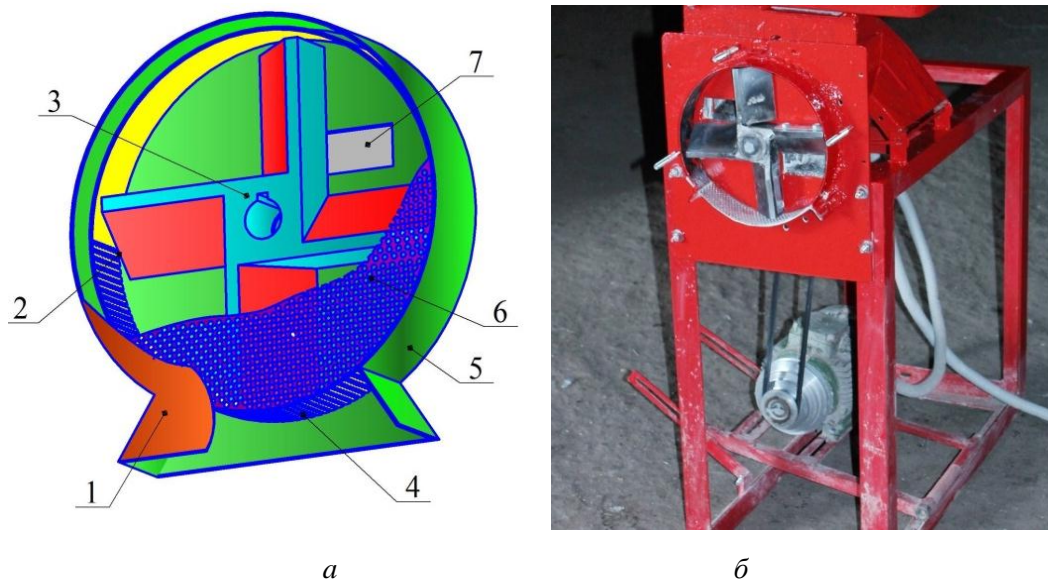


Рис. 1. Конструктивное устройство экспериментальной зерновой дробилки:  
 а – трехмерная модель; б – общий вид со снятыми торцевой крышкой и торцевым решетом:  
 1 – торцевая крышка; 2 – било; 3 – ротор; 4 – периферийное решето; 5 – корпус;  
 6 – торцевое решето; 7 – загрузочное окно

При построении математической модели взаимодействия частиц зернового вороха с рабочими органами использовали математический аппарат, в частности, численные методы, хорошо зарекомендовавшие себя при проектировании сельскохозяйственных машин [12, 13, 26, 27, 28]. Одним из шагов получения общей математической модели взаимодействия частицы и рабочих органов является определение функциональной зависимости скорости воздушного потока в камере измельчения в дробилке зерна от конструктивно-технологических параметров дробилки.

Для этого, в соответствии с общепринятыми методиками [3, 11] и планом эксперимента, на расстоянии  $R$  от оси вращения через углы  $\varepsilon$  на торцевой крышке дробилки проделаны отверстия (рис. 2). Через проделанные отверстия с помощью дифференциального манометра Extech HD350 проведены замеры скорости воздушного потока вдоль осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Результаты исследований сводились в таблицы. Исследование проводили при следующих оптимальных конструктивно-технологических параметрах дробилки: окружная скорость ротора  $314 \text{ с}^{-1}$ , угол бил  $45^\circ$  [19].

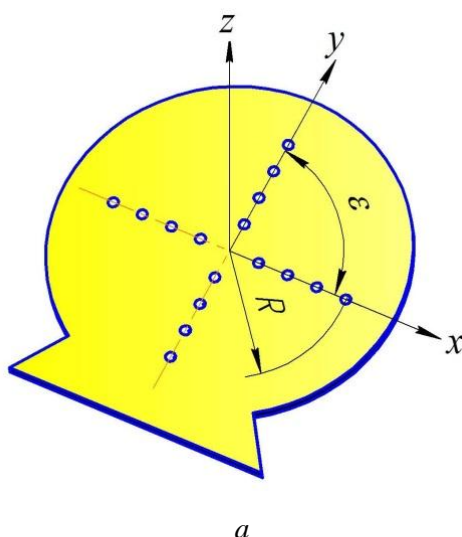


Рис. 2. Схема расположения отверстий на торцевой крышке для замера скорости воздушного потока в камере дробилки зерна ударно-отражательного действия:  
а – схема расположения отверстий; б – общий вид крышки с отверстиями

Построение моделей регрессии проводили с помощью методов обработки экспериментальных данных [5, 14, 25].

**Результаты.** Проведено исследование движения частицы зернового вороха с момента входа ее в камеру измельчения до момента касания ею одного из решет. Используя общие законы механики относительного движения [7, 15, 29], получены аналитические выражения, с помощью которых изучен характер взаимодействия частицы с билами. По методике, описанной в работе [4], определены координаты частицы после схода с била в зависимости

от конструктивно-технологических параметров дробилки. Практическая значимость результатов исследований заключается в возможности определения оптимальных координат ввода частиц зернового вороха в камеру дробилки при известных конструктивно-технологических параметрах. В свою очередь, они создают оптимальные условия вывода готового продукта из камеры измельчения в плане равномерной загрузки как торцевого, так и периферийного решет.

Для описания движения частицы по билу рассмотрим схему их взаимодействия (рис. 3).

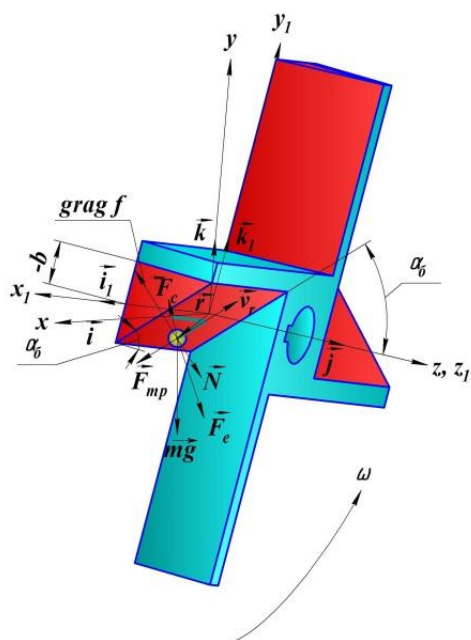


Рис. 3. Схема движения частицы по плоскости била дробилки:  
 $x, y, z$  – подвижные оси координат;  $x_1, y_1, z_1$  – неподвижные оси координат;  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – единичные векторы подвижной системы координат;  $\vec{i}_1, \vec{j}_1, \vec{k}_1$  – единичные векторы неподвижной системы координат;  $\alpha_0$  – угол била;  $N$  – нормальная реакция била на частицу;  $mg$  – вес частицы;  $F_{mp}$  – сила трения частицы о поверхность била;  $F_e$  – центробежная переносная сила инерции;  $F_c$  – сила инерции Кориолиса;  $\omega$  – окружная скорость

В результате исследования движения зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия получены

выражения для определения ее скоростных характеристик и координат [2, 20]:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = mg \sin \omega t - |\lambda| \sqrt{k^2 + 1} \cdot f_m \cdot \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}} + m\omega^2 x - 2m\omega\dot{z}; \\ m\ddot{z} = -k\lambda - |\lambda| \sqrt{k^2 + 1} \cdot f_m \cdot \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}}; \\ \lambda = \frac{1}{(1+k^2)} (g \cos \omega t - \omega^2 z - 2\omega\dot{x}). \end{cases} \quad (1)$$

Конечные значения ускорения, скорости и координаты частицы при сходе с била, определенные по выражению (1), являются начальными условиями при ее движении в

камере измельчения. Для определения скоростных параметров частицы после схода ее с била рассмотрим рисунок 4.

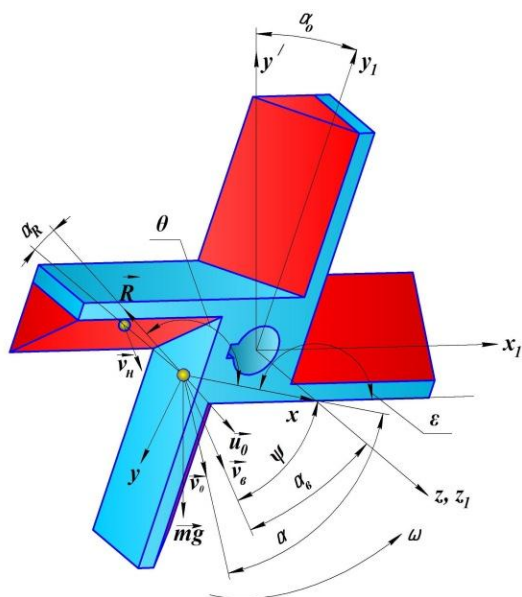


Рис. 4. Схема действия сил на частицу после схода ее с била:  
 $x, y, z$  – подвижные оси координат;  $x_1, y_1, z_1$  – неподвижные оси координат;  $u_0$  – относительная скорость частицы;  $v_0$  – абсолютная скорость частицы;  $v_e$  – скорость воздушного потока;  $v_H$  – начальная скорость частицы;  $mg$  – вес частицы;  $\vec{R}$  – сила аэродинамического сопротивления;  $\alpha_0$  – угол наклона ротора относительно вертикали;  $\omega$  – окружная скорость



В результате исследования движения зерновки в камере измельчения дробилки зерна ударно-отражательного действия выражения для определения ее скоростных характеристик и координат [18, 20]:

$$\begin{cases} u_x(\Delta t) = u_{x0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{x0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \cos \psi + g \cdot \sin \varepsilon) \cdot \Delta t; \\ u_y(\Delta t) = u_{y0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{y0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \sin \psi - g \cdot \cos \varepsilon) \cdot \Delta t; \\ u_z(\Delta t) = u_{z0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{z0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \cos \alpha_g - g \cdot \sin \alpha_o) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} x(\Delta t) = u_{x0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{x0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \cos \psi + g \cdot \sin \varepsilon) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}; \\ y(\Delta t) = u_{y0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{y0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \sin \psi - g \cdot \cos \varepsilon) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}; \\ z(\Delta t) = u_{z0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{z0} + k_n \cdot u_{01} \cdot v_g \cdot \cos \alpha_g - g \cdot \sin \alpha_o) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}. \end{cases} \quad (3)$$

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты определения скоростей воздушного потока в камере измельчения в экспериментальной дробилке

№	радиус R, мм	угол ε, град	z, мм	v <sub>гвz</sub> , м/с	v <sub>гвy</sub> , м/с	v <sub>гвx</sub> , м/с	№	радиус R, мм	угол ε, град	z, мм	v <sub>гвz</sub> , м/с	v <sub>гвy</sub> , м/с	v <sub>гвx</sub> , м/с
1.	25	0	10	30,60	31,13	28,60	25.	25	180	20	32,20	32,20	32,17
2.	50	0	10	27,70	30,90	26,80	26.	50	180	20	32,10	32,30	32,36
3.	75	0	10	23,80	24,90	28,80	27.	75	180	20	32,00	30,30	32,10
4.	100	0	10	22,50	21,50	29,90	28.	100	180	20	28,50	24,50	28,20
5.	25	90	10	31,30	31,90	32,00	29.	25	270	20	32,00	31,20	32,55
6.	50	90	10	30,90	31,60	29,70	30.	50	270	20	30,80	28,70	30,30
7.	75	90	10	29,80	31,20	27,20	31.	75	270	20	29,20	25,30	28,50
8.	100	90	10	29,00	27,20	23,00	32.	100	270	20	25,10	20,80	23,50
9.	25	180	10	32,00	32,37	32,70	33.	25	0	30	31,70	31,50	31,00
10.	50	180	10	32,38	32,40	32,30	34.	50	0	30	31,20	28,15	29,50
11.	75	180	10	31,70	30,20	31,40	35.	75	0	30	26,10	24,20	28,60
12.	100	180	10	28,40	24,80	28,00	36.	100	0	30	22,40	19,58	23,80
13.	25	270	10	320	31,40	31,70	37.	25	90	30	31,58	32,10	31,50
14.	50	270	10	30,50	28,80	30,30	38.	50	90	30	31,25	31,60	31,20
15.	75	270	10	30,00	27,20	28,00	39.	75	90	30	31,47	29,90	31,60
16.	100	270	10	25,20	21,80	18,00	40.	100	90	30	28,90	25,60	30,50
17.	25	0	20	31,20	31,04	30,45	41.	25	180	30	32,50	32,30	32,15
18.	50	0	20	29,00	28,30	29,50	42.	50	180	30	32,00	32,10	32,30
19.	75	0	20	23,70	24,00	24,50	43.	75	180	30	32,00	29,90	33,10
20.	100	0	20	21,70	19,80	22,60	44.	100	180	30	28,20	25,10	28,20
21.	25	90	20	31,50	31,90	31,40	45.	25	270	30	32,55	31,95	32,60
22.	50	90	20	30,60	31,50	31,80	46.	50	270	30	31,30	28,30	31,90
23.	75	90	20	31,00	29,60	32,40	47.	75	270	30	27,30	25,10	30,70
24.	100	90	20	25,00	25,60	27,50	48.	100	270	30	25,00	22,00	26,00

После обработки результатов исследований получены искомые функции:

$$\begin{aligned} v_{gx} &= 28,89 + 0,03 \cdot R + 0,05 \cdot \varepsilon - 0,0009 \cdot R^2 - 0,0003 \cdot \varepsilon^2; \\ v_{gy} &= 29,78 + 0,041 \cdot R + 0,056 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot \varepsilon^2; \\ v_{gz} &= 25,61 + 0,108 \cdot R + 0,052 \cdot \varepsilon + 0,052 \cdot z - 0,001 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot R \cdot \varepsilon - 0,00015 \cdot \varepsilon^2. \end{aligned} \quad (4)$$

При подстановке зависимостей (4) скорости воздушного потока от параметров  $R$  и  $\varepsilon$  в систему уравнений (2) и (3) получим окончательные выражения для определения скорости и координат частицы в камере измельчения разработанной дробилки зерна:

$$\begin{cases} u_x(\Delta t) = u_{x0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{x0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (28,89 + 0,03 \cdot R + 0,05 \cdot \varepsilon - 0,0009 \cdot R^2 - 0,0003 \cdot \varepsilon^2) + g \cdot \sin \varepsilon) \cdot \Delta t; \\ u_y(\Delta t) = u_{y0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{y0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (29,78 + 0,041 \cdot R + 0,056 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot \varepsilon^2) - g \cdot \cos \varepsilon) \cdot \Delta t; \\ u_z(\Delta t) = u_{z0} + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{z0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (25,61 + 0,108 \cdot R + 0,052 \cdot \varepsilon + 0,052 \cdot z - 0,001 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot R \cdot \varepsilon - 0,00015 \cdot \varepsilon^2) - g \cdot \sin \alpha_0) \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} x(\Delta t) = u_{x0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{x0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (28,89 + 0,03 \cdot R + 0,05 \cdot \varepsilon - 0,0009 \cdot R^2 - 0,0003 \cdot \varepsilon^2) + g \cdot \sin \varepsilon) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}; \\ y(\Delta t) = u_{y0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{y0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (29,78 + 0,041 \cdot R + 0,056 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot \varepsilon^2) - g \cdot \cos \varepsilon) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}; \\ z(\Delta t) = u_{z0} \cdot \Delta t + (-k_n \cdot u_{01} \cdot u_{z0} + k_n \cdot u_{01} \cdot (25,61 + 0,108 \cdot R + 0,052 \cdot \varepsilon + 0,052 \cdot z - 0,001 \cdot R^2 - 0,0002 \cdot R \cdot \varepsilon - 0,00015 \cdot \varepsilon^2) - g \cdot \sin \alpha_0) \cdot \frac{\Delta t^2}{2}. \end{cases} \quad (6)$$

**Обсуждение.** По уравнению (1) определен характер взаимодействия зерновки с биллом [29], а также ее скоростные характеристики и координаты схода с била при угловой скорости ротора  $314 \text{ с}^{-1}$ , ширине била 50 мм, угле била  $45^\circ$ .

Как было отмечено в работе [29], при  $b \geq 0$  зерновка отскакивает от била, а при  $b < 0$  – скользит по нему. Рассмотрим граничные условия, определяемые геометрическими параметрами дробилки:

1.  $b = 25$  мм,  $x = 80$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм (где  $x, y, z$  – координаты ввода зерновки в камеру измельчения дробилки). В этом случае зерновка отскакивает от била со скоростью  $v_x = 0,78$  м/с,  $v_y = -0,06$  м/с,  $v_z = -0,06$  м/с. Полученные значения являются начальными условиями при расчете траектории зерновки в камере измельчения. Их подставляем в выражения (5) и (6), проводим вычисления (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчетов траектории зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия при  $b = 25$  мм,  $x = 80$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм

№	$\varepsilon$ , град.	$x$ , мм	$y$ , мм	$z$ , мм	$u_0$ , м/с	$v_{ax}$ , м/с	$v_{ay}$ , м/с	$v_{az}$ , м/с	$u_{x2}$ , м/с	$u_{y2}$ , м/с	$u_{z2}$ , м/с
1	23,0	0,0	87,0	0,0	0,78	29,88	29,67	26,73	0,14	0,42	0,25
2	38,8	1,1	90,8	1,9	1,29	30,38	29,48	27,41	0,35	0,63	0,42
3	65,0	3,8	96,3	5,1	2,13	30,87	28,93	28,36	0,73	0,96	0,73
4	99,7	9,3	104,3	10,6	3,55	30,89	27,79	29,31	1,35	1,43	1,26
5	141,2	19,5	115,8	20,2	5,89	29,97	25,79	29,97	2,25	2,02	2,13
6	188,0	36,6	131,8	36,4	9,60	27,69	22,72	30,09	3,36	2,71	3,50

2.  $b = 25$  мм,  $x = 40$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм:  $v_x = 0,39$  м/с,  $v_y = -0,06$  м/с,  $v_z = -0,06$  м/с. Результаты расчетов траектории зерновки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчетов траектории зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия при  $b = 25$  мм,  $x = 40$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм

№	$\varepsilon$ , град.	$x$ , мм	$y$ , мм	$z$ , мм	$u_0$ , м/с	$v_{ax}$ , м/с	$v_{ay}$ , м/с	$v_{az}$ , м/с	$u_{x2}$ , м/с	$u_{y2}$ , м/с	$u_{z2}$ , м/с
1	41,0	0,0	53,0	0,0	0,39	30,43	29,44	27,49	0,03	0,28	0,12
2	46,3	0,2	55,6	1,0	0,70	30,56	29,35	27,70	0,15	0,41	0,23
3	65,0	1,4	59,0	2,7	1,20	30,87	28,93	28,36	0,38	0,60	0,41

Окончание таблицы 3

№	ε, град.	x, мм	y, мм	z, мм	u <sub>0</sub> , м/с	v <sub>ax</sub> , м/с	v <sub>ay</sub> , м/с	v <sub>az</sub> , м/с	u <sub>x</sub> , м/с	u <sub>y</sub> , м/с	u <sub>z</sub> , м/с
4	95,0	4,3	64,1	5,9	2,03	30,93	27,97	29,20	0,77	0,89	0,71
5	134,1	10,2	71,2	11,3	3,41	30,20	26,18	29,89	1,35	1,24	1,23
6	180,0	20,4	81,1	20,7	5,63	28,17	23,30	30,11	2,07	1,65	2,05
7	230,4	36,0	94,1	36,2	8,98	24,48	19,16	29,63	2,76	2,03	3,22
8	283,1	57,1	110,1	60,7	13,70	19,00	13,75	28,31	3,13	2,21	4,70

3.  $b = 25$  мм,  $x = 0$  мм,  $z = 0$  мм,  $y = 35$  мм:  $v_x = 1,32$  м/с,  $v_y = -0,05$  м/с,  $v_z = -0,05$  м/с. Результаты расчетов траектории зерновки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты расчетов траектории зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия при  $b = 25$  мм,  $x = 0$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм

№	ε, град.	x, мм	y, мм	z, мм	u <sub>0</sub> , м/с	v <sub>ax</sub> , м/с	v <sub>ay</sub> , м/с	v <sub>az</sub> , м/с	u <sub>x</sub> , м/с	u <sub>y</sub> , м/с	u <sub>z</sub> , м/с
1	90,0	0,0	35,0	0,0	1,32	30,96	28,16	29,07	0,49	0,62	0,46
2	126,5	3,7	40,0	3,5	2,24	30,41	26,58	29,79	0,90	0,87	0,80
3	171,5	10,5	46,8	9,5	3,73	28,64	23,89	30,12	1,43	1,13	1,35
4	222,3	21,4	55,7	19,8	6,01	25,18	19,90	29,76	1,94	1,38	2,16
5	276,0	36,2	66,5	36,2	9,24	19,83	14,54	28,54	2,21	1,52	3,19
6	330,7	53,1	78,5	60,4	13,42	12,61	7,90	26,40	1,94	1,26	4,30

4. При  $b = -1$  мм,  $x = 80$  мм,  $z = 0$  мм,  $y = 14,9$  мм,  $z = 13,9$  мм. Подставив полученные значения в выражения (5) и (6), определим скоростные характеристики зерновки в случае скольжения ее по билу (табл. 5). При этом координаты схода составляют  $x = 125$  мм,

Таблица 5

Результаты расчетов траектории зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия при  $b = -1$  мм,  $x = 80$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм

№	ε, град.	x, мм	y, мм	z, мм	u <sub>0</sub> , м/с	v <sub>ax</sub> , м/с	v <sub>ay</sub> , м/с	v <sub>az</sub> , м/с	u <sub>x</sub> , м/с	u <sub>y</sub> , м/с	u <sub>z</sub> , м/с
1	59,4	14,9	125,0	13,9	34,48	30,80	29,08	28,18	4,23	4,16	3,89
2	104,2	25,5	135,7	23,7	41,58	30,84	27,61	29,41	5,16	4,75	4,91

5. При  $b = -1$  мм,  $x = 40$  мм,  $z = 0$  мм,  $y = 35$  мм зерновка соскальзывает с била через  $v_x = 34,67$  м/с,  $v_z = 26,4$  м/с,  $v_y = 26,4$  м/с. При этом координаты схода составляют  $x = 123,4$  мм,  $y = 47,1$  мм,  $z = 46,1$  мм. Результаты расчетов траектории зерновки приведены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты расчетов траектории зерновки в камере измельчения в дробилке зерна ударно-отражательного действия при  $b = -1$  мм,  $x = 40$  мм,  $y = 35$  мм,  $z = 0$  мм

№	ε, град.	x, мм	y, мм	z, мм	u <sub>0</sub> , м/с	v <sub>ax</sub> , м/с	v <sub>ay</sub> , м/с	v <sub>az</sub> , м/с	u <sub>x</sub> , м/с	u <sub>y</sub> , м/с	u <sub>z</sub> , м/с
1	106,2	14,9	46,1	47,1	50,95	30,81	27,52	29,44	6,30	5,69	6,03
2	154,0	30,7	60,4	62,3	61,37	29,47	25,04	30,06	7,30	6,21	7,42

Сравнивая размеры периферийного решета (диаметр 250 мм, ширина 50 мм) с координатами движения зерновки, можно сделать вывод о выходе ее через торцевое либо периферийное решето. При  $x$ , близких к значению радиуса периферийного решета, зерновка, независимо от значения  $b$ , пролетает через периферийное решето, а при  $x = 0$  мм – через торцевое. Граничными значениями, когда зерновка ударяется в стык периферийного и торцевого решет при  $b = 25$  мм, является  $x = 65$  мм, при  $b = -1$  мм –  $x = 73$  мм. Можно предположить, что при симметричном расположении загрузочного окна относительно полученных

граничных значений величины  $x$ , количество зерновок, проходящих через периферийное решето, будет равно количеству зерновок, проходящих через торцевое решето.

Были проведены исследования по распределению дерти между периферийным и торцевым решетками. Выявлено, что при угловой скорости ротора  $314 \text{ с}^{-1}$ , ширине била 50 мм, угле била  $45^\circ$ , ширине загрузочного окна 80 мм, через периферийное решето проходит 60% дерти от общего количества, а через торцевое – 40% [19, 21].

**Выводы.** В результате проведенных экспериментально-теоретических исследований

получены аналитические выражения для описания взаимодействия зерновки с рабочими органами дробилки, и предложена методика определения оптимальных конструктивно-технологических параметров. С ее использованием определено, что при рабочих параметрах дробилки (угловой скорости ротора  $314 \text{ с}^{-1}$ , ширине била 50 мм, угле била  $45^\circ$ ) наиболее равномерное распределение дерти среди периферийного и торцевого решет наблюдается при симметричном расположении загрузочного окна относительно координаты  $x = 65 \text{ мм}$  при  $b = 25 \text{ мм}$  и  $x = 73 \text{ мм}$  при  $b = -1 \text{ мм}$ .

#### Литература

1. Булатов Сергей, Нечаев Владимир. Система загрузки и очистки фуражного зерна комбикормового агрегата (теория методика, эксперимент, анализ) // Saarbrücken: Lap Lambert. 2013. 117 с.
2. Булатов С. Ю., Миронов К. Е., Нечаев В. Н. Исследование взаимодействия зерна с лопастями ротора дробилки закрытого типа // Вестник НГИЭИ. № 8 (75). Княгинино: НГИЭУ. 2017. С. 26–34.
3. Булатов С. Ю., Миронов К. Е., Нечаев В. Н., Савиных П. А. Проведение экспериментальных исследований по определению влияния конструктивных факторов на характеристики дробилки зерна ударно-отражательного действия // Актуальные направления развития техники и технологий в России и за рубежом – реалии, возможности, перспективы : Материалы и доклады II Всерос. науч.-практ. конф. 2017. С. 12–24.
4. Результаты исследований рабочего процесса системы загрузки и очистки фуражного зерна малогабаритного комбикормового агрегата : монография / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев ; М-во образования Нижегородской обл., Нижегородский гос. инженерно-экономический ин-т, каф.: «Механика и с.-х. машины». Княгинино : НГИЭИ, 2012. 143 с.
5. Губин В. И., Осташков В. Н. Статистические методы обработки экспериментальных данных : учеб. пособие для студентов техн. вузов. Тюмень : Изд-во «ТюмГНГУ», 2007. 202 с.
6. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020 года / Ю. А. Иванов, Н. М. Морозов, Л. М. Цой [и др.] // Российская академия сельскохозяйственных наук, Отделение механизации, электрификации и автоматизации, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации животноводства (ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии). Подольск, 2009. 85 с.
7. Кирсанов М. Н. Решебник. Теоретическая механика. М. : Физматлит, 2008. 475 с.
8. Миронов К. Е. Изучение факторов, влияющих на характеристики зернодробилки ударно-отражательного действия // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований : Материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Княгинино : Изд-во НГИЭИ, 2013. С. 47–49.
9. Миронов К. Е. Исследование способов совершенствования качества измельчения фуражного зерна // Проблемы и перспективы развития аграрной экономики : Материалы науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. 2013. С. 90–96.
10. Миронов К. Е. Исследование факторов, влияющих на энергоемкость зернодробилки ударно-отражательного действия // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2013. Т. 13. № 4. С. 205–209.
11. Миронов К. Е. Программа и методика экспериментальных исследований дробилки зерна ударно-отражательного действия // Наука, производство, образование: состояние и перспективы : сб. науч. тр. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, 2017. С. 86–91.
12. Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н. Теоретическое обоснование конструктивных параметров рабочего колеса установки для приготовления смесей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. № 3. Ульяновск. 2017. С. 154–158.
13. Мохнаткин В. Г., Филинков А. С., Солонщиков П. Н. Выбор рациональных параметров питающего устройства установки для приготовления кормовых смесей // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2015. № 4. С. 45–47.
14. Наследов А. Д. Профессиональный статистический анализ данных. СПб. : Питер. 2008. 416 с.
15. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. М. : Высш. шк. 1990. 607 с.
16. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Миронов К. Е. Влияние конструктивно-технологических параметров дробилки зерна ударно-отражательного действия на ее энергетические показатели // Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». 2014. Т. 3. С. 142–148.
17. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Миронов К. Е., Мольков А. В. Исследование влияния перекрытия периферийного решета на производительность и энергоемкость дробилки зерна ударно-отражательного действия // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК», Чебоксары, 20–21 октября 2015 г. Чебоксары : Чувашская ГСХА. 2015. С. 653–658.
18. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Миронов К. Е., Нечаев В. Н. Методика определения теоретической траектории движения зерновки в камере измельчения дробилки зерна ударно-отражательного действия // Вестник НГИЭИ. № 11 (78). Княгинино : НГИЭУ. 2017. С. 58–68.

19. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Миронов К. Е. Оптимизация конструктивно-технологических параметров дробилки зерна ударно-отражательного действия // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Минск, 22-23 октября 2014 г.; в 3 т.. Минск : Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. С. 67–73.
20. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Миронов К. Е. Оптимизация рабочего процесса дробилки зерна ударно-отражательного действия // Техника и оборудование для села. № 12. 2017. С. 20–23.
21. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Миронов К. Е. Результаты экспериментально-теоретических исследований дробилки зерна ударно-отражательного действия // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы X Междунар. науч.-практ. конф. «Наука – Технология – Ресурсосбережение». Сб. науч. тр., посвящ. 65-летию со дня образов. инж. факультета Вятской ГСХА. 2017. С. 242–248.
22. Савиных П. А., Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Миронов К. Е. Экспериментальная дробилка ударно отражательного действия // Сельский механизатор. 2017. № 3. С. 24–25.
23. Савиных П. А., Миронов К. Е. Дробилка зерна ударно-отражательного действия // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2012. Т. 4. С. 48.
24. Пат. 2558248 Российская Федерация, МПК В02С 9/02. Зерновая дробилка / Савиных П. А., Саитов В. Е., Турубанов Н. В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Нижегородский ГИЭИ. № 2014109792/13. Заявл. 13.03.2014; опубл. 27.07.2015. Бюл. № 21. 6 с.
25. Семин В. А., Семина С. М. Основы получения и обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие. Тула : Изд-во ТулГУ. 2013. 68 с.
26. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Савиных П. А. Разработка дробилки зерна для крестьянских хозяйств и результаты исследований по оптимизации её конструктивно-технологических параметров. Теория, разработка, методика, эксперимент, анализ : монография. Княгинино : НГИЭИ. 2012. 140 с.
27. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент. В 2-х томах. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока. 2008. Т. 1. 640 с.
28. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент. В 2-х томах. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока. 2008. Т. 2. 496 с.
29. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики : учебник для вузов. М. :Интеграл-Пресс, 2006. 608 с.

## DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DETERMINATION METHOD OF THE MOST SUITABLE POSITION FOR CHARGING HOLE IN THE GRAIN CRUSHER OF IMPACT-REJECTED ACTION

**S. Yu. Bulatov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor; **K. E. Mironov**, Senior Lecturer;

**V. N. Nechaev**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor,  
SBEI HE Nizhniy Novgorod State Engineering and Economic University,  
22a, Oktyabrskaya St., Knyaginino, 606340, Russia  
E-mail: [bulatov sergey urevich@mail.ru](mailto:bulatov sergey urevich@mail.ru);

**P. A. Savinykh**, Dr. Tech. Sci., Professor,  
Federal Agrarian Scientific Center of the North-East  
166a, Lenina St., Kirov, 610007, Russia  
E-mail: [peter.savinyh@mail.ru](mailto:peter.savinyh@mail.ru)

### ABSTRACT

In 2012-2018, the process of interaction of grain heap particles with the working parts of crusher was investigated in the laboratories of Nizhniy Novgorod State Engineering and Economic University in order to optimize crusher constructive parameters. Numerical methods were used to construct a mathematical model, as well as a laboratory installation was created to research the process. As a result of experimental and theoretical studies, expressions were obtained to determine the speed and coordinates of grain heap particles in a grinding chamber of the developed grain crusher. The analysis of obtained dependencies allowed us to predict the caryopsis trajectory and to assume the place of its output from a grinding chamber – peripheral or end sieve. The boundary values of coordinates where caryopsis hits the joint of sieve in its input into the grinding chamber were calculated. The conclusion is made about the possibility of a symmetric arrangement of the charging hole in relation to the obtained boundary values, in which the number of caryopsis passing through the peripheral sieve will be equal to the number of caryopsis passing through the end sieve. The result of experimental and theoretical dependences allow predicting the load of peripheral and end sieves and to choose the

optimal position for the charging hole. The developed method established that the most balanced distribution of groat on peripheral and end sieves under crusher operating parameters (angular velocity of rotor  $314 \text{ sec}^{-1}$ , width of beater – 50 mm, angle of beater –  $45^\circ$ ) is observed at a symmetric position of charging hole when  $x = 65 \text{ mm}$  if  $b = 25 \text{ mm}$  and  $x = 73 \text{ mm}$  if  $b = -1 \text{ mm}$ .

*Key words: grain, crusher, rotor beater, movement of a particle, grinding chamber, optimal parameters, position of a charging hole, balanced load of rotor, numerical method.*

#### References

1. Bulatov Sergei, Nechaev Vladimir. Sistema zagruzki i ochistki furazhnogo zerna kombikormovogo agregata (teoriya metodika, eksperiment, analiz) (Feed grain loading and cleaning system (theory, methodology, experiment, analysis)), Saarbrücken, Lap Lambert, 2013, 117 p.
2. Bulatov S. Yu., Mironov K. E., Nechaev V. N. Issledovanie vzaimodeistviya zerna s lopastyami rotora drobilki zakrytogo tipa (Research of interaction of grain with rotor blades of the crusher of the closed type), Vestnik NGIEI, No. 8 (75), Knyaginino, NGIEU, 2017, pp. 26–34.
3. Bulatov S. Yu., Mironov K. E., Nechaev V.N., Savinykh P.A. Provedenie eksperimental'nykh issledovaniy po opredeleniyu vliyaniya konstruktivnykh faktorov na kharakteristiki drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Pilot studies to determine the impact of structural factors on the characteristics of the grain crusher impact actions), Aktual'nye napravleniya razvitiya tekhniki i tekhnologii v Rossii i za rubezhom – realii, vozmozhnosti, perspektivy, Materialy i doklady II Vseros. nauch.-praktich. konf., 2017, pp. 12–24.
4. Bulatov S. Yu., Nechaev V. N et al. Rezul'taty issledovaniy rabocheho protsessa sistemy zagruzki i ochistki furazhnogo zerna malogabaritnogo kombikormovogo agregata : monografiya (Results of researches of working process of system of loading and cleaning of fodder grain of the small-sized formula-feed unit. Monograph), Knyaginino, NGIEI, 2012, 143 p.
5. Gubin V. I., Ostashkov V. N. Statisticheskie metody obrabotki eksperimental'nykh dannykh : ucheb. posobie dlya studentov tekhn. vuzov (Statistical methods of experimental data processing: Proc. manual for students of technical universities), Tyumen', Izd-vo «TyumGNGU», 2007, 202 p.
6. Ivanov Yu. A., Morozov N. M., Tsoi L. M. et al. Strategiya mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya proizvodstva produktii zhivotnovodstva na period do 2020 goda (Strategy matire-and-technological support of production of animal husbandry for the period till 2020), Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk, Ot-delenie mekhanizatsii, elektrifikatsii i avtomatizatsii, Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii i proektno-tekhnologicheskii institut mekhanizatsii zhivotnovodstva (GNU VNIMZh Rossel'khoza-kademii), Podol'sk, 2009, 85 p.
7. Kirsanov M. N. Reshebnik. Teoreticheskaya mekhanika (Theoretical mechanics), Moscow, Fizmatlit, 2008, 475 p.
8. Mironov K. E. Izuchenie faktorov, vliyayushchikh na kharakteristiki zernodroibilki udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Studying of the factors influencing characteristics of a grain crusher of shock-reflective action), Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy, Materialy XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. studentov i molodykh uchenykh, 2013, pp. 47–49.
9. Mironov K. E. Issledovanie sposobov sovershenstvovaniya kachestva izmel'cheniya furazhnogo zerna (Research of ways of perfection of quality of grinding of fodder grain), Problemy i perspektivy razvitiya agrarnoi ekonomiki, Materialy nauch.-prakt. konf. studentov i molodykh uchenykh, 2013, pp. 90–96.
10. Mironov K. E. Issledovanie faktorov, vliyayushchikh na energoemkost' zernodroibilki udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Study of factors affecting the energy consumption of the crusher of shock-reflective action), Pratsi Tavriiskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universitetu, 2013. T. 13, No. 4, pp. 205–209.
11. Mironov K. E. Programma i metodika eksperimental'nykh issledovaniy drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (The program and methodology of experimental research of impact-reflective grain crusher), Nauka, proizvodstvo, obrazovanie: sostoyanie i perspektivy, sb. nauch. tr. po materialam Vseros. nauch.-prakt. konf., 2017, pp. 86–91.
12. Mokhnatkin V. G., Solonshchikov P. N. Teoreticheskoe obosnovanie konstruktivnykh parametrov rabocheho koleasa ustanovki dlya prigotovleniya smesei (The theoretical justification of design parameters of impeller installation for the preparation of mixtures), Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, No. 3, Ul'yanovsk, 2017, pp. 154–158.
13. Mokhnatkin V. G., Filinkov A. S., Solonshchikov P. N. Vybor ratsional'nykh parametrov pitayushchego ustroystva ustanovki dlya prigotovleniya kormovykh smesei (Choice of rational parameters of power supply devices installations for preparation of feed mixtures), Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny, 2015, No. 4, pp. 45–47.
14. Nasledov A. D. Professional'nyi statisticheskii analiz dannykh (Professional statistical analysis of data), Saint-Petersburg, Piter, 2008, 416 p.
15. Nikitin N. N. Kurs teoreticheskoi mekhaniki (The Course of theoretical mechanics), Moscow, Vyssh. shk., 1990, 607 p.
16. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Mironov K. E. Vliyaniye konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya na ee energeticheskie pokazateli (The Impact of structural and technological parameters of grain crusher impact actions on its energy performance), Trudy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Energobespechenie i energosberezhenie v sel'skom khozyaistve», 2014, T. 3, pp. 142–148.
17. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Mironov K. E., Mol'kov A. V. Issledovanie vliyaniya perekrytiya perife-riinogo resheta na proizvoditel'nost' i energoemkost' drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Investigation of the effect of overlapping peri-farinovo sieve on performance and energy consumption grain crusher impact actions), Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustoichivoe razvitie APK, materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustoichivoe razvitie APK», Cheboksary, 20-21 oktyabrya 2015 g., Cheboksary, Chuvashskaya GSKhA, 2015, pp. 653–658.
18. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Mironov K. E., Nechaev V. N. Metodika opredeleniya teoreticheskoi traektorii dvizheniya zernovki v kamere izmel'cheniya drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (The method of determining a theoretical trajectory of the grains in the grinding chamber of grain crusher impact activity), Vestnik NGIEI, No. 11 (78), Knyaginino, NGIEU, 2017, pp. 58–68.

19. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Mironov K. E. Optimizatsiya konstruktivno-tehnologicheskikh parametrov drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Optimization of constructive-technological parameters of grain crusher impact action), Nauchno-tehnicheskii progress v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve, Materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Nauchno-tehnicheskii progress v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve», Minsk, 22-23 oktyabrya 2014 g., v 3 t., Minsk, Respublikanskoe unitarnoe predpriyatie «Nauchno-prakticheskii tsentr Natsional'noi akademii nauk Belarusi po mekhanizatsii sel'skogo khozyaistva», 2014, pp. 67–73.
20. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Nechaev V. N., Mironov K. E. Optimizatsiya rabocheho protsessa drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Optimization of working process grain crusher impact action), Tekhnika i oborudovanie dlya sela, No. 12, 2017, pp. 20–23.
21. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Nechaev V. N., Mironov K. E. Rezul'taty eksperimental'no-teoreticheskikh issledovaniy drobilki zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (The results of experimental and theoretical studies of grain crusher impact actions), Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelei sel'skokhozyaistvennoi energetiki, Materialy X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauka – Tekhnologiya – Resursosberezhenie», Sb. nauch. tr., posvyashch. 65-letiyu so dnya obrazov. inzh. fakul'teta Vyatskoi GSKhA, 2017, pp. 242–248.
22. Savinykh P. A., Bulatov S. Yu., Nechaev V. N., Mironov K. E. Eksperimental'naya drobilka udarno otzhatel'nogo deistviya (Pilot crusher percussion reflective of the action), Sel'skii mekhanizator, 2017, No. 3, pp. 24–25.
23. Savinykh P. A., Mironov K. E. Drobilka zerna udarno-otrazhatel'nogo deistviya (Grinder grain impact actions), Naukovii visnik Tavriiskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universitetu, 2012, T. 4, p. 48.
24. Savinykh P. A., Saitov V. E., Turubanov N. V. et al. Pat. 2558248 Rossiiskaya Federatsiya, MPK B02C 9/02, Zernovaya drobilka (The grain crusher), zayavitel' i patentoobladatel' Nizhegorodskii GIEI, No. 2014109792/13, Zayavl. 13.03.2014, opubl. 27.07.2015, Byul. No. 21, 6 p.
25. Semin V. A., Semina S. M. Osnovy polucheniya i obrabotki eksperimental'nykh dannykh : uchebno-metodicheskoe posobie (Fundamentals of obtaining and processing experimental data: a teaching manual), Tula, Izd-vo TulGU, 2013, 68 p.
26. Bulatov S. Yu., Nechaev V. N., Savinykh P. A. Razrabotka drobilki zerna dlya krest'yanskikh khozyaistv i rezul'taty issledovaniy po optimizatsii ee konstruktivno-tehnologicheskikh parametrov. Teoriya, razrabotka, metodika, eksperiment, analiz (Development of grain crusher for farms and the results of research to optimize its structural and technological parameters. Theory, development, methodology, experiment, analysis), monografiya, Knyaginino, NGIEI, 2012, 140 p.
27. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Machine for preparing of feed. Theory, development, experiment), V 2-kh tomakh, Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2008, T. 1, 640 p.
28. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Machine for preparing of feed. Theory, development, experiment), V 2-kh tomakh, Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2008, T. 2, 496 p.
29. Yablonskii A. A., Nikiforova V. M. Kurs teoreticheskoi mekhaniki : uchebnik dlya vuzov (Course of theoretical mechanics : Textbook for universities), Moscow, Integral-Press, 2006, 608 p.

УДК 631.362

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАСТРОЙКИ ВИБРОПНЕВМОСЕПАРАТОРА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ ПШЕНИЦЫ ОТ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ

**В. Д. Галкин**, д-р техн. наук, профессор;  
**А. А. Хавыев**, канд. техн. наук; **В. А. Хандриков**, канд. техн. наук;  
**К. А. Грубов**, **С. В. Галкин**, **А. Ф. Федосеев** – инженеры,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Героев Хасана, 113, г. Пермь, Россия, 614025  
E-mail: [engineer@pgsha.ru](mailto:engineer@pgsha.ru)

*Аннотация.* Исследования проведены на экспериментальной установке на кафедре сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Для разработки методики настройки вибропневмосепаратора на очистке семян пшеницы от члеников редьки дикой реализован двухфакторный трехуровневый план. Исследования проведены с использованием семян пшеницы сорта Иргина кондиционной влажности. В качестве факторов при удельной нагрузке  $2,9 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$  приняты: частота колебаний деки и продольный угол ее наклона при амплитуде колебаний деки  $0,015 \text{ м}$ ; угле установки стенки деки  $\alpha = 24$  градуса; угле направленности

колебаний  $\varepsilon = 30$  градусов. В качестве комплексного показателя качества работы машины использовали полноту выделения примесей при потерях семян в отходы 10%, которую рассчитывали по методике ВИМ. Для разработки методики настройки вибропневмосепаратора при очистке семян пшеницы от овсюга проведены опыты на семенах пшеницы сорта Иргина. Исследования проведены на частотах колебаний 410,430,450,470 мин<sup>-1</sup>, которые изменяли частотным регулятором. Скорость воздушного потока в процессе опытов устанавливали такой, чтобы материал, находящийся на деке, был доведен до состояния «кипения», при этом не допускали образования фонтанов. При поперечном угле наклона деки, равном 0, продольный угол наклона установлен на основе предварительных опытов под углом 5 градусов. В качестве показателей качества очистки семян были выбраны полнота выделения овсюга и потери семян в отходы. С использованием результатов исследований разработана методика настройки вибропневмосепаратора усовершенствованной конструкции в виде двух номограмм, позволяющих произвести предварительную подготовку его для очистки семян пшеницы категорий ОС и ЭС от члеников редьки дикой и овсюга с обеспечением полноты выделения примесей до 96-98%.

*Ключевые слова:* вибропневмосепаратор, параметры, режимы, номограммы.

**Введение.** Задача подготовки семян сельскохозяйственных культур предполагает применение ресурсо-энергосберегающих технологий их очистки, основную операцию в которых выполняет машина, разделяющая семенной материал в вибропневооживленном слое [1]. Н. А. Майсуриан [2] в работе доказал, что более плотные семена имеют и более высокие посевные качества и дают прибавку урожая до 5 ц/га. Н. Г. Гладков [3] отмечает, что очистка в вибропневооживленном слое может повысить всхожесть одной из фракций семян на 7-11%, а посев такими семенами дает прибавку урожая до 15-20%. В. М. Дринча и И. Б. Борисенко [4] отмечают, что применение для посева семян с высокой всхожестью приведет к снижению норм высева до 170-180 кг/га и увеличению урожайности. Разработкой и совершенствованием вибропневмосепараторов занимались многие исследователи [5, 6, 7, 8]. Однако преимущества этих машин при подготовке семян до настоящего времени используются не в полной мере. Одной из причин этого является то, что вибропневмосепараторы являются сложными машинами, настройка которых должна осуществляться по специальным методикам, в том числе с использованием номограмм. Поэтому задача совершенствования методики настройки используемых и вновь разрабатываемых машин является важной и актуальной.

*Цель исследований:* разработка методики настройки усовершенствованного вибропневмосепаратора на заданные условия работы.

**Методика.** Исследования проведены с использованием методики планирования многофакторного эксперимента с последующим построением номограмм для настройки вибропневмосепаратора на заданные условия работы. Технологический процесс работы вибропневмосепаратора [9,10] (рис. 1), разработанного на кафедре сельскохозяйственных машин и оборудования ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, осуществляется следующим образом.

Зерновая смесь поступает на поверхность деки равномерным слоем, где она подвергается воздействию вибрации и воздушного потока. После расслоения зерновой материал в процессе движения взаимодействует со стенкой, установленной под углом к направлению движения. В поперечном сечении зернового слоя возникает наклон, способствующий примесям, находящимся в верхней части, после расслоения, направляться к противоположной стенке деки и двигаться вдоль нее. Вдоль приемка фракций происходит распределение семян и примесей. Для разработки методики настройки вибропневмосепаратора при производительности до 2500 кг/ч на очистке семян пшеницы от члеников редьки дикой, реализован двухфакторный трехуровневый эксперимент.

Условия проведения опытов: основная культура – пшеница сорта Иргина кондиционной влажности со средним значением объемной массы 740 кг/м<sup>3</sup>; примеси – членики редьки дикой со средним значением объемной массы 430 кг/м<sup>3</sup>; среднее значение засоренности члениками редьки дикой – 100 шт/кг.



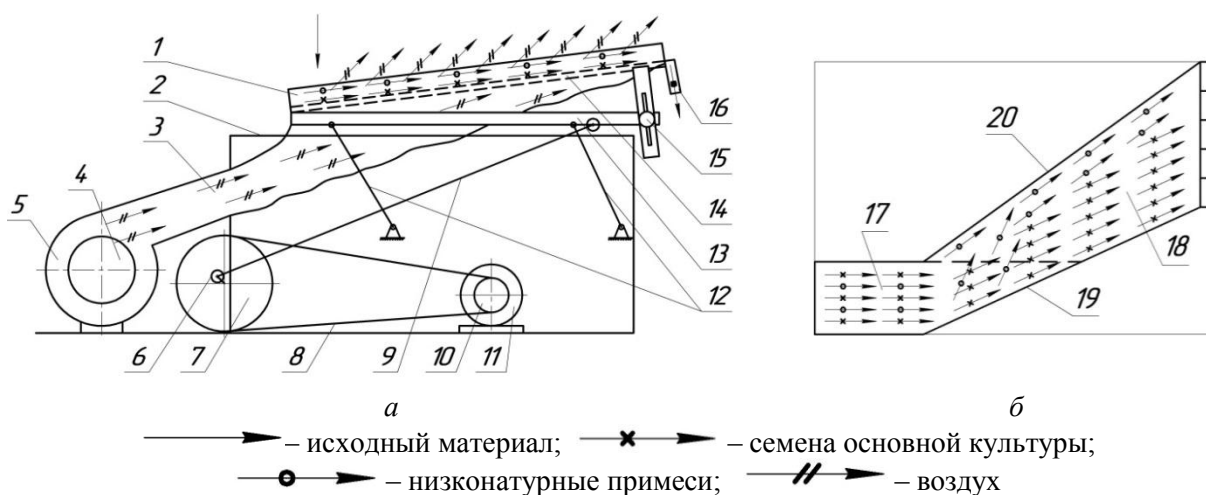


Рис. 1. Схема вибропневмосепаратора:

а) — общее устройство: 1 — дека; 2 — рама; 3 — воздуховод; 4 — заслонка; 5 — вентилятор; 6 — эксцентрик; 7, 10 — шкив; 8 — ремень; 9 — шатун; 11 — электродвигатель; 12 — подвеска; 13 — рамка; 14 — воздуховывравнивающая поверхность; 15 — механизм регулирования продольного угла наклона деки; 16 — приемники фракций; б) — технологическая схема деки, вид сверху: 17 — зона предварительного расслоения; 18 — зона транспортирования; 19 и 20 — стенки деки

В качестве факторов при удельной нагрузке  $2,9 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$  приняты: частота колебаний деки, продольный угол наклона деки. Остальные регулируемые параметры в ходе опытов оставались неизменными и были установлены на следующих уровнях: амплитуда колебаний деки  $A = 0,015 \text{ м}$ ; угол установки стенки деки  $\alpha = 24$  градуса; угол направленности колебаний  $\varepsilon = 30$  градусов.

При разработке методики настройки вибропневмосепаратора при очистке семян пшеницы от овсюга при производительности  $1000 \text{ кг/ч}$  проведены опыты на семенах пшеницы сорта Иргина со средним значением объемной массы  $0,736 \text{ кг/дм}^3$ , а семян овсюга —  $0,545 \text{ кг/дм}^3$  при среднем значении засоренности им  $117 \text{ шт/кг}$ .

Исследования проведены на частотах колебаний  $410, 430, 450, 470 \text{ мин}^{-1}$ , которые изменяли частотным регулятором. Скорость воздушного потока в процессе опытов устанавливали такой, чтобы материал, находящийся на деке был доведен до состояния «кипения», при этом не допускали образования фонтанов. При поперечном угле наклона деки, равном 0, продольный угол наклона установлен на основе предварительных опытов — 5 градусов. Показателями качества очистки семян были выбраны степень выделения овсюга и потери семян в отходы. В процессе каждого опыта, проводимо-

го в 3-кратной повторности, осуществляли отбор каждой фракции специальным пробоотборником. Затем их взвешивали на весах с точностью до 1 г и производили разборку первых трех фракций на засоренность.

Оценками эффективности процесса разделения служили: полнота выделения примесей и потери семян в фуражные отходы. В качестве комплексного показателя использовали полноту выделения примесей при потерях семян в отходы 10%, которую рассчитывали по методике ВИМ [11].

**Результаты.** Задачу решали с использованием двухфакторного эксперимента по трехуровневому плану. Результаты опытов приведены в таблице.

Для полноты выделения члеников редьки дикой получено уравнение:

$$Y_1 = 98,1111 + 1,5 \cdot X_1 - 0,6667 \cdot X_2 - 2,1667 \cdot X_1^2 + 2,25 \cdot X_1 \cdot X_2 - 3,6667 \cdot X_2^2. \quad (1)$$

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$E_{10} = -1022,32 - 13,375 \cdot \beta + 4,23426 \cdot n - 0,541667 \cdot \beta^2 + 0,0375 \cdot \beta \cdot n - 0,00407407 \cdot n^2 \quad (2)$$

при  $R^2 = 98,83\%$ ,

где  $E_{10}$ ,  $Y_1$  — полнота выделения примесей при потерях семян в фуражные отходы 10 %, %;

$\beta$ ,  $X_1$  — угол продольного наклона деки, град;

$n$ ,  $X_2$  — частота колебаний деки,  $\text{мин}^{-1}$ .

Результаты экспериментов

№ опыта	Факторы		полнота выделения члеников редьки дикой при 10%-ых потерях, %	выход семян элиты, %	полнота выделения члеников редьки дикой, %
	продольный угол наклона деки, град	частота колебаний деки, мин <sup>-1</sup>			
1	4	520	94	79,57	96
2	4	550	94	87,27	97
3	4	580	88	64,16	99
4	6	520	95	89,95	96
5	6	550	98	92,44	98
6	6	580	94	80,72	99
7	8	520	92	80,47	96
8	8	550	98	85,33	99
9	8	580	95	87,44	97

Значения критериев Стьюдента относительно табличного значения  $t = 3,28$ , определяющие значимость коэффициентов регрессии для уравнения (2), представлены на рисунке 2.

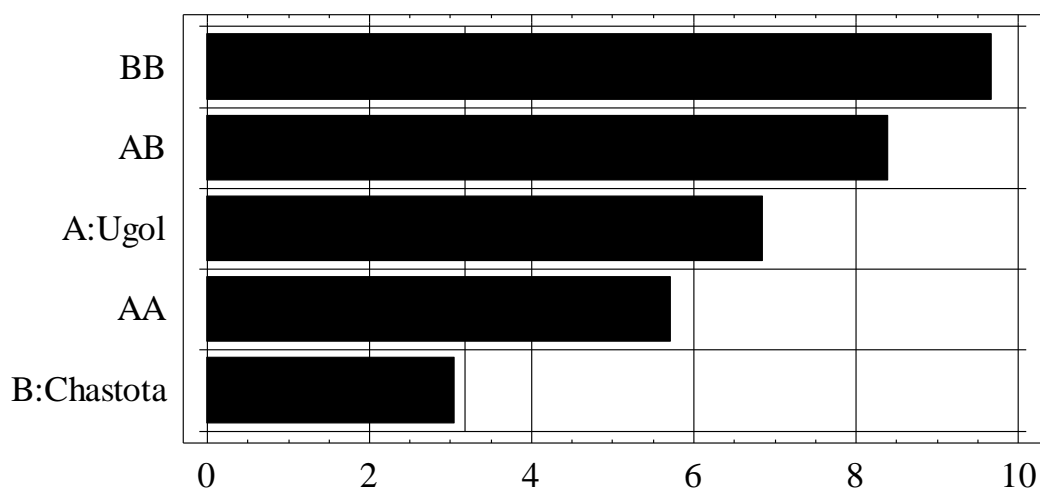


Рис. 2. Значения  $t$  – критерия коэффициентов регрессии моделей для полноты выделения члеников редьки дикой при 10%-ных потерях

Из графиков на рисунке 2 следует, что некоторые коэффициенты регрессии оказались незначимыми.

На рисунках 3 и 4 результаты эксперимента представлены в виде двумерного сечения и поверхности отклика.

Для проверки полученных значений параметров, с помощью программы MathCAD 14 модель (2) исследована на условный экстремум при соблюдении ограничительных условий. Результаты решения приведены в виде матриц:

$$P = \begin{pmatrix} 6,711^\circ \\ 550,547 \text{ мин}^{-1} \end{pmatrix}$$

$$E(P_0, P_1) = 98,377 \%$$

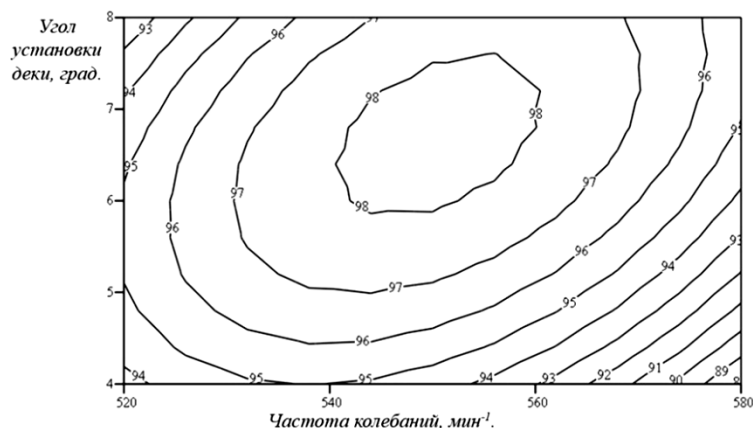


Рис. 3. Двумерное сечение полноты выделения примесей относительно угла продольного наклона деки  $\beta$  и частоты колебаний деки  $n$

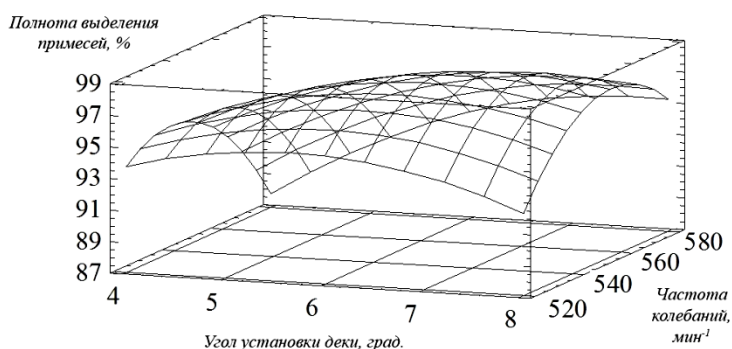


Рис. 4. Поверхность отклика модели полноты выделения членков редьки дикой

Для вибропневмосепаратора могут быть рекомендованы следующие параметры и режимы при удельной нагрузке  $2,9 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ : угол продольного наклона деки  $\beta = 6 \dots 7^\circ$ , частота колебаний  $n = 540 \dots 560 \text{ мин}^{-1}$  при угле направленности колебаний  $\varepsilon = 30^\circ$  и амплитуде колебаний  $A = 0,015 \text{ м}$ .

На основе опытов разработана номограмма для настройки вибропневмосепаратора при очистке пшеницы от членков редьки дикой (рис. 5).

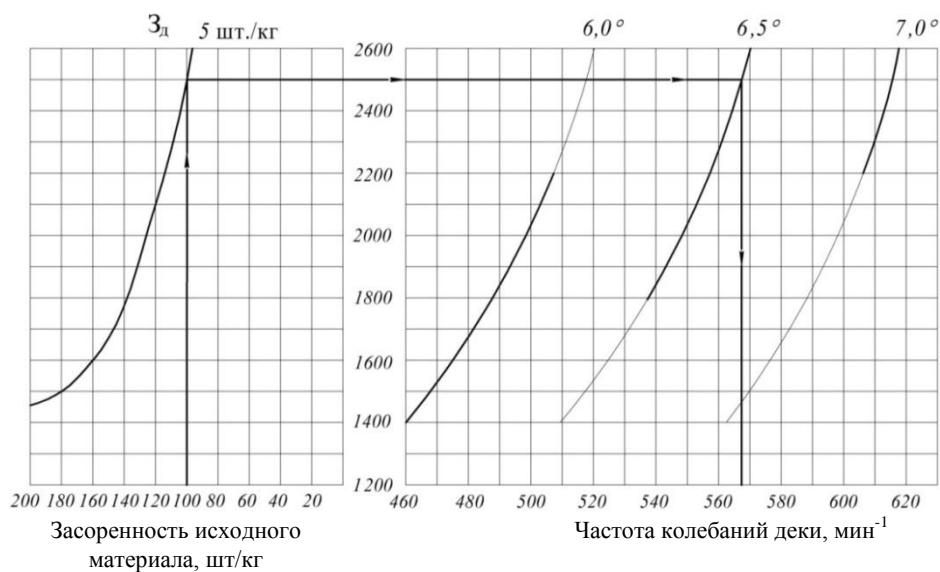


Рис. 5. Номограмма настройки вибропневмосепаратора на очистке семян пшеницы от членков редьки дикой при производительности  $1400 \dots 2600 \text{ кг/ч}$

После обработки опытов по отделению семян овсюга из пшеницы, расчетом получены оценки показателей качества очистки, определена частота колебаний деки 430-450 1/мин. при амплитуде 0,015 м, попереч-

ном и продольном углах наклона деки 0 и 5 градусов, которые положены в основу разработки номограммы для настройки вибропневмосепаратора (рис. 6).

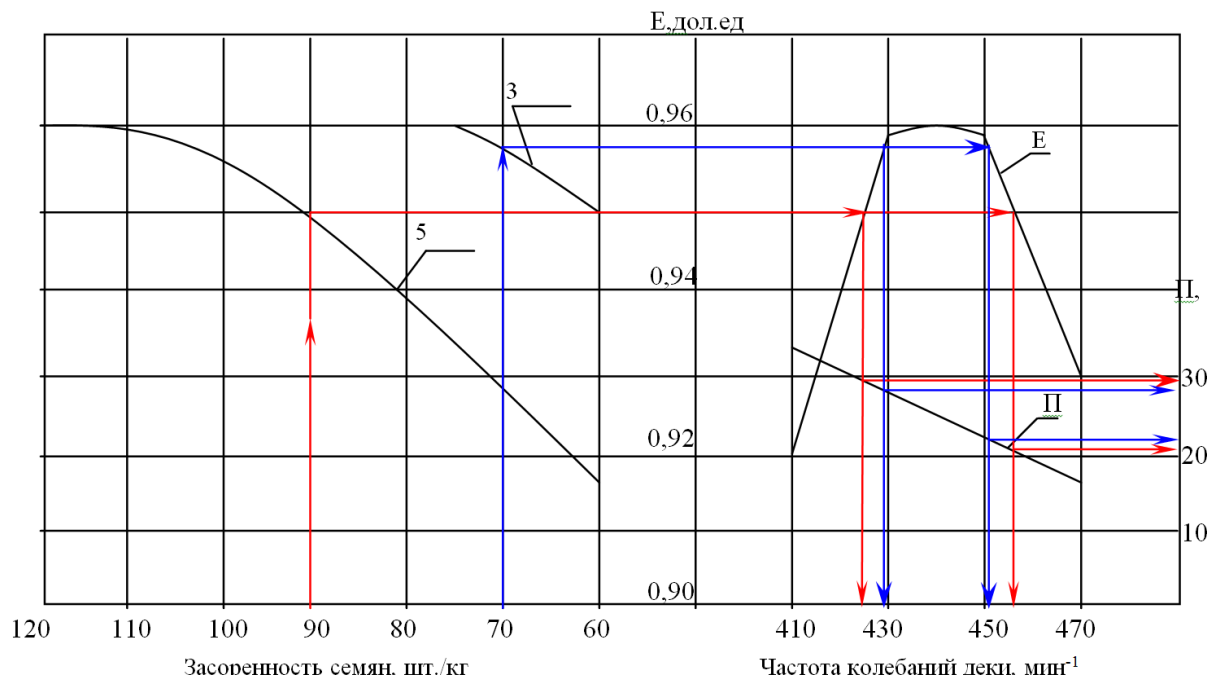


Рис. 6. Номограмма для настройки вибропневмосепаратора при очистке семян пшеницы от овсюга

Эффективность применения вибропневмосепараторов можно повысить при их работе в линиях фракционной очистки семян [12]. Результаты сравнительных исследований использования вибропневмосепараторов в поточных линиях, реализующих фракционную и

поточную технологии очистки семян в зависимости от засоренности зернового материала, подаваемого в воздушно-решетную машину, разделяющую зерновой материал на две фракции в виброожиженном слое, представлены на рисунке 7.

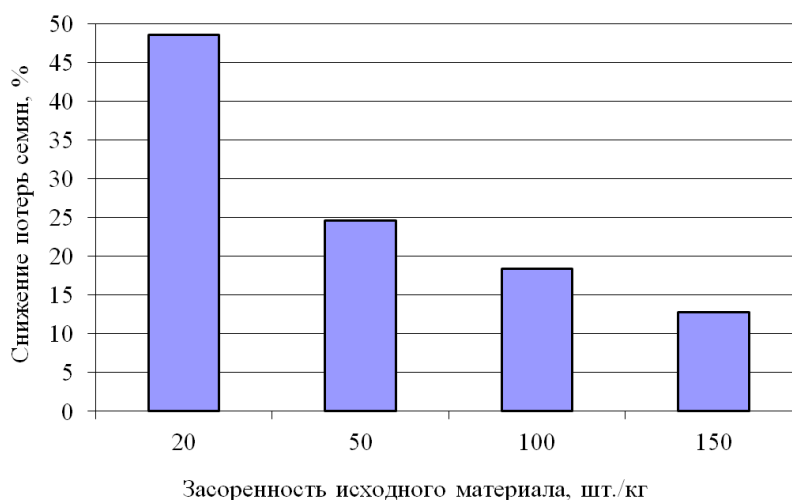


Рис. 7. Снижение потерь полноценных семян при использовании вибропневмосепаратора по фракционной технологии по сравнению с прямоточной

При засоренности материала, поступающего в воздушно-решетную машину низконатурными примесями до 20 шт/кг, можно получить 40-48 % семян, соответствующих требованиям к семенам категории ЭС по содержанию поштучно-учитываемых примесей без обработки на вибропневмосепараторе. При этом снижение потерь полноценных семян в фуражные отходы составляет 48,5 %. При засоренности материала низконатурными примесями от 50 до 150 шт/кг использование вибропневмосепаратора по фракционной технологии очистки позволяет сократить потери семян в отходы, по сравнению с прямоточной технологией, от 12,8 % до 24,5 %.

Настройку вибропневмосепаратора при очистке семян пшеницы от члеников редьки дикой проводят согласно следующей методике с использованием номограммы (рис. 5).

В зависимости от засоренности семенного материала, поступающего на вибропневмосепаратор, устанавливают подачу зернового потока (как правило, не более 2,5 т/ч) и продольный угол наклона деки, который обеспечивает движение легких частиц материала, всплывших на поверхность слоя, в поперечном направлении. Поэтому, чем больше угол продольного наклона деки, тем интенсивнее происходит скатывание семян и примесей к выходу легкой фракции. Перед началом работы этот угол наклона деки устанавливают в пределах 6-7°. При очистке семян зерновых культур толщина слоя в зоне расслоения должна быть 35...45 мм.

Устанавливают заслонку регулятора воздушного потока в положении минимального расхода воздуха, включают пневмосистему.

Устанавливают частоту колебаний деки 560-580 мин<sup>-1</sup>.

Осуществляют подачу материала на рабочую поверхность и наблюдают за его движением до момента достижения материалом разгрузочной кромки (выходов фракций).

Далее необходимо увеличивать скорость воздушного потока. При этом зерновой слой должен «кипеть», но без образования «фонтанов». При их возникновении скорость воздушного потока следует уменьшить.

Регулируют частоту колебаний деки. Рациональной считают такую частоту, при которой зерновой слой на деке движется равномерно.

После оценки засоренности фракций, сходящих из секций приемника, производят установку его заслонок.

Настройку вибропневмосепаратора при очистке семян пшеницы от овсюга проводят аналогично с использованием номограммы (рис. 6), однако производительность не должна превышать 1 т/ч. При прочих равных условиях номограмма позволяет выбрать частоту колебаний деки, при которой можно получить засоренность семян, не превышающую требований при максимальном их выходе.

**Вывод.** С использованием результатов экспериментальных исследований разработана методика настройки вибропневмосепаратора с усовершенствованной декой в виде двух номограмм, позволяющих произвести предварительную подготовку его для очистки семян пшеницы категорий ОС и ЭС от члеников редьки дикой и овсюга с обеспечением полноты выделения примесей до 96-98%.

#### Литература

1. Майсурян Н. А. Биологические основы сортирования семян по удельному весу / Тр. ТСХА. М. : ТСХА, 1947. Вып. 3. С. 12-20 с.
2. Гладков Н.Г. Зерноочистительные машины. Конструкция, расчет, проектирование и эксплуатация. Изд. 2-е перер. и доп. М. : Машгиз, 1961. 246 с.
3. Дринча В. М., Борисенко И. Б. Применение и функциональные возможности пневмосортировальных столов // Научно-практический журнал НВ НИИСХ. 2008. №2 (83). С. 33-35.
4. Дринча В. М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж : НПО «МОДЕК», 2006. 384 с.
5. Поздняков В. М., Зеленко С. А. Экспериментальные исследования влияния скорости воздушного потока на эффективность сортирования зернового материала в установках вибропневматического принципа действия // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Материалы Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 23-24 октября 2014 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол.: И. Н Шило [и др.]. Минск : БГАТУ, 2014. С. 208-210.
6. Vladimir Pozdnyakov, Sergei Zelenko (2013), The mathematical description of grain weight with gravity separator s constructive elements, Ukrainian Food Journal, 2(2), pp. 221-229.
7. Marian Panasiewicz, Pawel Sobczak, Jacek Mazur, Kazimierz Zawislak, Dariusz Andrejko (2012), The technique and anal of the process of separation and cleaning grain materials, Journal of Food Engineering, 109 (3), pp. 603-608.
8. 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.

9. Пат. 2551086, Российская Федерация, МПК А01F. Вибропневмосепаратор / В. Д. Галкин, И. Ю. Козловский; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Пермская ГСХА. № 2013108661/13; заявл. 26.02.2013; опубл. 20.05.2015, Бюл.№14. 4 с.

10. Галкин В. Д. Исследование процессов движения и разделения компонентов семенной смеси в вибропневмо-оживленном слое / В. Д. Галкин, А. А. Хавыев, В. А. Хандриков [и др.] //Пермский аграрный вестник. 2013. №3 (3). С. 20–23.

11. 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.

12. Пат. 2340410, Российская Федерация, МПК В07В 9/00, А01F 12/44. Способ разделения зерновых смесей / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин, А. А. Хавыев, С. Е. Басалгин, В. А. Хандриков, В. П. Соловьев, К. А. Грубов, С. В. Галкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Пермская ГСХА. № 2006143511/03; заявл. 07.12.2006; опубл. 10.12.2008, Бюл.№34. 4 с.

## DEVELOPMENT OF ADJUSTMENT METHOD FOR VIBRO-PNEUMATIC SEPARATOR WITH AN IMPROVED DESIGN BY THE WHEAT PURIFICATION FROM HARD-SEPARABLE IMPURITIES

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

**A. A. Khavyev**, Cand. Tech. Sci.;

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

**K. A. Grubov, S. V. Galkin, A. F. Fedoseev** – Engineers,  
FSBEI HE Perm SATU

113 Geroev Khasana St., Perm 614025 Russia

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

### ABSTRACT

The research was carried out on the experimental installation at the Department of Farm Machines and Equipment of FSBEI HE Perm SATU. Three-level design of two factors was implemented for the development of adjustment method for vibro-pneumatic separator by the wheat seed purification from wild radish fragments. Wheat seeds of the Irgina variety with normal amount of moisture were chosen for the research. At specific loading equal to  $2.9 \text{ kg/sec} \cdot \text{m}^2$ , the following experimental factors were accepted: frequency of deck vibrations and longitudinal deck tilt at vibration amplitude equal to 0.015 m, installation angle of deck  $\alpha = 24^\circ$ , directional angle of vibrations  $\varepsilon = 30^\circ$ . The density of impurities output while seed loss into waste comprises 10% was used as a composite indicator of machine exploitation quality. Experiments on wheat seeds of the Irgina variety were conducted for the development of adjustment method for vibro-pneumatic separator by the purification of wheat seeds from wild oat. The experiments were carried out on the frequency of vibrations equal to 410,430,450,470  $\text{min}^{-1}$  which was changed by frequency controller. In the process of research, velocity of wind flow was set up that way when the material on deck is getting boil without blowing out. At transversal deck tilt equal to 0, the longitudinal deck was set up at the angle of  $5^\circ$  on the basis of prior experiments. The density of wild oat output and seed loss into waste were chosen as a composite indicator of machine exploitation quality. Being based on the research results, the adjustment method for vibro-pneumatic separator with an improved design was developed as two nomograms which allow preparing separator for the purification of wheat seeds of elite and original categories from fragments of wild radish and oat with the density of impurities output up to 96-98%.

*Key words: vibro-pneumatic separator, parameters, mode, nomograms.*

### References

1. Maisuryan N. A. Biologicheskie osnovy sortirovaniya semyan po udel'nomu vesu (The Biological Fundamentals of Seed Separation on Unit Weight), Tr. TSKhA, Moscow, TSKhA, 1947, Vyp. 3, pp. 12–20.
2. Gladkov N.G. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstruktsiya, raschet, proektirovanie i ekspluatatsiya (Seed Separating Machines. Design, Estimation, Exploitation), Izd. 2-e perer. i dop., Moscow, Mashgiz, 1961, 246 p.
3. Drincha V. M., Borisenko I. B. Primenenie i funktsional'nye vozmozhnosti pnevmosortiroval'nykh stolov (Applying and Functional Possibilities of pneumatic separating Tables), Nauchno-prakticheskii zhurnal NV NIISKh, No.2 (83), 2008, pp. 33–35.

4. Drincha V. M. Issledovanie separatsii semyan i razrabotka mashinnykh tekhnologii ikh podgotovki (Seed Separation Research and Working out the Machine Technologies for their Preparing), Voronezh, NPO «MODEK», 2006, 384 p.
5. Pozdnyakov V. M., Zelenko S. A. Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya skorosti vozdushnogo potoka na effektivnost' sortirovaniya zernovogo materiala v ustanovkakh vibropnevmaticheskogo printsipa deistviya (The Experimental Research on the Influence of Velocity of air Streaming on the Efficiency of Separating Grain Matter at the Installations of Vibro-pneumatic Principle of Performance), Tekhnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologii v sel'skom khozyaistve, Materialy Mezhdunar. nauch.-praktich. konf., Minsk, 23-24 oktyabrya 2014 g., V 2 ch. Ch. 1, redkol.: I. N Shilo [i dr.], Minsk, BGATU, 2014, pp. 208–210.
6. Vladimir Pozdnyakov, Sergei Zelenko (2013), The mathematical description of grain weight with gravity separator s constructive elements, Ukrainian Food Journal, 2(2), pp. 221-229.
7. Marian Panasiewicz, Pawel Sobczak, Jacek Mazur, Kazimitr Zawislak, Dariusz Andrejko (2012), The technique and analy of the process of separation and cleaning grain materials, Journal of Food Engineering, 109 (3), pp. 603–608.
8. Tarasenko A. P., Orobinskii V. I., Mironenko D. N. Kachestvo ochistki semyan na pneumosortiroval'nykh stolakh (The Seed Cleaning Quality at Pneumo-separating Tables), Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva, 2009, No. 3, S. 10–11.
9. Galkin V. D., Kozlovskii I. Yu. Pat. 2551086, Rossiiskaya Federatsiya, MPK A01F. Vibropnevmoseparator (Vibro-pneumatic separator), zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Permskaya GSKhA, No. 2013108661/13, zayavl. 26.02.2013, opubl. 20.05.2015, Byul. No. 14, 4 p.
10. Galkin V. D., Khavyev A. A., Khandrikov V. A., Grubov K. A., Mengaliev I. P., Kilin K. S., Kozlovskii I. Yu. Issledovanie protsessov dvizheniya i razdeleniya komponentov semЕННОЙ смеси v vibropnevmozhizhennom sloe (A Research on the Processes of Movement and Separation of the Components of Seed Mixture at vibropneumatiquid Layout), Permskii agrarnyi vestnik, 2013, No.3 (3), pp. 20–23.
11. Ul'rikh N. N., Kosmovskii Yu. A. K metodike otsenki razdeleniya zernovogo materiala pri sravnitel'nykh ispytaniyakh mashin (To the Problem of Methods of Estimating the Separation of Grain Matter at the Machine Comparative Tests), Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VIM, Moscow, 1975, Vyp. 25, pp 32–35.
12. Galkin V. D., Galkin A. D., Khavyev A. A., Basalgin S. E., Khandrikov V. A., Solov'ev V. P., Grubov K. A., Gal-kin S. V. Pat. 2340410, Rossiiskaya Federatsiya, MPK V07V 9/00, A01F 12/44. Sposob razdeleniya zernovykh smesei (The Technology of Separating of Grain Mixtures), zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Permskaya GSKhA, No. 2006143511/03, zayavl. 07.12.2006, opubl. 10.12.2008, Byul. No.34, 4 p.

УДК 631.351

## ПАРАМЕТРЫ ПРИВОДА ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ДЕРНИННОЙ СЕЯЛКИ СДК-2,8 ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ПОЛОСНОГО ПОСЕВА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

**Р. Ф. Курбанов**, д-р техн. наук, профессор; **А. В. Созонтов**, канд. техн. наук;

**Р. М. Горбунов**, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

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

**В. Ю. Мокиев**, канд. техн. наук,

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

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

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

*Аннотация.* Исследовали работу привода высевающих аппаратов дернинной сеялки СДК-2,8 при создании последовательно-чередующихся участков клевера и люцерны рогатого с целью определения конструктивно-технологических параметров. Для этого был реализован трехуровневый план эксперимента Бокса-Бенкина второго порядка для трех факторов. В качестве критериев оптимизации приняты валовый выход (валовый сбор) сена с улучшенного травостоя  $Q$ , т ( $Y_1$ ), а также соотношение длин чередующихся участков  $L_{\text{люц.}}/L_{\text{кл.}}$  ( $Y_2$ ). В качестве факторов

выбраны: частота вращения диска с контактными секторами  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$  ( $x_1$ ), угол контактного сектора  $\alpha$ , град ( $x_2$ ), норма высева семян трав  $N_{\text{сем}}$ , кг/га ( $x_3$ ). Нормы высева семян лядвенца рогатого и клевера лугового обеспечивали отдельной регулировкой высевающих аппаратов. Экспериментальными исследованиями установлено, что при посеве клевера лугового и лядвенца рогатого в последовательно-чередующиеся участки оптимальное значение соотношения длин участков в обрабатываемой полосе  $L_{\text{ляд}}/L_{\text{кл}}$ , при котором достигается ежегодный стабильный валовый сбор сена, равно 2,1. Величина угла контактного сектора и частота вращения диска, на котором расположен этот сектор, для оптимальных условий работы равны  $240^\circ$  и  $0,61 \text{ мин}^{-1}$  соответственно. Использование полосного посева клевера лугового и лядвенца рогатого в последовательно-чередующиеся участки позволяет получать стабильный ежегодный валовый сбор сена, а период производственного использования улучшенного травостоя составит 8-10 лет.

*Ключевые слова:* производственное использование, полосной посев, последовательно-чередующиеся участки, многолетние травы, сеялка дернинная, высевающие аппараты, диск с контактными секторами, угол контактного сектора.

**Введение.** Многолетние наблюдения за улучшенными травостоями и исследования их урожайности показали высокую надежность и эффективность прямого полосного посева многолетних бобовых и бобово-злаковых трав в луговую дернину. Для получения стабильных урожаев трав необходимо использовать их видовое разнообразие. Это позволит получить травостой с большим по продолжительности периодом производственного использования со стабильной, высокой урожайностью. Результаты исследований по изучению длительности производственного использования клевера лугового и лядвенца рогатого в травостое показали, что период производственного использования клевера составляет 3 года,

а лядвенца рогатого – от 8 до 10 лет. При этом необходимо уточнить, что наиболее высокая урожайность клевера наблюдается в первые 2 года производственного использования, а лядвенец рогатый начинает развиваться со 2...3 года. Высев этих культур в виде смеси не дает желаемого эффекта, так как клевер оказывает влияние на развитие лядвенца рогатого, особенно в первые 2 года производственного использования [1-5].

Объединение прямого полосного посева этих двух культур с созданием последовательно-чередующихся участков позволяет получить травостой с длительным периодом производственного использования (рис. 1).

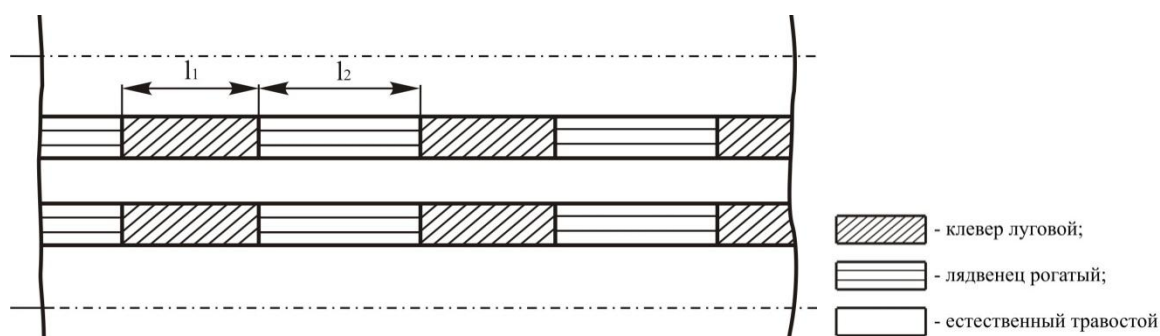


Рис. 1. Схема многокомпонентного полосного посева многолетних трав:  
 $l_1$  – длина участка, засеваемого клевером луговым;  $l_2$  – длина участка, засеваемого лядвенцем рогатым

Посев клевера лугового и лядвенца рогатого по схеме многокомпонентного полосного посева (рис. 1) позволит получить высокую урожайность травостоя уже с первого года его использования за счет клевера, далее, по истечении 3 лет, она восполнится лядвенцем рогатым. При этом необходимо иметь в виду, что величина средней урожай-

ности улучшенного травостоя будет выше, нежели средние значения этих культур при высевах по отдельности [6-9].

Целью исследования является определение конструктивно-технологических параметров привода высевающих аппаратов дернинной сеялки, при создании последовательно-чередующихся участков клевера и лядвенца



рогатого для увеличения периода производственного использования естественного травостоя.

Для осуществления технологического процесса высева семян по схеме, изображенной на рисунке 1, модернизирован механизм привода высевающих аппаратов дернинной сеялки СДК-2,8 [10-13].

Механизм привода высевающих аппаратов является электрическим (рис. 2) и включает в себя индукционную катушку 2, работающую от аккумуляторной батареи, рычаг 5, разрывную подвижную муфту 4, две зубчатые полумуфты 3 и 6, которые жестко закреплены

на звездочках 1, 7 приводов валов высевающих аппаратов. Все звездочки, муфты и полумуфты закреплены на валу редуктора 8, связанного цепной передачей с опорно-приводным колесом.

Механизм управления валами высевающих аппаратов, изображенный на рисунке 3, состоит из опорно-приводного колеса 1, закрепленного на раме сеялки, цепной передачи 2, связывающей колесо 1 и звездочку 3, а также приводного вала 4, на котором установлены диск 5 и звездочка 3, при этом на диске 5 закреплен контактный сектор, который взаимодействует с контактным рычагом 6.



Рис. 2. Общий вид механизма привода высевающих аппаратов:

1,7 – звездочки привода валов высевающих аппаратов; 2 – индукционная катушка;  
3,6 – зубчатые полумуфты; 4 – разрывная муфта; 5 – рычаг; 8 – редуктор

Изменение конструктивных параметров контактного сектора (длина сектора) проводили путем перестановки сменных контактных секторов различной длины.



Рис. 3. Общий вид механизма управления валами высевающих аппаратов:

1 – опорно-приводное колесо; 2 – цепная передача; 3 – сменная звездочка; 4 – приводной вал;  
5 – диск с контактным сектором; 6 – контактный рычаг

На дернинной сеялке изучено влияние конструктивно-технологических параметров привода на процесс высева семян многолетних трав. Время высева одной из культур, а также длины чередующихся участков полос ( $l_1, l_2$ ) изменяли величиной угла контактного сектора.

**Методика.** Для определения параметров привода высевальных аппаратов дернинной сеялки СДК-2,8 был реализован трехуровневый план эксперимента Бокса-Бенкина второго порядка для трех факторов.

В качестве критериев оптимизации приняты валовый выход (валовый сбор) сена с улучшенного травостоя  $Q, т$  ( $Y_1$ ), а также соотношение длин чередующихся участков  $L_{ляд.}/L_{кл.}$  ( $Y_2$ ). В качестве факторов выбраны: частота вращения диска с контактными секторами  $n, мин^{-1}$  ( $x_1$ ), угол контактного сектора  $\alpha, град$  ( $x_2$ ), норма высева семян трав  $N_{сем}, кг/га$  ( $x_3$ ). Нормы высева семян лядвенца рогатого и клевера лугового обеспечивали отдельной регулировкой высевальных аппаратов.

Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Кодированное значение факторов	Название фактора, его обозначение и единица измерения	Уровень фактора			Интервал варьирования
		-1	0	1	
$x_1$	Частота вращения диска с контактными секторами $n, мин^{-1}$	0,91	0,61	0,31	0,3
$x_2$	Угол контактного сектора $\alpha, град.$	120	180	240	60
$x_3$	Норма высева семян трав $N_{сем}, кг/га$	2	4	6	2

Оценку коэффициентов регрессии проводили на персональном компьютере с использованием пакетов программ Microsoft Excel XP и Statgrafics Plus 5,1. При составлении математической модели ее незначимые коэффициенты исключались. При проверке соответствия по F-критерию Фишера для вероятности  $P=0,95$  полученных моделей

оказалось, что все модели адекватно описывают реальные процессы.

**Результаты.** Матрица значений критериев оптимизации, факторы и уровни их варьирования при реализации трехуровневого плана Бокса-Бенкина второго порядка для трех факторов приведена в таблице 2.

Таблица 2

Матрица значений критериев оптимизации, факторы и уровни их варьирования при реализации трехуровневого плана Бокса-Бенкина второго порядка для трех факторов

Уровни варьирования факторов	Факторы			Критерии оптимизации	
	частота вращения диска с контактными секторами $n, мин^{-1}$	угол контактного сектора, $\alpha$ град.	норма высева семян $N_{сем}, кг/га$	валовый сбор сена с 1 га площади, $Q, т$	соотношение длин чередующихся участков, $L_{ляд.}/L_{кл.}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$Y_1$	$Y_2$
1	2	3	4	5	6
Верхний уровень (+1)	0,31	240	6		
Средний уровень (0)	0,61	180	4		
Нижний уровень (-1)	0,91	120	2		
1	0	0	0	4,22	3,00
2	-1	-1	0	4,18	6,65
3	1	-1	0	4,2	3,11
4	-1	1	0	4,25	3,36
5	1	1	0	4,20	1,50
6	-1	0	-1	2,15	4,5
7	1	0	-1	2,11	2,0
8	0	0	0	4,23	3,0
9	-1	0	1	6,23	4,5
10	1	0	1	6,30	2,0
11	0	-1	-1	2,19	4,5
12	0	1	-1	2,17	2,25
13	0	-1	1	6,28	4,5
14	0	1	1	6,28	2,63
15	0	0	0	4,22	3,00

После реализации плана эксперимента и обработки результатов получены следующие математические модели регрессии

$$Y_1 = 4,223 + 2,055 \cdot x_3 - 0,022 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,027 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,019 \cdot x_1^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 3,000 - 1,300 \cdot x_1 - 1,128 \cdot x_2 + 0,048 \cdot x_3 + 0,420 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,095 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,218 \cdot x_1^2 + 0,438 \cdot x_2^2 - 0,033 \cdot x_3^2. \quad (2)$$

Анализ выражения (1) показал, что углы контактного сектора  $\alpha$  и частота вращения диска с контактным сектором  $n$  оказывают незначительное влияние на изменение величины валового выхода сена (0,7...4,3% во всем изученном интервале), а их значения находятся в интервалах, соответственно 120...240° и 0,31...0,91 мин<sup>-1</sup>. С увеличением нормы высева семян  $N_{сем}$  с 2,0 до 6,0 кг/га происходит рост валового выхода сена с 1 га с 2,10...2,17 до 6,21...6,30 т (в 2,87...2,98 раза).

Дальнейший анализ показал, что при фиксированных значениях нормы высева семян угол контактного сектора и частота вращения диска влияют друг на друга.

Таким образом, для получения стабильного валового сбора сена величина нормы высева семян  $N_{сем}$  не должна превышать 6 кг/га, которое ограничено агротехническими требованиями. Угол контактного сектора  $\alpha$  выбирается в зависимости от частоты вращения диска  $n$ .

Анализ выражения (2) показал, что на соотношение длин последовательно-чередующихся участков  $L_{ляд}/L_{кл}$  в значительной степени влияют такие параметры, как угол контактного сектора  $x_2$  и частота вращения диска с контактным сектором  $x_1$ . Норма высева семян  $x_3$  влияет незначительно. Так, при значении угла  $\alpha = 120^\circ$ , соотношение длин участков  $L_{ляд}/L_{кл}$  при любой норме высева  $N_{сем}$  и частоте вращения диска с контактным сектором  $n$  не обеспечивается в требуемом интервале от 2,0 до 2,1 [14,15].

При угле  $\alpha = 180^\circ$  нужное соотношение  $L_{ляд}/L_{кл}$  достигается во всем интервале изменения нормы высева  $N_{сем}$ , при частоте вращения диска с контактным сектором  $n$  в пределах от 0,34 до 0,40 мин<sup>-1</sup>.

Необходимое соотношение длин чередующихся участков полос при фиксированном значении угла  $\alpha=240^\circ$  обеспечивается во всем промежутке изменения нормы высева  $N_{сем}$  при частоте  $n$  от 0,54 до 0,58 мин<sup>-1</sup>.

Дальнейший анализ показал, что при значении нормы высева семян  $N_{сем}$  4,8 кг/га угол контактного сектора, а также частота вращения диска оказывают влияние на соотношение длин последовательно-чередующихся участков, занятых лядвенцем рогатым и клевером луговым. Требуемое значение соотношения длин участков  $L_{ляд}/L_{кл}$  при котором возможен ежегодный стабильный валовый сбор сена, достигается при следующих оптимальных значениях конструктивных параметров сеялки СДК-2,8: угол контактного сектора  $\alpha$  равен 240°, частота вращения диска с контактными секторами  $n$  равна 0,61 мин<sup>-1</sup>.

Производственные испытания посевов (в условиях северной агроклиматической зоны Кировской области) с оптимальными значениями исследованных параметров подтвердили результаты лабораторных исследований.

**Вывод.** Для получения соотношения длин последовательно-чередующихся участков  $L_{ляд}/L_{кл}$ , равного 2,1, для получения стабильного улучшенного травостоя и для обеспечения нормы высева семян  $Q = 4,8$  кг/га (для клевера лугового  $Q = 2,81$  млн шт / га, а для лядвенца рогатого 3,74 млн шт / га) рекомендуются следующие параметры привода высевающих аппаратов модернизированной дерниной сеялки СДК-2,8: частота вращения диска с контактными секторами  $n = 0,61$  мин<sup>-1</sup>, а угол контактного сектора  $\alpha = 240^\circ$ .

#### Литература

1. Кормщиков А. Д., Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В. Совершенствование технологии полосного посева семян трав в дернину // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2009. № 1. С. 148–153.
2. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе европейской части России / В. А. Сысуев, Н. Г. Ковалев, А. Д. Кормщиков [и др.]. М. : Росинформагротех, 2007. 116 с.
3. Muller I. P., Chaiblee D. S. Sod seeding of ladino clover and alfalfa as influenced by seed placement, seeding date, and grass suppression // ftgron. I. 1984. V. 76. N 2. P. 284–289.
4. Renelink G. Siecht grasland nu vernieuwen Boer en Tuinder. 1982. U. 36. № 1792. P. 20–21.
5. Samson J. F., Moser L. E. Sod-seeding perennial grasses into eastern Nebraska pastures. Agron. 1982. J. 74. P. 1055–1060.
6. Созонтов А. В. Совершенствование технологий и технических средств повышения урожайности трав на естественных кормовых угодьях // Сборник статей 8-й науч. конф. аспирантов и соискателей в 2 ч. (Науке нового века – знания молодых). Киров : Вятская ГСХА, 2008. Ч. 2. С. 73–76.

7. Созонтов А. В., Морозов А. Н. Анализ способов повышения продуктивности лугов и пастбищ // Материалы Всероссийской студенческой науч. конф. (Науке нового века – знания молодых). Киров: Вятская ГСХА, 2008. С. 212–213.
8. Пат. 2388205 Российская Федерация, МПК А01С 7/00 Способ возделывания трав / Кормщиков А. Д., Курбанов Р. Ф., Фигурин В. А., Созонтов А. В., Широков Г. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ВятГСХА; Заявл. 16.04.2008; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13.
9. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В. Способ возделывания трав на естественных кормовых угодьях с созданием чередующихся участков // Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Наука – Технология – Ресурсосбережение). Киров : Вятская ГСХА, 2009. Вып. 10. С. 59–63.
10. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В., Морозов А. Н. Совершенствование конструкционно-технологической схемы дернинной сеялки // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 9. С. 19–21.
11. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В., Широков Г. В. Многокомпонентный полосной посев – залог долголетия травостоя выродившихся пастбищ // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. № 4. С. 35–37.
12. Солонщиков П. Н., Мошонкин А. М., Доронин М. С. Совершенствование машин и оборудования в производстве кормов в животноводстве // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9 (76). С. 64–76.
13. Сысуйев В. А., Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А., Доронин М. С. Повышение качества полосного посева семян трав в дернину // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 5 (60). С. 63–67.
14. Курбанов Р. Ф., Сайтов В. Е., Ходырев И. Н. Способы продления производственного долголетия посевов многолетних бобовых трав // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 98–103.
15. Курбанов Р. Ф., Созонтов А. В. Эффективность технологии многокомпонентного полосного посева многолетних трав // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 40–44.

## GEAR PARAMETERS OF SEEDING MECHANISMS OF SDK-2.8 SOD SEEDER FOR MULTICOMPONENT BAND SOWING OF PERENNIAL GRASSES

**R. F. Kurbanov**, Dr. Eng. Sci., Professor;  
**A. V. Sozontov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;  
**R. M. Gorbunov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor  
Vyatka State Agricultural Academy  
133, Oktyabrsky Prospect, Kirov, 610017, Russia  
**V. Iu. Mokiev**, Cand. Tech. Sci.  
Federal Agrarian Scientific Center of the North-East  
166a, Lenina St., Kirov, 610007, Russia  
E-mail: [AlekSozontov@yandex.ru](mailto:AlekSozontov@yandex.ru)

### ABSTRACT

The article deals with the research of gear performance of seeding mechanisms of SDK-2.8 sod seeder while making of successively alternating plots of clover and bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus*). The aim of research was to determine the gear design and technological parameters. Box-Behnken three-level design of second-order experiment for three factors was implemented for this purpose. A gross output (gross harvest) of hay from grass canopy -  $Q$ ,  $t$  ( $Y_1$ ) as well as a length proportion of alternating plots -  $L_{lot}/L_{cl}$  were accepted as optimization criteria. The following three factors were studied during the experiment: frequency of disk rotation with its contact sectors  $n$ ,  $\text{min}^{-1}$  ( $x_1$ ), angle of contact sector  $\alpha$ , degree ( $x_2$ ), seeding rate of grass grains  $N_{gr}$ ,  $\text{kg/ha}$  ( $x_3$ ). Adjustable seeding mechanisms ensured seeding rates of clover and bird's-foot trefoil. It is obtained by experimental research that during the seeding of clover and bird's-foot trefoil in successively alternating plots, an optimum value of plots length proportion in treating band  $L_{lot}/L_{cl}$  which ensures an annual stable gross output of hay from grass stand is equal to 2.1. Parameters for optimum exploitation conditions were determined as follow: angle of contact sector -  $240^\circ$ , rotation frequency of disk with the contact sector –  $0.61 \text{ min}^{-1}$ . The band sowing of red clover and *Lotus corniculatus* in successively alternating plots allows obtaining an annual stable gross output of hay. At the same time, the period of productive use of improved grass stand will be 8-10 years.

*Key words: productive use, band sowing, successively alternating plots, perennial grasses, sod seeder, seeding mechanisms, disk with contact sectors, angle of contact sector.*

## References

1. Kormshchikov A. D., Kurbanov R. F., Sozontov A. V. Sovershenstvovanie tekhnologii polosnogo poseva semyan trav v derninu (Improvement of band sowing technology of grass seeds in sod), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2009, No. 1, pp. 148–153.
2. V. A. Sysuev, N. G. Kovalev, A. D. Kormshchikov [et al.]. Rekomendatsii po uluchsheniyu lugov i pastbishch v Severo-Vostochnom regione evropeiskoi chasti Rossii (Recommendations for improving meadows and pastures in North-Eastern region of the European part of Russia), Moscow, Rosinformagrotekh, 2007, 116 p.
3. Muller I. P., Chaiblee D. S. Sod seeding of ladino clover and alfalfa as influenced by seed placement, seeding date, and grass suppression, *ftgron*, I, 1984, V. 76, H 2, pp. 284–289.
4. Renelink G. Siecht grasland nu vernieuwen Boer en Tuinder, 1982, U. 36, No. 1792, pp. 20–21.
5. Samson J. F., Moser L. E. Sod-seeding perennial grasses into eastern Nebraska pastures, *Agron*, 1982, J. 74, pp. 1055–1060.
6. Sozontov A. V. Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv povysheniya urozhainosti trav na estestvennykh kormovykh ugod'yakh (Improvement of technologies and technical means for grass yield increase on natural forage lands), *Sbornik statei 8-i nauch. konf. aspirantov i soiskatelei v 2 ch. (Nauke novogo veka – znaniya molodykh)* Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2008, Ch. 2, pp. 73–76.
7. Sozontov A. V., Morozov A. N. Analiz sposobov povysheniya produktivnosti lugov i pastbishch (Analysis of methods for yield increase of meadows and pastures), *Materialy Vserossiiskoi studencheskoi nauch. konf. (Nauke novogo veka – znaniya molodykh)*, Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2008, pp. 212–213.
8. Kormshchikov A. D., Kurbanov R. F., Figurin V. A., Sozontov A. V., Shirokov G. V. Pat. 2388205 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A01S 7/00 Sposob vzdelyvaniya trav (Grass cultivation method), *zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO VyatGSKhA; Zayavl. 16.04.2008, opubl. 10.05.2010, Byul. No. 13.*
9. Kurbanov R. F., Sozontov A. V. Sposob vzdelyvaniya trav na estestvennykh kormo-vykh ugod'yakh s sozdaniem chereduyushchikhsya uchastkov (Grass cultivation method on natural forage lands with the formation of alternating plots), *Materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Nauka – Tekhnologiya – Resursoberezhenie)*, Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2009, Vyp. 10, pp. 59–63.
10. Kurbanov R. F., Sozontov A. V., Morozov A. N. Sovershenstvovanie konstruktsionno-tekhnologicheskoi skhemy derninnoi seyalki (Improvement of design and technological scheme of sod seeder), *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2012, No. 9, pp. 19–21.
11. Kurbanov R. F., Sozontov A. V., Shirokov G. V. Mnogokomponentnyi polosnoi posev – zalog dolgoletiya travostoya vyrodivshikhsya pastbishch (Multi-component band sowing – a pledge of longevity of grass stand of degenerated pastures), *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2012, No. 4, pp. 35–37.
12. Solonshchikov P. N., Moshonkin A. M., Doronin M. S. Sovershenstvovanie mashin i oborudovaniya v proizvodstve kormov v zhivotnovodstve (Improvement of machinery and equipment in the production of fodder in animal husbandry), *Vestnik NГИЕИ*, 2017, No. 9 (76), pp. 64–76.
13. Sysuev V. A., Demshin S. L., Cheremisov D. A., Doronin M. S. Povyshenie kache-stva polosnogo poseva semyan trav v derninu (Improving the quality of band sowing of grass seeds in sod), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2017, No. 5 (60), pp. 63–67.
14. Kurbanov R. F., Saitov V. E., Khodyrev I. N. Sposoby prodleniya proizvodstvennogo dolgoletiya posevov mnogoletnikh bobovykh trav (Ways for extending the productive longevity of legume perennial grasses), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2016, No. 8, pp. 98–103.
15. Kurbanov R. F., Sozontov A. V. Effektivnost' tekhnologii mnogokomponentnogo polosnogo poseva mnogoletnikh trav (Effectiveness of technology of multi-component band sowing of perennial grasses in sod), *Nauchno-prakticheskii zhurnal Permskii agrarnyi vestnik*, 2017, No. 3 (19), pp. 40–44.

УДК 631.353

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖНОЙ СКОРОСТИ ВАЛЬЦОВ И ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВАЛЬЦОВОГО СТАНКА

**В. А. Одегов**, канд. техн. наук; **А. С. Комкин**, канд. техн. наук;

**В. В. Шилин** канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

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

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

*Аннотация.* На первоначальном этапе исследования в результате серий однофакторных экспериментов, проведенных в Кировской области на зерне ячменя сорта «Биос-1» влажностью 12, 24, 30 и 36% и средневзвешенным размером по толщине 2,85 мм, были определены зоны значений рационального варьирования факторами (влажности 12-36%; окружной скорости

4,71-6,61 м/с). Эти опыты позволили определить уровни варьирования факторами в дальнейших многофакторных экспериментальных исследованиях и получить адекватные модели регрессии, а также двумерные сечения поверхности отклика. Получены оптимальные параметры: влажность материала (зерна)  $W$  должна находиться в интервале 29...34 %, а окружные скорости валцов  $v$  в интервале 5,6...6,3 м/с. Тогда энергоёмкость  $\mathcal{E}$  и удельные энергозатраты  $q$  процесса двухступенчатого плющения зерна будут иметь значения  $\mathcal{E}$  в интервале 4,3...6,5 кВт·ч/т, а  $q$  – в интервале 2,6...4,1 кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), что соответствует их минимуму. При этом обеспечивается максимальная пропускная способность двухвальцового станка  $Q = 1...1,4$  т/ч при сходе с решета  $\varnothing 2,5$  мм не более 0,4%.

*Ключевые слова:* двухступенчатое плющение, зерно, влажность, окружная скорость, энергоёмкость, удельные энергозатраты.

**Введение.** Насущной проблемой для Северо-Восточного региона России, обладающего неустойчивым климатом, является соблюдение агротехнических сроков, особенно при уборке урожая зерновых. Чтобы справиться с этой проблемой, проектируют и внедряют энергоресурсосберегающие машинно-тракторные агрегаты [1], либо вводят технологические приемы для сдвига сроков, одним из которых является плющение зерна, что позволяет раньше убирать урожай [2].

Процесс плющения зерна весьма энергоёмок, и одним из направлений его совершенствования является повышение его стадийности – двухступенчатое плющение [3], что позволяет снизить энергозатраты на процессы и улучшить качество готового продукта [4].

Не прекращаются попытки создания конструкции двухступенчатых вальцовых станков (а на их основе плющилок) [5, 6], обеспечивающих одновременно с плющением внесение консерванта [7], а также конструктивно-технологического обоснования их параметров [8-11].

Однако выпускаемые серийно в настоящее время различные одно-, двухступенчатые плющилки зерна конструктивно несовершенны и нуждаются в доработках.

В этой связи целью исследования стало выявление влияния окружной скорости валцов и влажности материала на показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка.

**Методика.** С целью изучения влияния окружной скорости валцов и влажности материала на рабочий процесс двухступенчатого вальцового станка, а именно на пропускную способность, потребляемую мощность и качество готового продукта вначале, для опреде-

ления зон варьирования факторами в многофакторных экспериментах нами были проведены однофакторные эксперименты.

Экспериментальные исследования проводились на зерне ячменя сорта «Биос-1» влажностью 12, 24, 30 и 36% и средневзвешенным размером по толщине 2,85 мм. При этом диаметр валцов составлял 275 мм (как наиболее оптимальный по проведенным ранее исследованиям), длина рабочей поверхности 250 мм. Выходной межвальцовый зазор второй ступени плющения  $h_2$  был установлен равным 0,7 мм, а входной межвальцовый зазор первой ступени  $h_1$  – 1,6...1,8 мм, которые во время опытов оставались постоянными. Окружную скорость валцов изменяли в интервале от 4 до 9 м/с.

Опыты проводили в трехкратной повторности. При этом определяли потребляемую мощность двухступенчатого вальцового станка зерна  $N$ , кВт, а также его пропускную способность  $Q$ , т/ч и процент схода с решета  $\varnothing 2,5$  мм, %.

Качество готового продукта оценивали по содержанию предельного количества мучки в хлопьях (ТУ 8-22-39-88 «Хлопья ячменные и перловые») проход сита с отверстиями  $\varnothing 2,5$  мм для ячменных хлопьев – 6 % и перловых – 8 %).

После реализации данного этапа была проведена комплексная оценка выше перечисленных факторов во взаимосвязи с использованием методов многофакторного эксперимента с использованием теории планирования эксперимента.

В качестве варьируемых факторов были приняты следующие (табл.):

- 1) влажность материала  $W$ , % ( $x_1$ );
- 2) окружная скорость валцов  $v$ , м/с ( $x_2$ ).

В качестве критериев оптимизации вы-

браны следующие показатели: потребляемая мощность  $N$  ( $y_1$ ), кВт; пропускная способность  $Q$  ( $y_2$ ), т/ч; сход решета  $\phi$  2,5 мм ( $y_3$ ), %; энергоемкость  $\Xi$  ( $y_4$ ), кВт·ч/т и удельные энергозатраты  $q$  ( $y_5$ ), кВт·ч/(т·ед.ст.пл.).

Нами реализовывалась матрица полного факторного эксперимента типа  $3^2$  [12], а обработка полученных результатов многофакторных экспериментов производилась в среде Statgraphicsplusv.5.1 for Windows[13].

Таблица

Факторы, уровни варьирования и критерии оптимизации

Уровни варьирования факторов и номера строк	Факторы		Критерии оптимизации				
	влажность материала, %	окружная скорость вальцов, м/с	потребляемая мощность при площади $N$ , кВт	пропускная способность $Q$ , т/ч	сход с решета $\phi$ 2,5 мм, %	энергоемкость, кВт·ч/т	удельные энергозатраты $q$ , кВт·ч/(т·ед.ст.пл.)
	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
верхний (+1)	<b>36</b>	<b>6,61</b>					
нулевой (0)	<b>24</b>	<b>5,66</b>					
нижний (-1)	<b>12</b>	<b>4,71</b>					
1	1	1	5,524	1,123	0,34	4,919	2,980
2	1	0	5,375	1,275	0,30	4,216	2,485
3	1	-1	5,255	1,301	0,28	4,039	2,381
4	0	1	8,550	1,625	0,24	5,262	3,080
5	0	0	7,050	0,852	0,70	8,275	4,529
6	0	-1	5,207	0,401	0,99	12,985	8,103
7	-1	1	6,920	1,255	6,62	5,514	2,418
8	-1	0	7,002	1,341	5,33	5,221	2,272
9	-1	-1	6,373	1,314	5,91	4,850	2,348

**Результаты.** По результатам однофакторных экспериментов при двухступенчатом плущении выявлены зависимости изменения показателей рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка от окружной скорости вальцов для различной влажности материала (рис. 1 а, б, в, г).

Анализируя зависимости, на рисунке 1 видим, что увеличение влажности зерна до 24 % ведет к значительному улучшению качества плущенного зерна, однако, одновременно с этим наблюдается ухудшение других показателей рабочего процесса. При вращении вальцов со скоростью  $v = 5,6$  м/с повышение влажности зерна  $W$  с 12 до 24% ведет к увеличению энергоемкости двухвальцового стан-

ка  $\Xi$  на 59,62% с 5,2 до 8,3 кВт·ч/т и его удельных энергозатрат  $q$  на 95,65% – с 2,3 до 4,5 кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), падает на 36,6% его пропускная способность  $Q$  – с 1,34 до 0,85 т/ч и процент схода с решета с 5,33 до 0,70%. Дальнейшее увеличение влажности зерна  $W$  с 24 до 36% приводит к снижению потребляемой мощности  $N$  на 23,94% – с 7,1 до 5,4 кВт, повышению пропускной способности  $Q$  на 50,59% – с 0,85 до 1,28 т/ч, что, в свою очередь, уменьшает энергоемкость  $\Xi$  на 49% – с 8,28 до 4,22кВт·ч/т и удельные энергозатраты  $q$  на 45% – с 4,53 до 2,49кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), а также снижается процент схода с решета с 0,70 до 0,30 %.

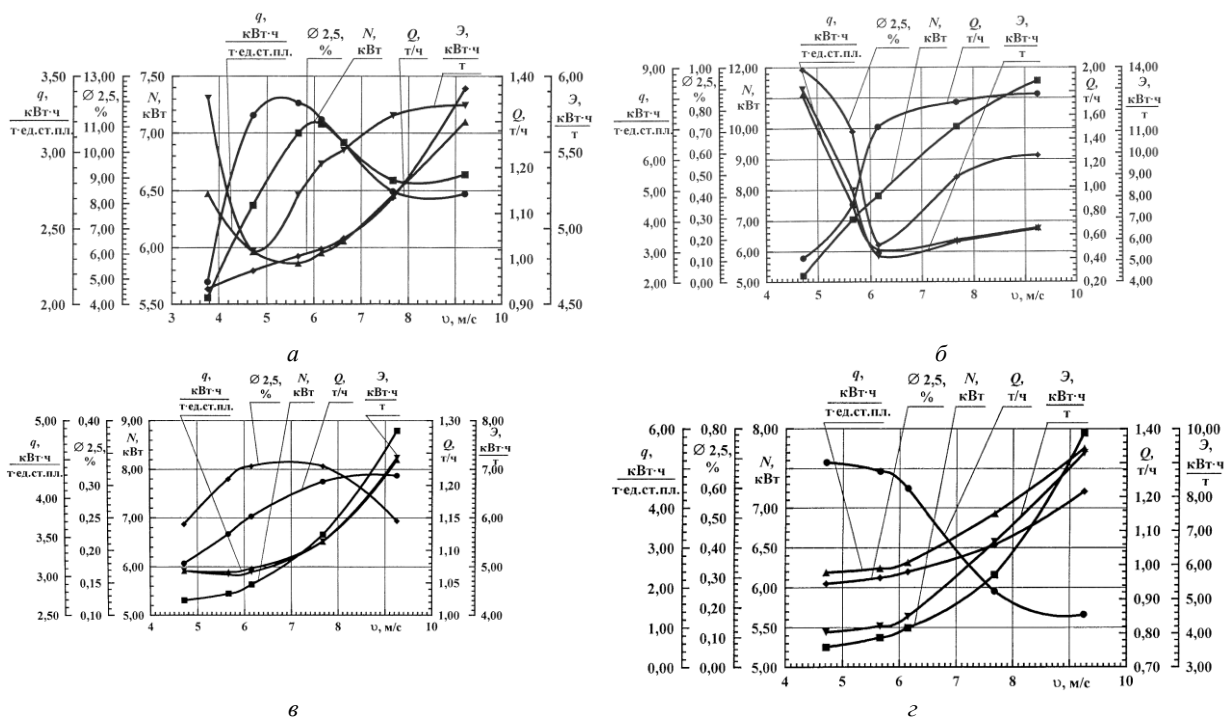


Рис. 1. Зависимости изменения потребляемой мощности  $N$ , пропускной способности  $Q$ , энергоемкости  $\mathcal{E}$ , удельных энергозатрат  $q$  вальцового станка и схода с решета  $\varnothing 2,5$  мм от окружной скорости вальцов  $v$  при влажности зерна: а)  $W = 12\%$ ; б)  $W = 24\%$ ; в)  $W = 30\%$ ; г)  $W = 36\%$

После реализации матрицы полного факториального эксперимента нами получены адекватные модели регрессии, описывающие влияние факторов на рабочий процесс:

$$y_1 = 7,050 - 0,690 \cdot x_1 + 0,693 \cdot x_2 - 0,070 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,861 \cdot x_1^2 - 0,171 \cdot x_2^2; \quad (1)$$

$$y_2 = 0,950 - 0,035 \cdot x_1 + 0,165 \cdot x_2 - 0,030 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,309 \cdot x_1^2 + 0,014 \cdot x_2^2; \quad (2)$$

$$y_3 = 0,452 - 0,282 \cdot x_1 + 0,003 \cdot x_2 - 0,163 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2,487 \cdot x_1^2 + 0,287 \cdot x_2^2; \quad (3)$$

$$y_4 = 8,602 - 0,402 \cdot x_1 - 1,030 \cdot x_2 + 0,054 \cdot x_1 \cdot x_2 - 4,048 \cdot x_1^2 + 0,358 \cdot x_2^2; \quad (4)$$

$$y_5 = 4,933 + 0,135 \cdot x_1 - 0,726 \cdot x_2 + 0,132 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,757 \cdot x_1^2 + 0,456 \cdot x_2^2. \quad (5)$$

По результатам анализа полученных моделей регрессии 1 ... 5 можно сделать следующий вывод: влажность материала (зерна) и окружные скорости вальцов являются значимыми факторами, оказывающими существенное влияние на критерии оптимизации.

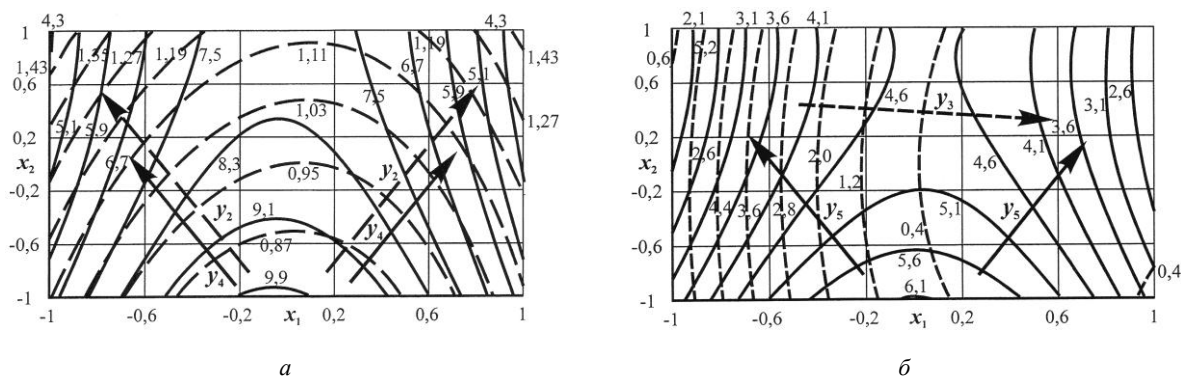


Рис. 2. Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующие влияние влажности материала ( $x_2$ ) и окружной скорости вальцов ( $x_1$ ): а) на пропускную способность  $Q$ , т/ч, (-----  $y_2$ ) и энергоемкость  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/т, (———  $y_4$ ); б) на сход с решета  $\varnothing 2,5$  мм, %, (-----  $y_3$ ) и удельные энергозатраты  $q$ , кВт·ч/(т-ед.ст.пл.), (———  $y_5$ )



После получения данных многофакторного эксперимента мы решали компромиссную задачу методом двумерных сечений (рис. 2), анализируя модели регрессий.

**Выводы.** По результатам проведенных исследований влияния влажности материала на процесс двухступенчатого плющения зерна получены следующие оптимальные параметры: влажность материала (зерна)  $W$  должна находиться в интервале 29...34%, а окружные скорости валцов  $v$  в интервале 5,6... 6,3 м/с.

Тогда энергоёмкость  $\mathcal{E}$  и удельные энергозатраты  $q$  процесса двухступенчатого плющения зерна будут иметь значения  $\mathcal{E}$  в интервале 4,3...6,5 кВт·ч/т, а  $q$  – в интервале 2,6...4,1 кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), что соответствует их минимуму. При этом обеспечивается максимальная пропускная способность двухвалцового станка  $Q = 1...1,4$  т/ч при сходе с решета  $\varnothing 2,5$  мм не более 0,4%, что соответствует техническим условиям.

#### Литература

1. Лопарев А. А., Комкин А. С. Энергетическая оценка машинно-тракторных агрегатов на базе гусенично-колесных пропашных тракторов // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2015. № 2 (10). С. 50–54.
2. Одегов В. А., Савиных П. А., Казаков В. А., Поляков С. М. Исследование влияния диаметра и окружной скорости валцов с гладкой рабочей поверхностью на процесс двухстадийного плющения // Вестник НГИЭИ. 2018. № 1 (80). С. 44–55
3. Сысуев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А. Технология плющения фуражного зерна // Достижение науки и техники в АПК. 2012. № 6. С. 70–72.
4. Алешкин В. Р. Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов : дис. ... д-ра техн. наук Киров, 1995. 412 с.
5. Патент 2399420 Российская Федерация, МПК В02С 4/06. Вальцовый станок / Сысуев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А.; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (RU). № 2009100228; заявл. 11.01.2009; опубл. 20.09.2010. Бюл. № 26. 5 с.
6. Пат. 2417778 Российская Федерация, МПК В02С 4/06. Способ плющения фуражного зерна и устройства для его осуществления / Сысуев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А., Сычугов Ю. В.; заявл. 01.04.2011; опубл. 10.03.2013. Бюл. № 7. 9 с.: ил.
7. Заболотских И. Ю. Совершенствование рабочего процесса технических средств плющения и консервирования фуражного зерна : дис. ... канд. техн. наук Киров, 2007. 171 с.
8. Казаков В. А. Движение зерновки в рабочей зоне двухступенчатой плющилки зерна // Вестник НГИЭИ. 2013. № 12 (31). С. 36–42.
9. Сысуев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А. Исследования технологических параметров движения зерновки в двухступенчатой плющилке зерна // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике: тр. 9-й науч.-техн. конф. (21-22 мая 2014 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). 2014. С. 136–142.
10. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент : в 2 т. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2009. Т. 2. 496 с.
11. Susyev W. A., Savinykh P. A., Odegov W. A., Zabolotsky I. J. Wyniki badan eksperymentalnych w celu okreslenia optymalnych parametrów pracy dwustopniowego zgniatacza ziarna, Materiały na konferencje/Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska istandardowe, Warszawa, 2004, pp. 441-446
12. Фирсов М. М. Планирование эксперимента при создании сельскохозяйственной техники. М. : МСХА, 1999. 129 с.
13. Андреев В. А. Использование статистического пакета Statgraphicsplusv. 5.1 для обработки результатов экспериментальных исследований : методическое пособие. Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. 32 с.

## THE INFLUENCE OF CIRCUMFERENTIAL VELOCITY OF ROLLERS AND MATERIAL MOISTURE CONTENT ON THE MAIN INDICATORS OF WORKFLOW OF A TWO-STEP ROLLER MACHINE

V. A. Odegov, Cand. Eng. Sci.; A. S. Komkin, Cand. Eng. Sci.; V. V. Shilin, Cand. Eng. Sci.,  
FSBEI HE Vyatskaya State Agricultural Academy  
133, Oktyabrskiy Prospect, Kirov, 610017, Russia  
E-mail: [akomkin@yandex.ru](mailto:akomkin@yandex.ru)

#### ABSTRACT

In the initial phase as a result of the series of single-factor experiments conducted in Kirovskaya Oblast on grain of the “Bios-1” barley variety with moisture of 12, 24, 30 and 36% and weighted average mean in thickness equal to 2.85 mm, the value range of rational varying by factors (moisture –

12-36%, circumferential velocity – 4.71-6.61 m/sec) were defined. These experiments allowed determining intervals varying by factors in further multifactorial experimental studies and obtain adequate regression models as well as two-dimensional cross-sections of the response surface. The following optimal parameters were obtained: “W” for material moisture (grain) must be within the range 29...34%, but “v” for circumferential velocity of rollers within the range 5.6-6.3 m/sec. In this case, the energy intensity “E” and specific energy consumption “q” of two-step grain crushing process will have values of  $E = 4.3...6.5$  kWh/t and  $q = 2.6...4.1$  kWh/t/crushing degree unit. This ensures the maximum throughput of two-roller machine tool  $Q = 1...1.4$  t/ha when gathering with sieves  $\varnothing 2.5$  mm is no more than 0.4%, which complies with the technical requirements.

*Key words: two-stage crushing, grain, moisture, circumferential velocity, energy intensity, specific energy consumption.*

#### References

1. Loparev A. A., Komkin A. S. Energeticheskaya otsenka mashinno-traktornykh agregatov na baze gusenichno-kolesnykh propashnykh traktorov (Energy assessment of machine and tractor units on the basis of track-wheel and row-crop tractors), Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik», 2015, No. 2 (10), pp. 50–54.
2. Odegov V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A., Polyakov S. M. Issledovanie vliyaniya diametra i okruzhnoi skorosti val'tsov s gladkoi rabochei poverkhnost'yu na protsess dvukh-stadiinogo plyushcheniya (A study of the influence of the diameter and the circumferential speed of the rollers with a smooth working surface for the two-stage crimping process), Vestnik NGEI, 2018, No. 1 (80), pp. 44–55
3. Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A. Tekhnologiya plyushcheniya furazhnogo zerna (Two-stage technology conditioning feed grain), Dostizhenie nauki i tekhniki v APK, 2012, No. 6, pp. 70–72.
4. Aleshkin V. R. Povyshenie effektivnosti protsessa i tekhnicheskikh sredstv mekhanizatsii izmel'cheniya kormov (Improving the efficiency of the process and technical means of mechanization of feed grinding), dis. ... d-ra tekhn. nauk Kirov, 1995, 412 p.
5. Patent 2399420 Rossiiskaya Federatsiya, MPK V02S 4/06. Val'tsovyi stanok (Grinding mill), Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A., zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe uchrezhdenie Zonal'nyi nauch.-issled. in-t sel'skogo khozyaistva Severo-Vostoka im. N. V. Rudnitskogo (RU), No. 2009100228; zayavl. 11.01.2009, opubl. 20.09.2010, Byul. No. 26, 5 p.
6. Pat. 2417778 Rossiiskaya Federatsiya, MPK V02S 4/06. Sposob plyushcheniya furazhno-go zerna i ustroystva dlya ego osushchestvleniya (Crushing method of fodder grain and its implementation equipment), Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A., Sychugov Yu. V., zayavl. 01.04.2011, opubl. 10.03.2013, Byul. No. 7, 9 p., il.
7. Zabolotskikh I. Yu. Sovershenstvovanie rabocheho protsessa tekhnicheskikh sredstv plyushcheniya i konservirovaniya furazhnogo zerna : dis. ... kand. tekhn. nauk Kirov, 2007. 171 s.
8. Kazakov V. A. Dvizhenie zernovki v rabochei zone dvukhstupenchatoi plyushchilki zer-na (Movement of grain in working space of two-step grain crusher), Vestnik NGEI, 2013, No. 12 (31), pp. 36–42.
9. Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A. Issledovaniya tekhnologicheskikh parametrov dvizheniya zernovki v dvukhstupenchatoi plyushchilke zerna (Investigation of technological parameters of bruchid flows in double-stage grain crusher), Energoobespechenie i energosberezhenie v sel'skom khozyaistve, Ch. 3, Energosberegayushchie tekhnologii v zhivotnovodstve i statsionarnoi energetike, tr. 9-i nauch.-tekhn. konf. (21–22 maya 2014 goda, g. Moskva, GNU VIESKh), 2014, pp. 136–142.
10. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormopriготовitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Fodder production mashines. Theory, development, experiment), v 2-kh t. Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2009, T. 2, 496 p.
11. Susyev W. A., Savinykh P. A., Odegov W. A., Zabolotsky I. J. Wyniki badan ek-sperimentalnych w celu okreslenia optymalnych parametrów pracy dwustopniowego zgniatacza ziarna, Materiały na konferencje/Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska istandardow ue, Warszawa, 2004, pp. 441–446
12. Firsov M. M. Planirovanie eksperimenta pri sozdanii sel'skokhozyaistvennoi tekhniki. M. : MSKhA, 1999. 129 s.
13. Andreev V. A. Ispol'zovanie statisticheskogo paketa Statgraphics plus v. 5.1 dlya obrabotki rezul'tatov eksperimental'nykh issledovaniy (Use of Statgraphics plus v. 5.1 for the processing of experimental results), metod. posobie, Kirov, FGBOU VPO Vyatskaya GSKhA, 2012, 32 p.

УДК 631.363

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОТКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ГРУБЫХ КОРМОВ

**П. Н. Солонщиков**, канд. техн. наук, доцент;  
**Е. В. Косолапов**, канд. техн. наук, доцент;  
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,  
Октябрьский пр-т, 133, г. Киров, Россия, 610017  
E-mail: [solon-pavel@yandex.ru](mailto:solon-pavel@yandex.ru)

*Аннотация.* В лаборатории ФГБОУ ВО Вятская ГСХА в 2009-2018 гг. изучали различные конструкции молотков и их влияние на рабочие показатели измельчителя с целью оптимизации его параметров. Обоснование конструкции рабочего органа выполнено теоретически и экспериментально. В ходе исследований выявлено, что молотки должны иметь такую форму, которая позволила бы уменьшить центробежную силу, увеличивающую затраты энергии и ведущую к быстрому износу рабочего органа в целом. Новая форма молотка, реализованная в измельчителе грубых кормов, позволяет улучшить основные технические показатели измельчителя, выполняя при этом процессы резания и измельчения. Экспериментальные исследования на измельчителе-раздатчике показали, что при частоте вращения бункера  $n = 9 \text{ мин}^{-1}$ , угле наклона молоткового ротора  $\alpha = 20^\circ$  пропускная способность агрегата составляет  $Q = 4,7 \text{ т/ч}$ ; удельные энергозатраты  $\mathcal{E} = 1,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{т}\cdot\text{ед.ст.изм.})$ ; потребляемая мощность  $P = 17 \text{ кВт}$ ; степень измельчения –  $\lambda = 3,8$ .

*Ключевые слова:* измельчитель-раздатчик, угол установки молоткового ротора, частота вращения бункера, пропускная способность, ротор, молоток, орган, мощность, степень измельчения.

**Введение.** Процесс приготовления кормов, заключается в их измельчении до одинакового размера частиц, а в дальнейшем способствует лучшему их смешиванию и препятствует самосортированию частиц в готовой продукции при транспортировании ее к потребителю [1, 2].

Грубые корма – это один из необходимых компонентов в рационе для крупного рогатого скота, овец, лошадей и в небольших дозах – свиней и птицы. Так, наиболее ценным является сено, а при его недостатке – солома, количество которой в рационах животных на малых и средних фермах превышает 30 % [1].

Солома в кормовом балансе и питании животных в последние годы используется не только в нашей стране, но и в странах с развитым животноводством (США, Канада, Германия и др.).

Основную часть соломы (75...85%) составляют трудноперевариваемая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества [1]. В последнее время во многих странах солома используется на корм скоту после предварительной обработки, повышающей ее питательную ценность и переваримость.

Основные технологические приемы и способы подготовки соломы и других грубых кормов к скармливанию можно разделить на две основные группы. Первая группа способов влияет на вкусовые качества и обеспечивает более высокую поедаемость. Сюда можно отнести механическую и термическую обработку: измельчение, гранулирование, смешивание с другими компонентами, запаривание и т.д. Вторая группа, включающая химическую и биологическую обработку, одновременно с улучшением вкусовых качеств повышает питательную ценность грубых кормов [1].

Так измельчение – наиболее простой способ механической обработки, позволяющий увеличить поедаемость соломы, снизить потери, улучшить дозируемость, транспортируемость и смешиваемость с другими компонентами.

В соответствии с зоотехническими требованиями размер резки должен быть: для крупного рогатого скота – 40...50 мм, для лошадей – 30...40 мм, для овец – 20...30 мм с расщеплением вдоль волокон. При запаривании соломы и приготовлении брикетированных кормосмесей размер частиц должен быть 20...30 мм. Количество измельченных частиц для крупного рогатого скота длиной менее 20 мм не должно превышать 15 %, а частицы длиной 30...50 мм должны составлять не менее 80 % с расщеплением вдоль волокон не менее 85 % [1,3,4].

Механические свойства измельченных грубых кормов позволяют эффективнее дозировать и раздавать их в кормушку, исключают забивание битеров и других рабочих органов кормораздающих и транспортирующих устройств.

Поэтому измельчение грубых кормов является основной операцией при подготовке их к скармливанию. В связи с этим необходима разработка высокоэффективных измельчителей, способных перерабатывать корма, заготовленные как в тюках, рулонах, так и рассыпные, нормальной и повышенной влажности, что особенно важно для условий Волго-Вятского региона [5, 6].

Для измельчения грубых кормов в нашей стране применяются свыше пятидесяти типов измельчителей, отличающихся принципом измельчения, измельчающим аппаратом, способом подачи материала на измельчение и отводом готового продукта. Большинство из них энерго- и металлоемки, ненадежны в работе, неработоспособны при переработке соломы с повышенной влажностью [7].

Измельчители грубых кормов должны удовлетворять следующим основным требованиям: обеспечивать измельчение рассыпного и прессованного материала, в том числе повышенной влажности, иметь высокую пропускную способность при малом удельном расходе энергии, иметь выровненный гранулометрический состав готового продукта, обеспечивать быстрое удаление измельченного продукта из зоны измельчения, иметь вы-

сокую износоустойчивость рабочих органов, быть простыми по устройству и удобными в обслуживании.

Наиболее перспективными являются молотковые измельчающие органы с противорезами, которые измельчают материал вдоль и поперек волокон. Они могут успешно применяться для измельчения стебельного материала повышенной влажности.

Измельчающий аппарат с шарнирно-закрепленными молотками (в барабанных измельчителях) создает условия для повышения общей устойчивости движения динамической системы. Измельчители с шарнирно-закрепленными молотками, так называемые дробилки, позволяют получать готовый продукт с высокой расщепленностью частиц, просты в устройстве, надежны в эксплуатации, универсальны по отношению к переработке кормов с различными физико-механическими свойствами [8, 9].

Наряду с неоспоримыми преимуществами молотковым дробилкам свойственны и недостатки, главный из которых – высокая энергоёмкость измельчения, хотя, как показали исследования [8, 9], если отнести затраты энергии на единицу вновь образованной поверхности, то молотковые измельчители имеют удельные энергозатраты меньше других типов рабочих органов (ножевых, штифтовых). В качестве недостатков молотковых дробилок измельчителей стебельных кормов отметим: неравномерность гранулометрического состава получаемого продукта; повышенное содержание переизмельченных частиц, приводящее к возникновению циркулирующей нагрузки и увеличению энергозатрат; значительный износ рабочих органов вследствие высоких окружных скоростей молотков.

**Методика.** В период с 2009 по 2018 гг. в лаборатории ФГБОУ ВО Вятская ГСХА изучали различные конструкции молотков и их влияние на рабочие показатели измельчителя.

Главным элементом молотковой дробилки является ротор с установленными на нем шарнирными или жестко закрепленными молотками. Дробилкам с шарнирным креплением молотков отдают предпочтение ввиду малой чувствительности к наличию в кормах инородных тел (куски льда, снега, обвязочный материал), возможности предотвращения аварии и легкости замены молотков (рис. 1, а).

При шарнирном креплении молотков тормозящее действие внешних рабочих сопротивлений передается на вал барабана и частично компенсируется уменьшением его момента инерции, обусловленного отклонением молотков от радиального положения. Смещение точки подвеса молотка от его продольной оси способствует скользящему резанию, что повышает эффективность процесса измельчения [10,14].

Для снижения нагрузки на вал ротора и уменьшения износа и, соответственно, потребляемой энергии, предлагается использовать молоток (рис. 1, б) такой конструкции, у которого имеется грань, находящаяся на определенном угле установки молоткового ротора  $\alpha$ . Таким образом получается процесс «резания-измельчения», при этом резание будет скользящим.

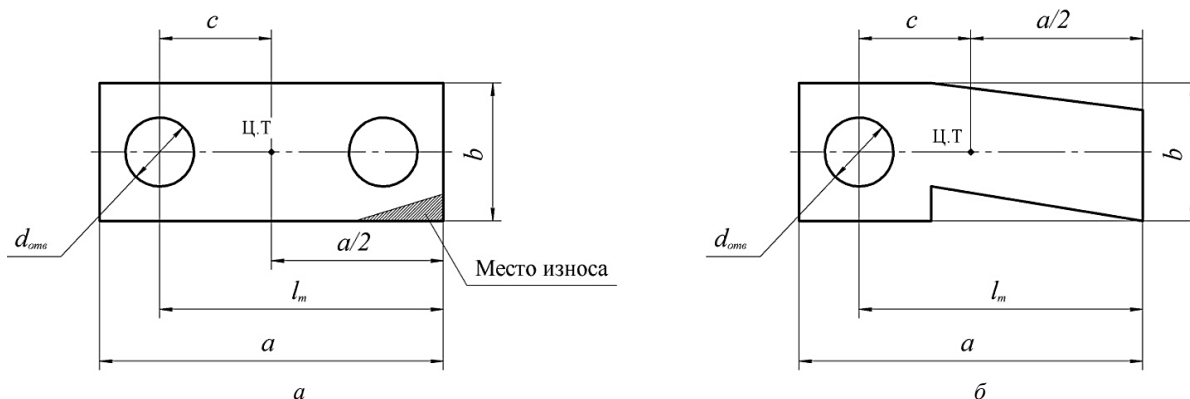


Рис. 1. Схема обычного (а) и модернизированного (б) молотка

При изготовлении макетного образца мобильного измельчителя-раздатчика кормов (рис. 2) предусматривалась возможность изменения угла установки молоткового ротора.

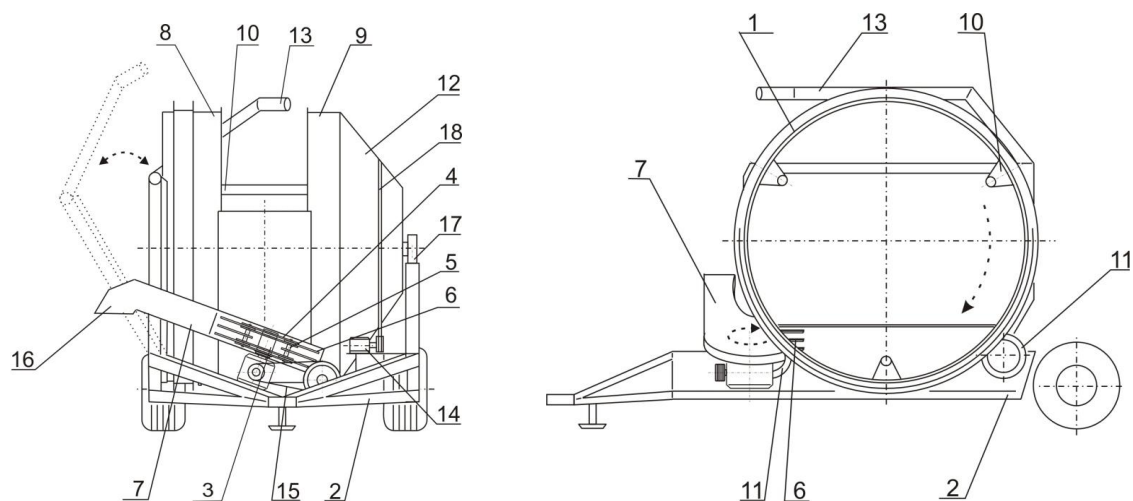


Рис. 2. Мобильный измельчитель-раздатчик кормов:

- 1 – бункер; 2 – рама; 3 – ротор; 4 – диски; 5 – ось; 6 – молотковые рабочие органы;
- 7 – направляющая корпуса; 8 и 9 – цилиндры; 10 – гребенки; 11 – опорные ролики;
- 12 – коническая стенка; 13 – гидроборт; 14 – гидромотор; 15 – клиноременная передача;
- 16 – канал; 17 – ось; 18 – клиноременная передача

Ротор установлен таким образом, что его ось отклонена от вертикального положения. Он состоит из дисков 1, на осях 3 которых установлены молотковые рабочие органы 2 (рис. 3, 4). При этом рабочая грань молотка

установлена под углом  $\alpha = 23^\circ$ , по отношению к радиус-вектору ротора.

Направляющая корпуса 7 ротора выполнена по логарифмической спирали, по ней измельчаемый материал выводится в кормушку

животным за счет кинетической энергии ротора, и частично – за счет возникающего воздушного потока материала (рис. 2).

Загрузочное устройство состоит из борта 13, установленного на раме с возможно-

стью вращения вокруг горизонтальной оси. Открывание и закрывание гидравлического борта осуществляется посредством гидроцилиндра (рис. 2).

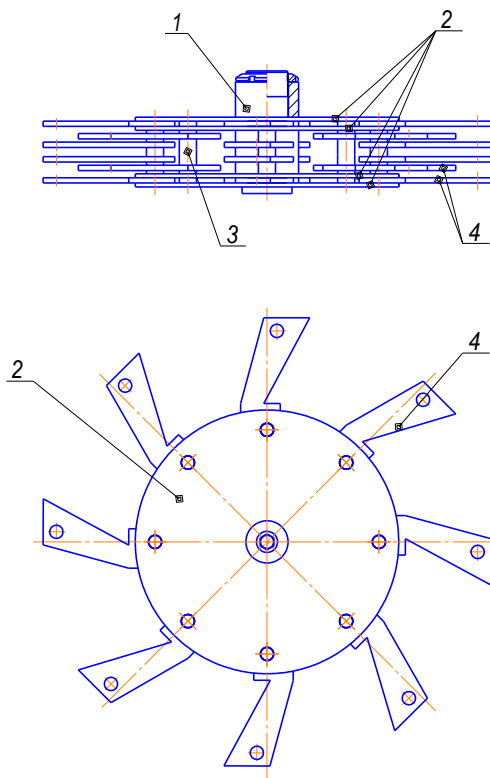


Рис. 3. Молотковый ротор:  
1 – ротор; 2 – диски ротора; 3 – оси молотковых рабочих органов;  
4 – молотковые рабочие органы

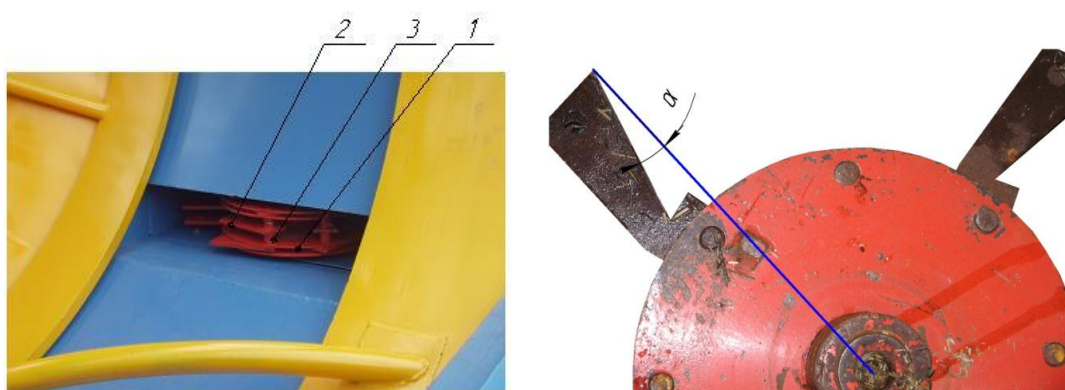


Рис. 4. Общий вид ротора с закрепленными на нем молотковыми рабочими органами

При проведении эксперимента оценивалось влияние на критерий оптимизации следующих факторов: угол установки молоткового ротора  $\alpha$ ; частота вращения бункера  $n_b$ .

При измельчении соломы озимой ржи в рулонах агрегатом с молотковым ротором была реализована матрица плана  $3^2$ . Основные

уровни и интервалы варьирования факторов были выбраны по результатам однофакторных экспериментов. Матрица планирования и результаты опытов, вычисленные по данным трехкратной повторности, представлены в таблице 1.

Факторы и уровни варьирования

Название факторов, их обозначение и ед. измерения	Кодир. значение факторов	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			нижний -1	базовый 0	верхний +1
Частота вращения бункера, $n_b$ , мин <sup>-1</sup>	$x_1$	2	5	7	9
Угол установки молоткового ротора, $\alpha$ град	$x_2$	10	10	20	30

В качестве критериев оптимизации были приняты следующие показатели: удельные энергозатраты  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/(т·ед.ст.изм.); мощность, потребляемая измельчителем-раздатчиком  $P$ , кВт; пропускная способность агрегата  $Q$ , т/ч; степень измельчения  $\lambda$ .

**Результаты.** В ходе экспериментальных исследований получили следующие значения, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Матрица плана  $3^2$  исследования работы измельчителя стебельных кормов

№ п/п	Факторы		Критерии оптимизации			
	$x_1$	$x_2$	удельные энергозатраты $\mathcal{E}$ , кВт·ч/(т·ед.ст.изм.)	мощность, потребляемая измельчителем-раздатчиком $P$ , кВт	степень измельчения $\lambda$	пропускная способность $Q$ , т/ч
1	-1	-1	1,52	14,30	3,28	2,93
2	-1	0	1,69	13,27	3,40	2,33
3	-1	+1	1,59	11,80	3,94	1,89
4	0	-1	1,08	15,77	3,02	4,91
5	0	0	1,23	16,13	3,23	4,06
6	0	+1	1,42	12,57	4,14	2,15
7	+1	-1	0,88	18,00	3,43	6,01
8	+1	0	0,91	17,83	3,90	5,06
9	+1	+1	1,33	12,43	4,25	2,20

Оценку коэффициентов регрессии проводили на компьютере с помощью программы STATGRAPHICS Plus. Незначимые коэффициенты исключали из модели, после исключения каждого незначимого коэффициента математическую модель пересчитывали. В результате получены следующие математические модели:

$$\mathcal{E} = 1,225 - 0,278 \cdot x_1 + 0,142 \cdot x_2 + 0,097 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (1)$$

$$P = 15,889 + 1,483 \cdot x_1 - 1,878 \cdot x_2 - 1,6 \cdot x_2^2; \quad (2)$$

$$\lambda = 3,452 + 0,158 \cdot x_1 + 0,432 \cdot x_2 + 0,335 \cdot x_1^2; \quad (3)$$

$$Q = 4,019 + 1,02 x_1 - 1,268 x_2 - 0,468 x_2^2. \quad (4)$$

На удельные энергозатраты процесса измельчения (1) наибольшее влияние оказывает фактор  $x_1$  – частота вращения бункера ( $b_1 = -0,278$ ). Удельные энергозатраты измельчения снижаются при увеличении частоты вращения бункера. На мощность, потребляемую измельчителем-раздатчиком (2), наибольшее влияние оказывает фактор  $x_2$  – угол установки молоткового ротора ( $b_2 = +1,878$ ). При увеличении угла наклона, мощность снижается.

На степень измельчения (3) значительное влияние оказывает фактор  $x_2$  ( $b_2 = +0,432$ ). При увеличении фактора  $x_2$  степень измельчения возрастает.

Анализ математической модели  $Q$  (4) показывает, что наибольшее влияние на критерий оптимизации оказывает угол наклона молоткового ротора ( $b_2 = -1,268$ ). При уменьшении угла наклона  $\alpha$ , и увеличении фактора  $x_1$  ( $b_1 = +1,02$ ) – частота вращения бункера, пропускная способность возрастает.

Определение оптимальных значений факторов проводили с помощью двумерных сечений. На рисунке 3 представлены двумерные сечения поверхности отклика в координатах: частота вращения бункера и угол наклона молоткового ротора.

Анализируя сечения поверхности отклика (рис. 5 а), можно сделать вывод, что минимальные удельные энергозатраты  $\mathcal{E} = 0,71$  кВт·ч/(т·ед.ст.изм.) достигаются при частоте вращения бункера  $n_b = 9$  мин<sup>-1</sup>, и угле установки молоткового ротора  $\alpha = 10^\circ$ .

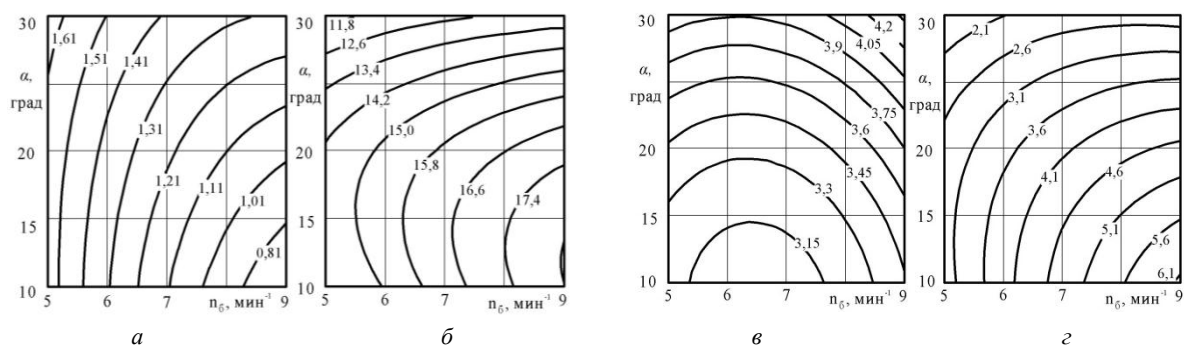


Рис. 5. Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующие изменение удельных энергозатрат (а), мощности, потребляемой измельчителем (б), степени измельчения (в) и пропускной способности (г) в зависимости от частоты вращения ( $x_1$ ) бункера и угла установки ( $x_2$ ) молоткового ротора

Из анализа двумерных сечений (рис. 5, б) видно, что минимальная мощность, потребляемая измельчителем  $P = 11,8$  кВт, достигается при частоте вращения бункера  $n_b = 5$  мин<sup>-1</sup> и угле установки молоткового ротора  $\alpha = 30^\circ$ .

Максимальное значение степени измельчения  $\lambda = 4,4$  (рис. 5, в) достигается при частоте вращения бункера  $n_b = 9$  мин<sup>-1</sup> и угле установки молоткового ротора  $\alpha = 30^\circ$ .

Из анализа двумерных сечений (рис. 5, г) видно, что с уменьшением угла наклона молоткового ротора и увеличением частоты

вращения бункера увеличивается пропускная способность с 2,1 до 6,1 т/ч.

**Вывод.** В ходе решения компромиссной задачи по оптимизации параметров рабочего процесса мобильного измельчителя-раздатчика определили его оптимальные параметры: частота вращения бункера  $n = 9$  мин<sup>-1</sup>, угол наклона молоткового ротора  $\alpha = 20^\circ$ . При этом пропускная способность агрегата составляет  $Q = 4,7$  т/ч; удельные энергозатраты  $\mathcal{E} = 1,0$  кВт·ч/(т.ед.ст.изм.); потребляемая мощность  $P = 17$  кВт; степень измельчения –  $\lambda = 3,8$ .

#### Литература

1. Косолапов Е. В. Совершенствование конструкции и оптимизация параметров мобильного измельчителя-раздатчика стебельных кормов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Киров, 2017. 22 с.
2. Булатов С. Ю. Повышение эффективности приготовления кормов путем совершенствования конструкции и технологического процесса кормоприготовительных машин // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2017. № 1 (17) 2017. С. 55–64.
3. Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н., Одегов В. А. Механизация, электрификация и автоматизация процессов в животноводстве: методическое пособие. Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2015. 51 с.
4. Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н., Рылов А. А., Горбунов Р. М. Машины и оборудование в животноводстве: лабораторный практикум. Киров: Вятская ГСХА, 2017. 88 с.
5. Булатов С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Киров, 2011. 170 с.
6. Мохнаткин В. Г., Косолапов Е. В. Обзор универсальных технических средств для измельчения и раздачи грубых кормов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Межвузовский сборник научных трудов. Киров: Вятская ГСХА, 2004. Вып. 4. С. 195–199.
7. Мохнаткин В. Г., Рылов А. А., Солонщиков П. Н., Будилов А. В. Обзор мобильных измельчителей-раздатчиков грубых кормов, используемых на фермах // Вестник НГИЭИ: Серия технические науки. 2014. № 2 (33). С. 38–45.
8. Мохнаткин В. Г., Рылов А. А., Косолапов Е. В. Повышение эффективности работы молоткового измельчителя-раздатчика грубых кормов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Межвузовский сборник научных трудов. Киров: Вятская ГСХА, 2005. Вып. 5. С. 164–168.
9. Мохнаткин В. Г., Косолапов Е. В., Кошурников Д. Н. Повышение эффективности измельчения стебельных материалов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 2. С. 31–32.
10. Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н. Технологии и технические средства для приготовления и раздачи кормов. Киров: Вятская ГСХА, 2016. 58 с.
11. Патент на полезную модель № 45067, МПК7 А 01 F 29/00. Измельчитель-раздатчик кормов / В. Г. Мохнаткин, Н. Ф. Баранов, А. А. Рылов, Е. В. Косолапов (РФ). № 2004135745/22; заявл. 06.12.2004, опубл. 27.04.2005, Бюл. № 12.
12. Патент на полезную модель № 56775, МПК7 А 01 F 29/00 А 01 К 5/00. Измельчитель-раздатчик кормов / В. Г. Мохнаткин, Н. Ф. Баранов, А. А. Рылов, Е. В. Косолапов, Д. Н. Кошурников (РФ). № 2006102116/22; заявл. 25.01.2006; опубл. 27.09.2006, Бюл. № 27.



13. Патент на полезную модель № 58846, МПК7 А 01 F 29/00 А 01 К 5/00. Измельчитель-раздатчик кормов / В. Г. Мохнаткин, А. А. Рылов, Е. В. Косолапов, Д. Н. Кошурников (РФ). № 2006126348/22; заявл. 20.07.2006; опубл. 11.12.2006, Бюл. № 34.
14. Солонщиков П. Н., Мошонкин А. М., Доронин М. С. Совершенствование машин и оборудования в производстве кормов в животноводстве // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9 (76). С. 64–76.
15. Shulat'ev V. Doskonalenie ksztaltu obudowy korpusu kosiarko-rozdrabniacza KIR-1,5 / V. Shulat'ev, V. Mochnatkin, D. Krasikow // Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roslinnej: X Miedzynarodowe sympozjum. Warszawa- Melitopol, 2003. S. 217–224.
16. Van der Maas J., Jakob R., Ammann H. Mobile Fütterungssysteme // FAT – Tanikon. 1998. № 522. P. 1–14.
17. Von Marous Brandt. Anmerkungen zur Beurteilung von Hammermühle // Die Mühle Mischfüttertechnik, April, 9, 1970. P. 209–212.

## OPTIMIZATION OF THE MAIN PARAMETERS OF A HAMMER SHREDDER IN THE PREPARATION OF ROUGHAGES

**P. N. Solonshchikov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor;

**E. V. Kosolapov**, Cand. Tech. Sci.,

FSBEI HE Vyatka State Agricultural Academy

133, Oktyabrsky prospect, Kirov, 610017, Russia

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

### ABSTRACT

The article is devoted to the research of different hammer designs and their impact on shredder performance indicators in order to optimize its parameters. The research was carried out in 2009–2018 in the laboratory of the FSBEI HE Vyatka SAA. At the same time, the substantiation of working tool design was made theoretically and experimentally. During the course of research, it was figured out that hammers should have such form which would allow reducing centrifugal force that leads to increase in consumption of energy and rapid wear and tear of a working tool in general. A new form of the hammer implemented in a roughages shredder allows improving the basic technical parameters of shredder during the process of cutting and grinding. Experimental research on a shredder-distributor showed that if the frequency of tanker rotation  $n = 9 \text{ min}^{-1}$  and the tilt angle of a hammer rotor  $\alpha = 20^\circ$  then the throughput capacity of machine is equal to  $Q = 4.7 \text{ t/h}$ , specific energy consumption  $\Theta = 1.0 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{ton}\cdot\text{refining ratio unit})$  power consumption  $P = 17 \text{ kW}$ ; refining ratio  $\lambda = 3.8$ .

*Key words: chopper-distributor, installation angle of hammer rotor, frequency of tanker rotation, throughput capacity, rotor, hammer, tool, power, grinding degree.*

### References

1. Kosolapov E. V. Sovershenstvovanie konstruktсии i optimizatsiya parametrov mobil'nogo izmel'chatelya-razdatchika stebel'nykh kormov (Improvement of design and optimization parameters of mobile shredder-distributor for stem fodders), avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01, Kirov, 2017, 22 p.
2. Bulatov S. Yu. Povyshenie effektivnosti prigotovleniya kormov putem sovershenstvovaniya konstruktсии i tekhnologicheskogo protsessa kormoprigotovitel'nykh mashin (Improving the efficiency of fodder preparation by the improvement of design and technological process of fodder preparation machines), Nauchno-prakticheskii zhurnal Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No. 1 (17) 2017, pp. 55–64.
3. Mokhnatkin V. G., Solonshchikov P. N., Odegov V. A. Mekhanizatsiya, elektrifikatsiya i avtomatizatsiya protsessov v zhivotnovodstve : metodicheskoe posobie (Mechanization, electrification and automation of processes in animal husbandry: methodological guide), Kirov, FGBOU VPO Vyatskaya GSKhA, 2015, 51 p.
4. Mokhnatkin V. G., Solonshchikov P. N., Rylov A. A., Gorbunov R. M. Mashiny i oborudovanie v zhivotnovodstve : laboratornyi praktikum (Machines and equipment in animal husbandry. laboratory workshop), Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2017, 88 p.
5. Bulatov S. Yu. Povyshenie effektivnosti rabocheho protsessa malogabaritnogo kombikormovogo agregata putem sovershenstvovaniya sistemy zagruzki i ochistki furazhnogo zerna (Improving the efficiency of exploitation process of small-sized mixed-fodder device by improving the system of fodder grain loading and purification), dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01, Kirov, 2011, 170 p.
6. Mokhnatkin V. G., Kosolapov E. V. Obzor universal'nykh tekhnicheskikh sredstv dlya izmel'cheniya i razdachi grubyykh kormov (Overview of universal technical means for grinding and distribution of roughages), Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelei sel'skokhozyaistvennoi energetiki, Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov, Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2004, Vyp. 4, pp. 195–199.

7. Mokhnatkin V. G., Rylov A. A., Solonshchikov P. N., Budilov A. V. Obzor mobil'nykh izmel'chitelei-razdatchikov grubyykh kormov, ispol'zuemykh na fermakh (Overview of mobile shredder-distributors of roughages used on farm), Vestnik NGIEI: Seriya tekhnicheskie nauki, 2014, No. 2 (33), pp. 38–45.
8. Mokhnatkin V. G., Rylov A. A., Kosolapov E. V. Povyshenie effektivnosti raboty molotkovogo izmel'chitelya-razdatchika grubyykh kormov (Increase of efficiency of hammer shredder-distributor of roughages), Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelei sel'skokhozyaistvennoi energetiki, Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov, Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2005, Vyp. 5, pp. 164–168.
9. Mokhnatkin V. G., Kosolapov E. V., Koshurnikov D. N. Povyshenie effektivnosti izmel'cheniya stebel'nykh materialov (Improving the efficiency of grinding of stem materials), Traktory i sel'skokhozyaistvennyye mashiny, 2007, No. 2, pp. 31–32.
10. Mokhnatkin V. G., Solonshchikov P. N. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya prigotovleniya i razdachi kormov (Technologies and technical means for preparation and distribution of fodder), Kirov, Vyatskaya GSKhA, 2016, 58 p.
11. Mokhnatkin V. G., Baranov N. F., Rylov A. A., Kosolapov E. V. Patent na poleznuyu model' No. 45067, MPK7 A 01 F 29/00. Izmel'chitel'-razdatchik kormov (Shredder-distributor of fodder), No. 2004135745/22, zayavl. 06.12.2004, opubl. 27.04.2005, Byul. No. 12.
12. Mokhnatkin V. G., Baranov N. F., Rylov A. A., Kosolapov E. V., Koshurnikov D. N. Patent na poleznuyu model' No. 56775, MPK7 A 01 F 29/00 A 01 K 5/00. Izmel'chitel'-razdatchik kormov (Shredder-distributor of fodder), No. 2006102116/22, zayavl. 25.01.2006, opubl. 27.09.2006, Byul. No. 27.
13. Mokhnatkin V. G., Rylov A. A., Kosolapov E. V., Koshurnikov D. N. Patent na poleznuyu model' No. 58846, MPK7 A 01 F 29/00 A 01 K 5/00. Izmel'chitel'-razdatchik kormov (Shredder-distributor of fodder), No. 2006126348/22, zayavl. 20.07.2006, opubl. 11.12.2006, Byul. No. 34.
14. Solonshchikov P. N., Moshonkin A. M., Doronin M. S. Sovershenstvovanie mashin i oborudovaniya v proizvodstve kormov v zhivotnovodstve (Improvement of machinery and equipment in fodder production and animal husbandry), Vestnik NGIEI, 2017, No. 9 (76), pp. 64–76.
15. Shulat'ev V., Mochnatkin V., Krasikov D. Doskonalenie ksztaltu obudowy korpusu kosiarko-rozdrabniacza KIR-1,5, Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roslinnej, X Miedzynarodowe sympozjum, Warszawa- Melitopol, 2003, pp. 217–224.
16. Van der Maas J., Jakob R., Ammann H. Mobile Futterungssysteme, FAT – Tanikon, 1998, No. 522, pp. 1–14.
17. Von Marous Brandt. Anmerkungen zur Beurteilung von Hammermuhle, Die Muhle Mischfuttertechnik, April, 9, 1970, pp. 209–212.

## АГРОНОМИЯ

УДК 633.1 : 631.82

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОВСА**

**В. Д. Абашев**, д-р с.-х. наук;  
**Е. Н. Носкова**, канд. с.-х. наук,  
ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока»,  
ул. Ленина, 166а, г. Киров, Россия, 610007  
E-mail: [niish-sv@mail.ru](mailto:niish-sv@mail.ru)

*Аннотация.* В длительном стационаре ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» в шестипольном зернопаротравяном севообороте в 1972-2017 гг. проводилось изучение влияния возрастающих доз (0, 30, 60, 90, 120, 150 кг д.в./га) полного минерального удобрения на урожайность различных сортов овса. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на элювии пермских глин. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли:  $pH_{\text{сол.}}$  – 4,8, содержание  $P_2O_5$  – 46 мг/кг,  $K_2O$  – 160 мг/кг почвы, гумус – 1,5%. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию, использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и хлористый калий. С увеличением доз минеральных удобрений до уровня  $N_{60}P_{60}K_{60}$  или  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайность изучаемых сортов овса возрастала. Внесение более высоких доз NPK не способствовало повышению урожайности овса. Максимальная урожайность пленчатых сортов овса в среднем за 9 лет 3,27 т/га была получена при внесении полного минерального удобрения в дозе 60 кг д.в./га, при урожайности на контрольном варианте 1,55 т/га. Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений зерном пленчатого овса в среднем по вариантам за 9 лет составила 3,9–9,6 кг. Наибольшая окупаемость наблюдалась в варианте с минимальной дозой  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Каждое увеличение дозы удобрений приводило к снижению окупаемости зерном овса. Среди возделываемых в опыте пленчатых сортов максимальную урожайность 4,08 т/га обеспечил в 2003-2005 гг. ценный по качеству сорт Аргамак селекции Фаленской селекционной станции при дозе удобрения  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Максимальная урожайность голозерных сортов овса в среднем за 6 лет 3,17 т/га была получена при внесении полного минерального удобрения в дозе  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Урожайность овса определялась в основном применением азотных и фосфорных удобрений.

*Ключевые слова:* овес, минеральные удобрения, урожайность, сорт, окупаемость удобрений зерном, экономическая эффективность применения удобрений.

**Введение.** Основным средством, обеспечивающим высокую урожайность сельскохозяйственных культур при своевременном и качественном выполнении других агротехнических приемов, является применение удобрений [1, 2, 13]. Это положение очень важно для дерново-подзолистых почв Кировской области, которые содержат сравнительно неболь-

шое количество легкодоступных элементов питания и отличаются низким естественным плодородием [3]. Длительные опыты с удобрениями дают возможность глубоко изучить закономерности действия удобрений на урожай и его качество [4, 5]. Минеральные удобрения оказывают значительное воздействие на почву, в частности, внесение NPK повышает

уровень содержания основных элементов питания, обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [6, 7, 8]. Необходимо определение таких доз минеральных удобрений, которые обеспечивают сохранение почвенного плодородия и экономически оправданный прирост урожая при различных типах погодных условий. В зонах с достаточным количеством осадков эффект удобрений определяет 75 % прироста урожайности [9]. Возможность устойчивого управления прибавками урожая и окупаемостью удобрений для зерновых культур на территории Нечерноземной зоны реализуется в диапазоне доз азотных удобрений N 60-90 [10].

Овес является ценной фитосанитарной культурой и хорошим предшественником. Эта кормовая и зернофуражная культура используется в виде целого или дробного зерна, муки и отрубей. Зеленая масса как в чистом виде, так и в смесях с бобовыми культурами идет на сочный корм, сено, силос, травяную муку, брикеты. Овес отличается меньшей требовательностью к теплу и плодородию почвы, устойчив к заморозкам, отзывчив на удобрения, способен быстро развивать корневую систему, благодаря чему меньше других культур страдает от засухи [11, 12].

Большой интерес для производства кормов и диетических продуктов питания представляют голозерные сорта овса. Овес голозерный может использоваться на кормовые и пищевые цели без существенной предварительной обработки, что значительно снижает трудовые затраты и стоимость продукции при более высоком ее качестве. Выход крупы из голозерного овса составляет 88–89 %, из пленчатого – 48–58 % [14, 15]. Ряд исследователей отмечали, что наиболее благоприятные условия для проявления высокой степени голозерности складываются при температуре 20–25<sup>0</sup>C и ранних сроках сева [16].

Цель исследований – изучить влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность различных сортов пленчатого и голозерного овса.

**Методика.** На опытном поле НИИСХ «Северо-Востока» (с. Красное) с 1972 года

проводится полевой опыт с возрастающими дозами минеральных удобрений. Изучение влияния удобрений на урожайность различных сортов овса проводилось в трех закладках длительного стационарного опыта. Исследования проведены в первой, второй, пятой, шестой и седьмой ротациях зернопаротравяного севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на элювии пермских глин. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли: рН<sub>сол.</sub> – 4,8, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 46 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 160 мг/кг почвы, гумус – 1,5%. Минеральные удобрения вносили вручную весной под предпосевную культивацию. Использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и хлористый калий. Схема опыта включает 54 варианта. Посевная площадь опытной делянки 140 м<sup>2</sup>, повторность двухкратная. В настоящей статье использованы 22 варианта опыта. Агротехника в опыте – общепринятая для Нечерноземной зоны. Предшественник овса – яровая пшеница.

**Результаты.** В таблице 1 представлены экспериментальные данные по величине урожайности зерна пленчатых сортов овса за три ротации севооборота. С увеличением доз минеральных удобрений урожайность всех изучаемых пленчатых сортов овса возрастала до уровня N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Внесение более высоких доз НРК не способствовало повышению урожайности овса. Максимальная урожайность пленчатых сортов овса в среднем за 9 лет 3,32 т/га была получена при внесении полного минерального удобрения в дозе 120 кг д.в./га при урожайности на контрольном варианте 1,55 т/га. Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений зерном пленчатого овса в среднем за 9 лет составила 3,9-9,6 кг, максимальная окупаемость наблюдалась в варианте с минимальной дозой N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Каждое увеличение дозы удобрений приводило к снижению окупаемости зерном овса. Среди возделываемых в опыте пленчатых сортов максимальную урожайность 4,08 т/га обеспечил в 2003-2005 гг. ценный по качеству сорт Аргамак селекции Фаленской селекционной станции при дозе удобрения N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.

Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность пленчатых сортов овса, т/га

Сорт, годы	Контроль	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	HCP <sub>05</sub>
Орел, 1972-1974	1,15	1,74	2,02	2,26	2,46	2,65	0,25
Сельма, 1985-1987	1,65	2,54	3,29	3,66	3,43	3,34	0,36
Аргатак, 2003-2005	1,84	2,95	3,34	3,88	4,08	3,92	0,51
Среднее за 9 лет	1,55	2,41	2,88	3,27	3,32	3,30	0,40
Окупаемость 1 кг д.в., кг	-	9,6	7,4	6,4	4,9	3,9	-

Урожайность пленчатого овса в основном определялась применением азотных и фосфорных удобрений и их взаимодействием. Калийные удобрения оказали существенное влияние на величину урожая зерна при их совместном внесении с азотными. Наибольшая урожайность получена при внесении полного минерального удобрения (NPK).

Урожайность зерна голозерного овса сорта Вятский в годы исследований возрастала при увеличении доз азотных и совместном применении их с фосфорными удобрениями. Применение калийных удобрений существен-

ного влияния не оказало. Оптимальной дозой под голозерный овес Вятский можно считать N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>30</sub>, при этом урожайность составила 3,49 т/га, что в 3 раза выше, чем без удобрений. Дальнейшее повышение дозы удобрений до N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> не привело к достоверному росту урожайности. Лучшую окупаемость 1 кг д.в. удобрений зерном голозерного овса сорта Вятский обеспечили следующие минимальные дозы: N<sub>60</sub> – 28,3 кг, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> – 17,2, N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 14,3 кг. Каждое увеличение доз удобрений приводило к снижению окупаемости зерном (табл. 2).

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на урожайность голозерного овса

Доза удобрений, кг/га д.в.	Вятский (2009-2011 гг.)			Першерон (2015-2017 гг.)		
	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Окупаемость, кг/кг	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Окупаемость, кг/кг
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,18	-	-	1,48	-	-
N <sub>60</sub>	2,88	1,70	28,3	1,81	0,33	5,5
P <sub>60</sub>	1,45	0,27	4,5	1,61	0,13	2,2
K <sub>60</sub>	1,55	0,37	6,2	1,47	- 0,01	-
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	3,24	2,06	17,2	2,25	0,77	6,4
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,62	1,44	12,0	1,83	0,35	2,9
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,47	0,29	2,4	1,89	0,41	3,4
N <sub>120</sub>	3,05	1,87	15,6	1,90	0,42	3,5
P <sub>120</sub>	1,42	0,24	2,0	1,93	0,45	3,8
K <sub>120</sub>	1,19	0,01	-	1,37	- 0,11	-
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	3,46	2,28	12,7	2,17	0,69	3,8
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	3,78	2,60	10,8	2,08	0,60	2,5
N <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	3,28	2,10	8,8	1,94	0,46	1,9
P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	1,58	0,40	1,7	1,89	0,41	1,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,47	1,29	14,3	1,99	0,51	5,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,92	1,74	9,7	2,41	0,93	5,2
N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,36	2,18	14,5	2,52	1,04	6,9
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	3,49	2,31	11,0	2,28	0,80	3,8
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	3,56	2,38	8,8	2,36	0,88	3,3
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	3,86	2,68	7,4	2,48	1,00	2,8
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	3,73	2,55	9,4	2,23	0,75	2,8
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>	3,97	2,79	6,2	2,43	0,95	2,1
HCP <sub>05</sub>		0,49			0,44	

Оптимальной дозой под голозерный овес сорта Першерон можно считать  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , которая обеспечила урожайность 2,41 т/га, что в 1,6 раза больше, чем без удобрений. При анализе данных по урожайности сорта Першерон за годы исследований прослеживалось очень сильное влияние погодных условий, особенно уровня влагообеспеченности растений. Более высокая продуктивность обеспечена в 2015 году, когда она варьировала от 1,96 до 3,47 т/га, а в засушливом 2016 была получена низкая урожайность от 0,85 до 2,05 т/га.

В благоприятных условиях вегетационных периодов 2009 и 2011 годов натура зерна голозерного овса составляла примерно 641-689 и 672-690 г/л, а в засушливых условиях вегетационного периода 2010 года – 639-676 г/л. Натура зерна овса возросла в 2009 году под действием фосфорных удобрений, а в 2011 – под действием азотных. В 2010 году применение минеральных удобрений не оказало существенного влияния на натуру зерна голозерного овса.

Масса 1000 зерен голозерного овса Вятский в 2009 и 2011 годах была 25,2–28,3 г и возрастала с увеличением доз азотных, фосфорных и калийных удобрений. В засушливых условиях 2010 года было получено мелкое зерно с массой 1000 зерен 22,8–25,2 г. В засушливых условиях масса 1000 зерен голозерного овса Вятский возрастала при совместном применении фосфорных и калийных удобрений.

Пленчатость (содержание мякинной оболочки) считается сортовым признаком, у голозерных сортов наличие пленки нежелательно. В 2009 году доля пленчатых зерен в общем урожае в среднем по опыту составила 13,5%, в 2010 году – 7,8%. То есть в засушливых условиях 2010 года было получено зерно овса с меньшей долей пленчатых зерен.

Внесение азотных удобрений  $N_{90}$  в 2009 году позволило получить зерно овса с содержанием белка на уровне контроля – 11,3%. Дальнейшее возрастание доз азотных удобрений привело к увеличению содержания белка в зерне голозерного овса. Существенных изменений в содержании крахмала и жира под действием удобрений не наблюдалось, хотя содержание крахмала изменялась в пределах 47,6–62,9%, жира – 2,18–4,88% [7].

Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании голозерного овса сорта Вятский определялась с учетом стоимости продукции и издержек на ее производство. Были рассчитаны технологические карты по шести основным вариантам опыта. Все расчеты проведены в ценах 2010 года.

Расчеты показали, что производство голозерного овса является рентабельным. Наиболее экономически выгодным возделывание голозерного овса сорта Вятский оказалось при дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . При урожайности 3,56 т/га условный чистый доход составил 2084 руб/га, себестоимость 1 т – 3414 руб., окупаемость 1 кг д.в. удобрений – 8,8 кг зерна.

**Выводы.** 1. С увеличением доз минеральных удобрений урожайность всех изучаемых сортов пленчатого овса возрастала: сорт Орел – до уровня  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , сорт Сельма – до уровня  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Урожайность голозерного овса Вятский при дозе  $N_{90}P_{90}K_{30}$  составила 3,49 т/га при достоверной прибавке 2,31 т/га. Дальнейшее увеличение доз удобрений не способствовало достоверному повышению его урожайности.

2. Урожайность овса определялась в основном применением азотных и фосфорных удобрений. При хорошей обеспеченности почвы калием (4 группа) овес не отзывался на внесение калийных удобрений.

3. Среди возделываемых сортов пленчатого овса максимальную урожайность 4,08 т/га обеспечил в 2003-2005 гг. ценный по качеству сорт Аргамак при дозе удобрения  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Среди сортов голозерного овса максимальную урожайность 3,86 т/га обеспечил в 2009-2011 гг. сорт Вятский при дозе удобрения  $N_{120}P_{120}K_{120}$ .

4. Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений зерном пленчатых сортов овса в среднем за 9 лет составила 3,9-9,6 кг. Наибольшая окупаемость удобрений наблюдалась в варианте с минимальной дозой  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 9,6 кг зерна. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений зерном голозерных сортов овса в среднем за 6 лет составила 1,7-16,9 кг. Наибольшая окупаемость удобрений голозерным овсом Вятский наблюдалась в вариантах  $N_{60}$  – 28,3 кг,  $N_{60}P_{60}$  – 17,2 кг, голозерным овсом Першерон в вариантах  $N_{60}P_{60}$  – 6,4 кг,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 5,7 кг.

5. Наиболее экономически эффективным возделывание голозерного овса Вятский окзалось при внесении азотных удобрений в дозе  $N_{60}$  и азотно-фосфорных  $N_{60}P_{60}$ , голозерного овса Першерон – азотно-фосфорных  $N_{60}P_{60}$  и полного минерального удобрения  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

#### Литература

1. Романенко Г. А., Тютюнников А. И., Сычев В. Г. Удобрения. Значение, эффективность применения : справочное пособие. М. : ЦИНАО, 1998. 376 с.
2. Кирюшин В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 3. С. 19–25.
3. Молодкин В. Н., Бусыгин А. С. Плодородие пахотных почв Кировской области // Земледелие. 2016. № 8. С. 16–18.
4. Иванова Т. И., Кожемякова Р. Н., Плешакова С. В. Эффективность минеральных удобрений при длительном применении на дерново-подзолистой почве // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. Вып. VIII. М. : Агропромиздат, 1985. С. 27.
5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч.1. М. : ВИУА. 1986. 148 с.
6. Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы и продуктивности севооборота при длительном применении удобрений / А. В. Пасынков, Е. В. Светлакова, Е. Н. Пасынкова [и др.] // В сб. Результаты длительных исследований в системе Геосети опытов с удобрениями РФ. Вып. 2. М. : ВНИИА. 2012. С. 267–288.
7. Абашев В. Д., Козлова Л. М., Светлакова Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зернофуражного ячменя и голозерного овса // Кормопроизводство. 2015. № 4. С. 11–15.
8. Влияние длительного применения минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность севооборота и качество зерна / А. В. Пасынков, Е. В. Светлакова, Н. В. Котельникова [и др.] // Агрохимия. 2016. № 10. С. 38–47.
9. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (Эколого-генетические основы). Кишинев : Штиинца. 1990. 432 с.
10. Изучение географических закономерностей действия удобрений на продуктивность зерновых культур с учетом агрометеорологических условий на территории Нечерноземной зоны / В. А. Романенков, М. В. Беличенко, М. П. Листова [и др.] // Агрохимия. 2012. № 4. С. 21–29.
11. Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Русакова И. И. Биология и генетика овса. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока. 2008. 456 с.
12. Турусов В. И., Корнилов И. М. Ресурсосберегающие технологии при возделывании овса // Кормопроизводство. 2015. № 12. С. 18–22.
13. Soon Y. K. Nutrients uptake by barley roots under field conditions // Plant Soil. 1988. 109,2. P. 171–179.
14. Šimeček K., Zeman L. Potreba energie a zivin pro prasata // Sbornik vŭzv. Pohorelice. Brno. 1991. S. 51–59.
15. Vazel H. J., Lichtenfeld H., Lohse G. Müller erproben Nackhafer // Getreidewirtschaft. 1987. P. 278–279.
16. Kikkari A., Peltonen-Sainio A., Lehtinen P. Dehulling capacity and storability of naked oat // Agricultural and Food Science. 2004. V. 13. № 1–2. P. 198–211.

## THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON GRAIN YIELD CAPACITY OF OAT

V. D. Abashev, Dr. Agr. Sci.;

E. N. Noskova, Cand. Agr. Sci.

Federal Agrarian Scientific Center of North-East

166-a, Lenina St., Kirov, 610007, Russia

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

### ABSTRACT

In 1972-2017 the influence of increasing doses of complete mineral fertilizer (0, 30, 60, 90, 120, and 150 kg of acting ingredient/ha) on the yield capacity of different oat varieties was studied in six-field grain-fallow-grass crop rotation at long-term station of Federal Agrarian Scientific Center of North-East. The experiment was conducted on sod-podzolic, middle loamy soil formed from eluvium of Perm clay. Argochemical parameters of plough layer at the beginning of experiment were the following: pHKCl. – 4.8, content of  $P_2O_5$  – 46 mg/kg,  $K_2O$  – 160 mg/kg of soil, humus – 1.5%. Mineral fertilizers such as ammonium nitrate, double superphosphate, and potassium chloride were

applied to the pre-plant cultivation. The yield capacity of all studied oat varieties increased up to  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  with increase in mineral fertilizer doses. Higher doses of NPK did not improve the yield capacity of oat. On average over the nine years, the maximum yield of chaffy oat varieties (3.27 t/ha) was obtained at application of complete mineral fertilizers of 60 kg of acting ingredient/ha; the yield capacity of control variant was 1.55 t/ha. On average over the nine years, the recouplement of 1 kg of acting ingredient of applied fertilizers by chaffy oat grain was equal to 3.9-9.6 kg. The highest recouplement was observed in variant with a minimal dose of  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Each increase in fertilizer dose led to decrease in recouplement by oat grain. Among all chaffy oat varieties cultivated in study, the maximum yield capacity (4.08 t/ha) was achieved in 2003-2005 by the quality-valuable Argamak variety (selected in Flenskaya selective station) with  $N_{120}P_{120}K_{120}$  fertilizer dose. On average over the six years, the maximum yield capacity of naked oat varieties (3.17 t/ha) was obtained when complete mineral fertilizer was applied in a dose of  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . The yield capacity of oat was mainly determined by application of nitric and phosphoric fertilizers.

*Key words: oat, mineral fertilizers, yield capacity, variety, recouplement of fertilizers by grain, economic effectiveness of fertilizers.*

#### References

1. Romanenko G. A., Tyutyunnikov A. I., Sychev V. G. Udobreniya. Znachenie, effektivnost' primeneniya (Fertilizers. Importance, application effectiveness), spravocnoe posobie, Moscow, 1998, 376 p.
2. Kiryushin V. I. Mineral'nye udobreniya kak klyuchevoi faktor razvitiya sel'skogo kho-zyaistva i optimizatsii prirodopol'zovaniya (Mineral fertilizers as a key factor of agriculture development and optimization of nature resource management), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2016, T. 30, No. 3, pp. 19–25.
3. Molodkin V. N., Busygin A. S. Plodorodie pakhotnykh pochv Kirovskoi oblasti (Fertility of arable soils in Kirovskaya Oblast), Zem-ledelie, 2016, No. 8, pp. 16–18.
4. Ivanova T. I., Kozhemyakova R. N., Pleshakova S. V. Effektivnost' mineral'nykh udobrenii pri dlitel'nom primenenii na dernovo-podzolistoi pochve (The effectiveness of mineral fertilizers during a long-term application to sod-podzolic soil), Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenii na plodorodie pochvy i produktivnost' sevooborotov, Vyp. VIII, Moscow, Agropromizdat, 1985, p. 27.
5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami (Methodology guidelines for studies in long-term experiments with fertilizers application), Ch.1, Moscow, VIUA, 1986, 148 p.
6. Pasyukov A. V., Svetlakova E. V., Pasyukova E. N. et al. Izmenenie agrokhimicheskikh pokazatelei dernovo-podzolistoi pochvy i produktivno-sti sevooborota pri dlitel'nom primenenii udobrenii (Changes in agrochemical parameters of sod-podzolic soil and productivity of crop rotation at long-term fertilizing), V sb. Rezul'taty dlitel'nykh issledovaniy v sisteme Geoseti opytov s udobreniyami RF, Vyp. 2, Moscow, VNIIA, 2012, pp. 267–288.
7. Abashev V. D., Kozlova L. M., Svetlakova E. V. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo zernofurazhnogo yachmenya i golozernogo ovsa (The influence of mineral fertilizers on the yield capacity and quality of grain-forage barley and naked oat), Kormoproizvodstvo, 2015, No. 4, pp. 11–15.
8. Pasyukov A. V., Svetlakova E. V., Kotelnikova N. V., Abashev V. D. et al. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenii na plodorodie dernovo-podzolistoi pochvy, produktivnost' sevooborota i kachestvo zerna (The Influence of long-term application of mineral fertilizers on fertility of sod-podzolic soil, productivity of crop rotation, and grain quality), Agrokimiya, 2016, No. 10, pp. 38–47.
9. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rasteniyevodstvo (Ekologo-geneticheskie osnovy) (Adaptive plant production (Ecological and genetic basis)), Kishinev, Shtiintsa, 1990, 432 p.
10. Romanenkov V. A., Belichenko M. V., Listova M. P., Pavlova V. N. Izuchenie geograficheskikh zakonomernostei deistviya udobrenii na produktivnost' zernovykh kul'tur s uchetom agrometeorologicheskikh uslovii na territorii Nechernozemnoi zony (Investigation of geographic patterns of fertilizers effect on cereal crop productivity considering agrometeorological conditions at the territory of Non-Chernozem zone), Agrokimiya, 2012, No. 4, pp. 21–29.
11. Batalova G. A., Lisitsyn E. M., Rusakova I. I. Biologiya i genetika ovsa (Biology and genetics of oat), Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2008, 456 p.
12. Turusov V. I., Kornilov I. M. Resursosberegayushchie tekhnologii pri vozdeleyanii ovsa (Resource-saving technologies at oat cultivation), Kormoproizvodstvo, 2015, No. 12, pp. 18–22.
13. Soon Y. K. Nutrients uptake by barley roots under field conditions, Plant Soil, 1988, 109,2, p. 171–179.
14. Šimeček K., Zeman L. Potreba energie a zivin pro prasata, Sbornik vŭvz, Pohorelice, Brno, 1991, pp. 51–59.
15. Vazel H. J., Lichtenfeld H., Lohse G. Müller erproben Nackhafer, Getreidewirtschaft, 1987, pp. 278–279.
16. Kikkari A., Peltonen-Sainio A., Lehtinen P. Dehulling capacity and storability of naked oat, Agricultural and Food Science, 2004, V. 13, No. 1–2, pp. 198–211.



УДК 631.84 : 633.358 : 631.53.027

## ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ И ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КРУПЯНЫЕ СВОЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЕВНОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРЕДУРАЛЬЯ

**М. А. Алёшин**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [matvei0704@mail.ru](mailto:matvei0704@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях Предуралья на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в 2014-2015 гг. был заложен полевой опыт с посевным горохом для определения отзывчивости сорта Агроинтел на возрастающие дозы азота, внесенные под предпосевную обработку почвы. Технология возделывания опытной культуры, кроме выдерживания отдельных элементов технологии возделывания, подразумевала обработку семенного материала бактериальным препаратом «Ризоторфин». В ходе исследований была установлена урожайность зерна, показатели качества и биохимический состав, проведена оценка кулинарных качеств зерна гороха и соответствия показателей качества гороховой крупы требованиям ГОСТов. В результате исследований было отмечено, что более высокая урожайность гороха была получена при инокуляции семян гороха бактериальным препаратом (прибавка урожайности составила 0,47 т/га, при НСР<sub>05</sub> = 0,23 т/га). Использование дозы азота 30 кг на гектар способствовало достоверному увеличению урожайности опытной культуры на 0,32 т/га при НСР<sub>05</sub>, равной 0,14 т/га. Последующее увеличение дозы азота с 45 до 75 кг/га приводит к снижению урожайности, что неотъемлемо связано с угнетением жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Более существенное увеличение зерновой продуктивности на 0,39 т/га (относительно контроля) зафиксировано при внесении азота в дозе 90 кг/га. Органолептические показатели зерна соответствовали требованиям ГОСТ 6201-68 на лущеный горох. Полученное на всех вариантах опыта зерно соответствовало требованиям стандарта на зерно гороха при заготовках и поставках (ГОСТ 28674-90). Развариваемость крупы гороха оценивалась как равномерная, так как после варки более 97% семян имели мягкую консистенцию, легко разжевывались и сохраняли целостность оболочек к моменту готовности. Для всей совокупности изучаемых вариантов кулинарная оценка имела балл выше 4 единиц.

*Ключевые слова:* посевной горох, доза азота, бактериальный препарат, урожайность, органолептические показатели, кулинарная оценка.

**Введение.** Среди всего видового разнообразия основной зернобобовой культурой в России является горох. Под выращивание гороха в России, по данным Росстата, в 2016 году задействовано 1,07 млн. гектаров, что указывает на высокие пищевые и кормовыми достоинства культуры [4, 6].

Оптимизация минерального питания растений гороха осуществляется путем сбалансированного применения как минеральных, так и бактериальных удобрений, которым в последнее время уделяется повышенное внимание как элементу биологического земледелия. Вместе с тем, отдача от данных приемов во

многом определяется сортовыми особенностями и складывающимся в период вегетации погодными условиями [2].

В настоящее время нет определенного мнения о влиянии на развитие растений и симбиотического аппарата гороха безлисточковых форм, сочетания бактериальных препаратов и минеральных удобрений. В связи с этим, цель нашей работы заключалась в изучении эффективности различных доз азота на фоне обработки семян гороха сорта Агроинтел бактериальным препаратом «Ризоторфин» в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья.

**Методика.** В 2014-2015 гг. на опытном поле Пермской ГСХА был заложен 2-факторный полевой опыт методом расщепленных делянок. Повторность 4-кратная, учётная площадь делянки – 90 м<sup>2</sup>. Исследования проводили по следующей схеме:

Фактор А – инокулирование посевного материала штаммом микроорганизмов: А<sub>0</sub> – без обработки, А<sub>1</sub> – с обработкой;

Фактор В – доза азотного удобрения: В<sub>0</sub> – N<sub>0</sub>, В<sub>1</sub> – N<sub>30</sub>, В<sub>2</sub> – N<sub>45</sub>, В<sub>3</sub> – N<sub>60</sub>, В<sub>4</sub> – N<sub>75</sub>, В<sub>5</sub> – N<sub>90</sub>, В<sub>6</sub> – N<sub>105</sub>, В<sub>7</sub> – N<sub>120</sub>.

Дозу азота в форме аммонийной селитры (34,4% д.в.) вносили весной под культивацию. Часть семенного материала, согласно схеме опыта, перед посевом обрабатывалась бактериальным препаратом «Ризоторфин».

Объектом исследования выступал посевной горох безлисточковой формы Агроинтел. Посев проводился рядовым способом при норме высева 1,4 млн. всхожих семян на гектар.

Система обработки почвы и ухода за посевами соответствовала общепринятой для условий Среднего Предуралья.

Статистическая обработка полученных урожайных данных проведена по методике Б.А. Доспехова [5].

Горох достаточно требователен к условиям произрастания, что прежде всего связано с нормальным уровнем развития и функционирования симбиотического аппарата [7]. Высокая обеспеченность элементами питания в сочетании с нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды обеспечивает интенсивное развитие растений и их корневых систем, вступающих в активный симбиоз с азотфиксирующими бактериями [1].

Почва опытного участка – дерново-неглубокоподзолистая тяжелосуглинистая. Агрохимические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели пахотного горизонта дерново-неглубокоподзолистой тяжелосуглинистой почвы

Год закладки	рН <sub>ксл</sub>	Нг	S	ЕКО	V, %	N <sub>мин</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг-экв. на 100 г почвы				мг/кг почвы		
2014	6,6	0,9	20,1	21,2	94,8	37	122	245
2015	6,0	1,5	23,5	24,8	94,8	30	134	234

Почва характеризуется нейтральной реакцией среды, умеренно низкой емкостью катионного обмена при высокой степени насыщенности почв основаниями. Обеспеченность почвы минеральным азотом средняя. Обеспеченность подвижными соединениями фосфора

и обменного калия по Кирсанову соответственно – повышенная и высокая.

**Результаты.** Результаты опыта по установлению влияния на урожайность гороха сорта Агроинтел возрастающих доз азота и обработки семян «Ризоторфином» представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние дозы азотного удобрения и инокуляции семян штаммом микроорганизмов на урожайность гороха посевного, т/га, среднее за 2014-2015 гг.

Дозы азотных удобрений (В)	Обработка ризоторфином (А)		Среднее по В, НСР <sub>05</sub> гл. эфф. = 0,14
	без обработки	с обработкой	
N <sub>0</sub>	2,30	2,32	2,31
N <sub>30</sub>	2,38	2,88	2,63
N <sub>45</sub>	2,50	2,39	2,44
N <sub>60</sub>	1,83	2,52	2,18
N <sub>75</sub>	1,81	2,60	2,20
N <sub>90</sub>	2,38	3,02	2,70
N <sub>105</sub>	2,18	2,68	2,43
N <sub>120</sub>	1,93	2,64	2,29
Среднее по А, НСР <sub>05</sub> гл. эфф. = 0,23	2,16	2,63	-
НСР <sub>05</sub> для частных различий	А		0,42
	В		0,18

В целом по опыту, уровень продуктивности гороха составил от 1,81 до 3,02 т/га. На основании главных эффектов по фактору А было доказано, что более высокая продуктивность получена при инокуляции семян гороха бактериальным препаратом (прибавка урожайности составила 0,47 т/га, при НСР<sub>05</sub> = 0,23 т/га). Данный эффект на старопахотных участках, на наш взгляд, можно объяснить тем, что микроорганизмы, входящие в состав микробиального препарата «Ризоторфин», выведены из современных культурных штаммов и обладают более высокой вирулентностью относительно природных штаммов.

На основании главных эффектов по фактору В, при использовании «стартовой» дозы азота 30 кг на гектар наблюдается достоверное увеличение продуктивности гороха посевного на 0,32 т/га при НСР<sub>05</sub>, равной 0,14 т/га. В последующем, с увеличением доз азота с 45 до 75 кг на гектар, наблюдается существенное снижение продуктивности, что может быть связано с угнетением жизнедеятельности клубеньковых бактерий высокими дозами азотных удобрений.

В варианте с внесением азота в дозе 90 кг на гектар наблюдается достоверное увеличение продуктивности на 0,50 т/га. Отслеженная тенденция, на наш взгляд, может быть связана с переходом растений на питание исключительно минеральным азотом. Дальнейшее увеличение доз азота до 105 и 120 кг на гектар приводит к снижению урожайности по сравнению с вариантом, где вносился азот в дозе 90 кг на гектар, – на 0,27 и 0,41 т/га соответственно. Такой эффект может быть связан с тем, что при внесении высоких доз азотных удобрений большая часть элементов питания, которые получают растения гороха, идет на формирование вегетативной массы. Указанные изменения подтверждаются данными, полученными в рамках сопутствующих наблюдений.

Более наглядно выявленные закономерности по изменению уровня урожайности гороха посевного (с учетом аппроксимации используемых данных) представлены на рисунке.

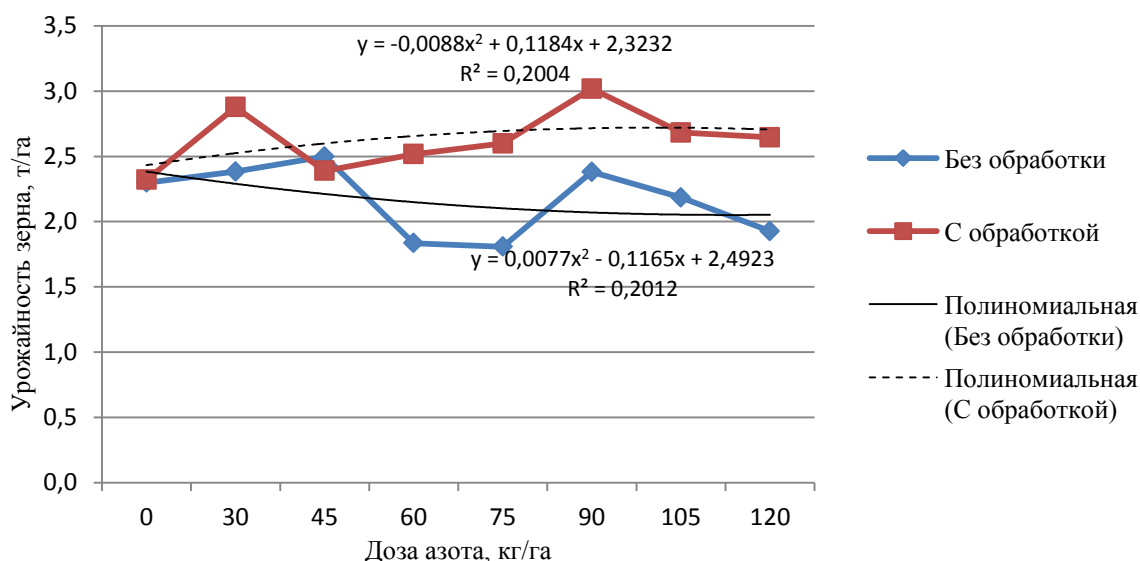


Рис. Динамика урожайности гороха посевного в зависимости от доз азота и инокуляции семян «Ризоторфином»

На графике можно отметить, что во всех вариантах при внесении доз азота, за исключением варианта N<sub>45</sub>, урожайность на делянках, где семена обрабатывались бактериальным препаратом «Ризоторфин», была существенно выше.

На основании частных различий по фактору В в вариантах, где семена обрабатыва-

лись бактериальным препаратом, при использовании «стартовой» дозы азота 30 кг на гектар наблюдается существенное увеличение продуктивности гороха на 0,56 т/га при НСР<sub>05</sub>, равной 0,42 т/га. В последующем, с увеличением доз азота отражаются те же закономерности, что были описаны при рассмотрении главных эффектов по фактору В.

На основании частных различий по фактору В, в вариантах, где семена гороха не были обработаны «Ризоторфином», наибольшая урожайность отмечена в вариантах без внесения азота и с внесением азота в дозах 30 и 45 кг на гектар, эти дозы являются среднерекомендуемыми при возделывании гороха. Дальнейшее увеличение доз азота отражает те же закономерности, которые были описаны при рассмотрении главных эффектов по фактору В.

Продуктами переработки зерна гороха являются гороховая крупа, мука, мучка и

шрот. В соответствии с ГОСТ 6201-68, вырабатываемая гороховая крупа подразделяется на виды – горох шлифованный целый и колотый первого и второго сортов [3, 8].

В опыте была проведена экспертиза показателей качества крупы из зерна гороха. Исходя из уровня продуктивности растений гороха, были выбраны три дозы азота, при применении которых получена наибольшая урожайность зерна. Результаты экспертизы отражены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели качества зерна гороха используемого для приготовления крупы

Наименование показателя	Критерии оценки	Фактическое значение		
		N <sub>0</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>90</sub>
Влажность, %	не более 15	13,3 / 13,5*	13,2 / 13,7	13,8 / 13,5
Сорная примесь, %	не более 1	0,5 / 0,7	0,3 / 0,5	0,4 / 0,6
Зерновая примесь, %	не более 2	отсутствует		
Крупность, мм	не менее 5	6,3 / 6,7	6,0 / 6,3	6,2 / 6,1
Выравненность, %	не менее 70	86 / 83	88 / 85	84 / 86
Выход лущеного гороха, %	не менее 73	92 / 90	90 / 91	90 / 90

\* – вариант без обработки «Ризоторфином» / вариант с обработкой «Ризоторфином»

Влажность зерна во всех вариантах не превышала 15%. Содержание сорной и зерновой примеси, также находилась в пределах допустимых норм. Полученное на всех вариантах опыта зерно соответствовало требованиям стандарта на зерно гороха при заготовках и поставках (ГОСТ 28674-90).

Проведенный анализ технологических параметров при получении крупы гороха показал, что семена достаточно крупные (от 6,0 до 6,7 мм), хорошо выравнены по размерам

(83-88%), в связи с этим выход лущеного гороха составил 90-92%, что является отличным показателем. В зерновом ворохе отсутствовали металломагнитная примесь и вредители хлебных запасов.

Для определения пригодности полученной крупы к дальнейшему использованию, была проведена оценка соответствия ее кулинарных качеств, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4

Кулинарные качества зерна гороха

Наименование показателя	Критерии оценки	Фактическое значение		
		N <sub>0</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>90</sub>
Цвет	желтый, зеленый	соответствует		
Вкус	нормальный, свойственный гороху, без посторонних вкусов, не кислый, не горький	соответствует		
Запах	нормальный, свойственный гороху, без затхлого, плесенного и иного постороннего запаха	соответствует		
K <sub>p</sub>		2,6 / 2,7*	2,6 / 2,5	2,5 / 2,6
Кулинарная оценка		4,2 / 4,5	4,3 / 4,1	4,2 / 4,4

\* – вариант без обработки «Ризоторфином» / вариант с обработкой «Ризоторфином»

Органолептические показатели (цвет, вкус, запах) соответствовали требованиям ГОСТ 6201-68 на лущеный горох. Развариваемость крупы гороха можно оценить как равномерную, так как после варки более 97% семян имели мягкую консистенцию, легко раз-

жевывались и сохраняли целостность оболочек к моменту готовности. Коэффициент развариваемости (K<sub>p</sub>) не зависит от дозы азота. Для всей совокупности изучаемых вариантов кулинарная оценка имела балл выше 4 единиц.

**Выводы.** 1. Использование в составе микробиального препарата «Ризоторфин» современных культурных штаммов, обладающих более высокой вирулентностью относительно природных аналогов, способствовало получению прибавки урожайности на уровне 0,47 т/га.

2. Доказана эффективность внесения «стартовых» доз азота при обработке семян биологическим препаратом «Ризоторфин».

Продуктивность посевного гороха увеличивается на 0,32 т/га при внесении азота 30 кг/га.

3. Зерно гороха по качеству, качество крупы и ее кулинарные достоинства, соответствуют требованиям ГОСТ 6201-68 и ГОСТ 28674-90 и могут быть рекомендованы к использованию на продовольственные цели.

*Полевые и лабораторные исследования проведены совместно с магистрами Л.С. Воронцовой и А.Б. Кривенчук.*

#### Литература

1. Борисов А. Ю., Штарк О. Ю., Жуков В. А. Взаимодействие бобовых с полезными почвенными микроорганизмами: от генов растений к сортам // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 41–47.
2. Васютин А. С. Зернобобовые культуры – основной источник растительного белка // Кормопроизводство. 1996. № 4. С. 26–29.
3. Гайнанов И. Н., Миникаев Р. В., Сафин Р. И. Влияние предпосевной обработки семян ризоторфином на формирование урожайности различных сортов гороха в Предкамье Республики Татарстан: [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: [http://zhros.ru/num32\(2\)\\_2014/pdf/17Gay.pdf](http://zhros.ru/num32(2)_2014/pdf/17Gay.pdf) (дата обращения 02.03.2018)
4. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 31–35
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
6. Лихачева Л. И., Гималетдинова В. С., Козионова Е. Г. Результаты селекции гороха в «Уральском НИИСХ» // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2017. № 4 (20). С. 87–91.
7. Титова В. И., Малышева М. К. Влияние жидкого комплексного удобрения «ЖКУ 11-37-0» на продуктивность гороха посевного в условиях вегетационного опыта // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2017. № 1 (17). С. 49–54.
8. Шелепина Н. В. Научно-практическое обоснование эффективных способов переработки зерна современных сортов и форм гороха : дис. ... д-ра с.-х. наук. Орел, 2014. 400 с.
9. Corre-Hellou G., Dibet A., Aveline A., Crozat Y. Le pois service des systèmes de culture à faibles intrants: quels besoins variétaux? // Dossier de l'environnement de l'INRA. 2016. No. 30. P. 111–116.
10. Jung F., Butz A. Stickstoff sparen und Prämien kassieren // DLZ agrarmagazin. 2016. No. 2. P. 54–56.
11. Raupp J., Rupschus C. Körnererbsen vertragen Trockenheit meist besser // DLZ agrarmagazin. 2016. No. 2. P. 60–61.
12. Majer A., Rosenberger S. Soja, Erbse, Ackerbohne im Ökobetrieb // Ökolandbau. 2012. No. 47. P. 46–47.
13. Urbatzka P., Rehm A., Salzeder G., Wiesinger K. Sommererbse sucht Partner // Pflanzenbau&Technik. 2011. No. 12. P. 8–9.

## INFLUENCE OF INOCULATION AND NITROGEN FERTILIZER DOSES ON Groat QUALITIES OF PEA AND ITS YIELD CAPACITY IN THE CONDITIONS OF SOD-PODZOLIC, HEAVY LOAMY SOIL OF PREDURALIE

**M. A. Aleshin**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor,  
Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [matvei0704@mail.ru](mailto:matvei0704@mail.ru)

#### ABSTRACT

Under the conditions of sod-podzolic, heavy loamy soil of Preduralie the field trial with large plots was laid out to determine the responsiveness of the Agroitel pea variety to increasing nitrogen doses applied during the pre-seeding tillage of soil. Technology of cultivating a trial crop, along with maintaining the particular elements of cultivation technology, included treatment of seed material with bacterial preparation “Rhyzotorphin”. The research course led to the determination of grain yield capacity, quality indicators and biochemical composition as well as the estimate of cooking qualities of pea grain and the compliance of pea groat qualities with SUST (stands for the State Union Standard, Rus.; GOST) requirements. As a result of the research, the higher pea plant productivity had been obtained at inoculating of pea seeds with bacterial preparation (increase in yield capacity was equal to 0.47 t/ha at HCP05 = 0.23 t/ha). Application of nitrogen “start dose” of 30 kg per hectare contributed

to a reliable increase in the productivity of trial crop by 0.32 t/ha at HCP05 = 0.14 t/ha. A consequent increase in nitrogen dose from 45 kg/ha to 75 kg/ha led to decrease in productivity that is essentially connected with the inhibition of life-sustaining activity of Rhizobia. The more significant increase in grain productivity by 0.39 t/ha (in comparison with the control variant) was recorded after the nitrogen application in a dose of 90 kg/ha. The organoleptic indicators of grain complied with the requirements of SUST 6201-68 for split pea. Grain obtained in all variants of the trial complied with the requirements of pea grain standard for storage and delivery (SUST 28674-90). Cooking property of pea groat was estimated as a uniform, more than 97% of seeds had mild consistency, were easily chewing and remained wholeness of covers to the end of cooking. Culinary estimation was good for all groat variants of research.

*Key words: pea, nitrogen doses, bacterial preparation, yield capacity, organoleptic indicators, culinary estimation.*

#### References

1. Borisov A.Yu., Shtark O.Yu., Zhukov V.A. Vzaimodeistvie bobovykh s poleznymi pochvennymi mikroorganizmami: ot genov rastenii k sortam (Interaction of legumes with useful soil microorganisms: from plant genes to varieties), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2011, No 3, pp. 41-47.
2. Vasyutin A.S. Zernobobovye kul'tury – osnovnoi istochnik rastitel'nogo belka (Grain legume crops – the main source of vegetable protein), Kormoproizvodstvo, 1996, No 4, pp. 26-29.
3. Gainanov I.N., Minikaev R.V., Safin R.I. Vliyanie predpovesnoi obrabotki semyan rizotorfinom na formirovanie urozhainosti razlichnykh sortov gorokha v Predkam'e Respubliki Tatarstan (Influence of pre-seeding tillage of seeds by Rhyzotorphin on the yield capacity of different varieties of pea in Predkamie of the Republic of Tatarstan): [Elektronnyi resurs], URL: [http://zhros.ru/num32\(2\)\\_2014/pdf/17Gay.pdf](http://zhros.ru/num32(2)_2014/pdf/17Gay.pdf) (data obrashcheniya 02.03.2018).
4. Debelyi G.A. Zernobobovye kul'tury v mire i Rossiiskoi Federatsii (Grain legume crops in the world and Russian Federation), Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2012, No 2, pp. 31-35.
5. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia (Field trial method with the basics of statistical analysis of research results), M.: ID Al'yans, 2011, 352 p.
6. Likhacheva L.I., Gimaletdinova V.S., Kozionova E.G. Rezul'taty selektsii gorokha v «Ural'skom NIISKh» (Results of pea selection in «Ural Scientific and Research Institute of Agriculture»), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No 4 (20), pp. 87-91.
7. Titova V.I., Malysheva M.K. Vliyanie zhidkogo kompleksnogo udobreniya «ZhKU 11-37-0» na produktivnost' gorokha posevnogo v usloviyakh vegetatsionnogo opyta (Influence of liquid complex fertilizer «ZhKU 11-37-0» on pea productivity in the conditions of vegetation experiment), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No 1 (17), pp. 49-54.
8. Shelepina N.V. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie effektivnykh sposobov pererabotki zerna sovremennykh sortov i form gorokha (Scientific and practical fundamentals of effective methods of processing of current grain varieties and forms of pea): Diss. doktora s.-kh. Nauk, Orel, 2014, 400 p.
9. Corre-Hellou G., Dibet A., Aveline A., Crozat Y. Le pois service des systèmes de culture à faibles intrants: quels besoins variétaux?, Dossier de l'environnement de l'INRA, No. 30, pp. 111-116.
10. Jung F., Butz A. Stickstoff sparen und Prämien kassieren // DLZ agrarmagazin, 2016, No. 2, pp. 54-56.
11. Raupp J., Rupschus C. Körnererbsen vertragen Trockenheit meist besser // DLZ agrarmagazin, 2016, No. 2, pp. 60-61.
12. Majer A., Rosenberger S. Soja, Erbse, Ackerbohne im Ökobetrieb, Ökolandbau, 2012, No. 47, pp. 46-47.
13. Urbatzka P., Rehm A., Salzeder G., Wiesinger K. Sommererbse sucht Partner, Pflanzenbau&Technik, 2011, No. 12, pp. 8-9.

УДК 633.16+ 631.526.32

## АДАПТИВНЫЕ СОРТА ЯЧМЕНЯ ДЛЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

**С. Л. Елисеев**, д-р с.-х. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [psaa-eliseev@mail.ru](mailto:psaa-eliseev@mail.ru)

*Аннотация.* В работе представлена сравнительная оценка адаптивности сортов ячменя, возделываемых в Пермском крае. Целью исследований является выявление наиболее адаптивных из районированных в Пермском крае сортов ячменя (*Hordeum vulgare L.*). Для анализа бы-

ли использованы данные конкурсного сортоиспытания за 2011–2017 годы в трех природно-климатических зонах края: северная (Кудымкарский ГСУ), центральная (Нытвенский ГСУ), южная (Куединский ГСУ). Были рассчитаны показатели: генетическая гибкость, коэффициенты адаптивности, интенсивности и экологической устойчивости. Метеорологические условия в годы исследований были контрастными. Наиболее оптимальными по условиям увлажнения были 2011–2014 годы. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации составил соответственно 1,3; 1,4; 1,2 и 1,7. Избыточное увлажнение отмечено в 2015 и 2017 годах (ГТК=2,4 и 2,5). Засушливые явления отмечены в 2016 году (ГТК=0,9). Районированные сорта ярового ячменя, рекомендованные для возделывания в Пермском крае, проявляют разную адаптивную реакцию на различия в условиях сортоиспытательных участков и природно-климатических зон. Высокие адаптивные свойства на всей территории Пермского края имеет сорт Родник Прикамья благодаря его способности формировать сравнительно высокую урожайность в наименее благоприятные годы. Это обеспечивает стабильность и экологическую устойчивость данного сорта во времени и пространстве. В северной природно-климатической зоне края высокую адаптивность, наряду с сортом Родник Прикамья, проявляет ячмень Сонет, в южной – Святич.

*Ключевые слова:* ячмень яровой, сорт, урожайность, адаптивность сорта.

**Введение.** Внедрение адаптивных сортов является важным фактором повышения урожайности и качества зерновых культур, эффективности производства в различных регионах, особенно в зонах рискованного земледелия [1–5, 7, 9–11, 13, 15–17].

На 2018 год к использованию на всей территории Пермского края рекомендовано 10 сортов ярового ячменя [12]. Для выбора наиболее оптимальных из них для той или иной природно-климатической зоны рекомендуется оценить их адаптивный потенциал [3, 5, 7, 11, 14]. Большинство исследователей рекомендуют для этого использовать комплекс показателей, определяющих пластичность, стабильность урожайности сортов в разных экологических условиях и на контрастных агротехнических фонах [1, 3, 5, 8, 11].

Анализ показывает, что в условиях Среднего Предуралья Пермского края более объективная информация складывается из комплекса четырех показателей: генетическая гибкость, коэффициенты адаптивности, интенсивности и экологической устойчивости [6].

**Методика.** Целью аналитических исследований было выявление наиболее адаптивных для разных природно-климатических зон районированных в Пермском крае сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) по комплексу показателей. В задачи исследований входил расчет генетической гибкости, коэффициента адаптивности, коэффициента интенсивности, коэффициента экологической устойчивости.

Объектом исследований служили семь из 10 сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.), допущенных к использованию на территории Пермского края в 2018 году и прошедших конкурсное испытание в течение длительного времени. Для исследования использовали данные сортоиспытания за 2011 – 2017 годы в трех природно-климатических зонах края: северная (Кудымкарский ГСУ), центральная (Нытвенский ГСУ), южная (Куединский ГСУ).

Показатель «генетическая гибкость» (Г) определяли по методике А. А. Гончаренко в изложении В. А. Сапега с соавт. [13], коэффициенты адаптивности (Ка) и интенсивности (Ки) – по методике Л. А. Животкова с соавт. [8], коэффициент экологической устойчивости (SF) – по D. Levis в изложении А. А. Гончаренко [5].

Метеорологические условия в годы испытания сортов были контрастными. В 2016 году наблюдали засушливые явления при гидротермическом коэффициенте за период вегетации (ГТК) 0,9, что отразилось на урожайности в южной зоне края. Сильное переувлажнение отмечали в 2015 и 2017 годах (ГТК=2,4 и 2,5). Наиболее близкими к многолетним данным для развития культуры были условия увлажнения 2011, 2012, 2013, 2014 годов с ГТК соответственно 1,3; 1,4; 1,2; 1,7.

**Результаты.** Анализ данных показывает, что в северной природно-климатической зоне Пермского края в течение четырех лет исследований из семи наибольшую урожайность зерна сформировал сорт Сонет (табл.). Это

отмечается как в благоприятные 2016 и 2017 годы с индексом среды (Ij) 1,35 и 1,07, так и в наименее урожайном 2012 году (Ij=0,76). Другие испытываемые сорта показали высокую продуктивность на протяжении двух и менее лет. На первый взгляд сорт Сонет следует считать наиболее адаптивным для этой зоны, но оценка показателей адаптивности позволила сделать вывод о том, что ему не уступает и сорт Родник Прикамья. Если яч-

мень Сонет имеет преимущество по пластичности, интенсивности ( $\Gamma=35,5$  ц/га и  $K_i=1,08$ ), то ячмень Родник Прикамья выделяется стабильностью и устойчивостью урожайности в менее благоприятные годы ( $K_a=1,1$  и  $SF=1,23$ ). Наименее адаптивен для северной зоны края сорт Святич, по которому три из четырех показателей комплексной оценки имеют худшие, чем у других сортов значения ( $\Gamma=29,6$  ц/га,  $K_a=0,92$ ,  $SF=1,54$ ).

Таблица

Урожайность и показатели адаптивности сортов ячменя  
в различных природно-климатических зонах Пермского края

Сорт	Урожайность, ц/га							Г, ц/га	Ka	Ki	SF
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017				
Северная зона (Кудымкарский ГСУ)											
Зенит	29,3	22,1	30,1	28,8	25,8	41,6	30,8	31,8	1,01	0,96	1,32
Гонар	34,2	23,9	28,2	29,3	27,2	32,3	36,5	30,2	1,06	0,97	1,28
Биос 1	34,6	21,0	30,4	20,1	29,2	41,5	29,9	30,8	0,93	1,00	1,51
Эколог	32,6	22,0	28,9	24,4	25,2	39,9	35,1	31,0	0,94	1,02	1,51
Родник Прикамья	31,1	24,8	23,2	25,7	33,1	42,5	28,9	32,8	1,10	0,97	1,23
Святич	36,7	19,5	26,9	28,1	22,0	39,8	30,5	29,6	0,92	1,01	1,54
Сонет	31,2	28,7	36,0	22,1	29,0	48,9	34,6	35,5	1,05	1,08	1,43
Ij	1,09	0,76	0,96	0,84	0,91	1,35	1,07				
Среднее	32,8	23,1	29,1	25,5	27,4	40,9	32,3				
НСР <sub>05</sub>	1,4	3,1	2,6	3,8	2,3	4,1	1,9				
Центральная зона (Нытвенский ГСУ)											
Зенит	42,7	63,8	40,6	48,8	36,5	30,0	41,1	46,9	1,02	0,98	1,44
Гонар	49,0	50,1	36,1	61,0	39,7	33,6	39,8	47,3	1,07	1,01	1,42
Биос 1	46,2	56,9	31,8	50,2	33,6	30,0	39,1	43,4	0,98	0,97	1,43
Эколог	49,6	51,6	42,3	58,8	36,4	34,0	32,0	45,4	0,97	1,01	1,56
Родник Прикамья	51,0	57,4	47,5	54,7	35,4	41,4	40,2	48,8	1,11	1,03	1,39
Святич	47,4	48,4	34,9	64,3	33,7	35,6	22,8	43,6	0,87	1,01	1,74
Сонет	49,8	46,0	41,0	62,2	27,5	39,1	35,9	44,8	0,97	1,00	1,54
Среднее	48,0	53,4	39,2	57,1	34,7	34,8	35,8				
Ij	1,11	1,23	0,91	1,32	0,80	0,80	0,83				
НСР <sub>05</sub>	3,0	3,1	3,8	2,8	4,6	3,0	2,8				
Южная зона (Куединский ГСУ)											
Зенит	37,5	13,5	10,8	18,4	45,3	21,4	44,7	28,0	0,93	0,91	2,80
Гонар	41,4	12,6	17,0	21,4	52,8	13,4	40,4	32,7	0,88	0,96	3,14
Биос 1	40,5	14,4	19,1	18,6	59,8	13,0	40,7	36,4	0,95	1,00	3,03
Эколог	44,6	17,4	19,9	25,4	54,2	18,7	36,4	35,8	1,15	0,96	2,41
Родник Прикамья	43,7	19,7	20,6	25,4	50,6	20,4	40,6	35,2	1,24	0,96	2,23
Святич	47,8	14,3	13,4	27,0	62,7	16,1	52,5	38,0	0,90	1,16	3,72
Сонет	41,3	11,4	15,3	22,4	57,4	18,9	48,6	34,4	0,93	1,05	3,23
Среднее	42,4	14,8	16,6	22,7	54,7	17,4	43,4				
Ij	1,40	0,49	0,55	0,75	1,81	0,57	1,45				
НСР <sub>05</sub>	3,6	2,0	2,5	3,5	5,8	2,3	4,9				

В центральной природно-климатической зоне Пермского края, по данным Нытвенского ГСУ, за исследуемый период наибольшую урожайность в течение пяти лет формировал ячмень Родник Прикамья. В большинстве случаев это годы с наименьшим индексом среды. Сорта Зенит и Сонет показали наибольшую урожайность в течение трех из семи анализируемых лет. Тем не менее, по комплексу показателей адаптивным для усло-

вий центральной зоны края следует считать ячмень Родник Прикамья, отличающийся от других сортов максимальной генетической гибкостью ( $\Gamma=48,8$  ц/га), достигающий наибольших коэффициентов адаптивности ( $K_a=1,11$ ) и интенсивности ( $K_i=1,03$ ). Коэффициент экологической устойчивости у данного сорта имеет наименьшее значение ( $SF=1,39$ ), что свидетельствует о высокой стабильности урожайности сорта во времени.



Наименее адаптивны для данной зоны сорта Биос 1 и Святич, характеризующиеся большим числом худших показателей.

В южной природно-климатической зоне Пермского края условия увлажнения контрастнее, чаще повторяются годы с недостаточным количеством осадков, в которые ячмень формирует невысокую урожайность. В четырех годах из семи индекс среды был ниже 1 ( $I_j=0,49; 0,55; 0,57; 0,75$ ). Можно предположить, что наиболее адаптивными в этих условиях должны быть сорта засухоустойчивые способные обеспечивать более стабильную урожайность. Тем не менее, это не совсем так, поскольку самые различные по биологическим признакам сорта обеспечивают наибольшую урожайность в большинстве лет. В четырех из семи лет исследований выделились сорта Эколог, Родник Прикамья и Святич. Если ячмень Родник Прикамья имеет преимущество перед другими сортами исключительно в менее благоприятные 2012, 2103, 2014 и 2016 годы, то ячмень Эколог большей частью урожайнее в неблагоприятные годы,

а ячмень Святич – в основном в благоприятные. Анализ показывает, что наиболее адаптивными в этих условиях являются контрастные сорта Родник Прикамья, отличающийся сверхстабильностью ( $K_a=1,24$  и  $SF=2,23$ ) и наиболее пластичный Святич ( $\Gamma=38,0$  ц/га и  $K_i=1,16$ ).

**Выводы.** Районированные сорта ярового ячменя, рекомендованные для возделывания в Пермском крае, проявляют разную адаптивную реакцию на различия в условиях сортоиспытательных участков и природно-климатических зон. Высокие адаптивные свойства на всей территории Пермского края имеет сорт Родник Прикамья благодаря его способности формировать сравнительно высокую урожайность в наименее благоприятные годы. Это обеспечивает стабильность и экологическую устойчивость данного сорта во времени и пространстве. В северной природно-климатической зоне края высокую адаптивность, наряду с сортом Родник Прикамья, проявляет ячмень Сонет, в южной – Святич.

#### Литература

1. Абрамова М. В., Дубовец Т. А., Кротова Л. А. Испытание ярового ячменя в условиях центрального Казахстана // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 1(135). С. 15–19.
2. Бабайцева Т. А., Главадских Т. М. Селекционная оценка коллекции озимой тритикале // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2007. № 4. С. 23–25.
3. Белоус Н. М., Ториков В. В. Урожайность, адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов ячменя // Вестник Брянской сельскохозяйственной академии. 2010. № 4. С. 3–11.
4. Вавилов Н. И. Научные основы селекции пшеницы. М.-Л.: Сельхозгиз, 1935. 246 с.
5. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
6. Елисеев С. Л. К вопросу о методике оценки адаптивности сортов полевых культур // Научно-технологическое развитие, моделирование, управление и решения для автоматизации деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей региона: матер. междунар. науч.-практ. конф., г. Пермь, 22.03.2017. Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2017. С. 46–49.
7. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы растений // Сельскохозяйственная биология. 1990. № 3. С. 3–12.
8. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
9. Исмагилов Р. Р., Гайсина Л. Ф. Число падения зерна гибридов озимой ржи в условиях южной лесостепи республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 13–16.
10. Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Экологическая реакция сортов ярового ячменя на абиотические условия Среднего Предуралья // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2(47). С. 9–15.
11. Мордвинцев М. П., Солдаткина Е. А. Адаптивность, экологическая пластичность и стабильность нового сорта ячменя Оренбургский совместный по урожаю зерна // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 128–137.
12. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Пермского края за 2017 год. Пермь, 2016. 76 с.
13. Рябова Т. Н., Колесниова В. Г., Фатыхов И. Ш. Экологическая пластичность и стабильность урожайности сортов овса посевного в условиях Среднего Предуралья // Достижения науки и техники в АПК. 2014. № 11. С. 31–33.
14. Сапега В. А., Турсумбекова Т. Ш. Урожайность и параметры адаптивности сортов зерновых культур в лесостепи Северного Зауралья // Доклады РАСХН. 2010. № 3. С. 10–14.
15. Hurme T., Ofversten J., Juuhiainen L. An evaluation of differential susceptibility of barley varieties to Lodging under varying environmental conditions // The Journal of agricultural science. 2006. Т. 144. № 6. P. 531.
16. Solodushko M. M. Productivity and adaptive potential of modern varieties of soft winter wheat in the northern steppe // Plant varietier stadying and protection. 2014. № 3(24). P. 61–66.
17. Van Leur J. A. G., Gebre H. Diversity between some Ethiopian farmers varieties of barley and within these varieties among seed sources // Genetic resources and crop evolution. 2003. Т. 50. № 4. P. 351–357.

## ADAPTIVE VARIETIES OF BARLEY FOR PERM KRAI

**S. L. Eliseev**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
FSBEI HE Perm SATU  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [psaa-eliseev@mail.ru](mailto:psaa-eliseev@mail.ru)

### ABSTRACT

The paper deals with the comparative assessment of adaptability of barley varieties cultivating in Perm Krai. The aim of research is to determine the most adaptive varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in Perm Krai. The data of competitive variety trial conducted in 2011–2017 in three natural and climatic zones such as northern (state variety testing area in Kudymkar), central (state variety testing area in Nytva), and southern (state variety testing area in Kueda) was used for the analyses. The following parameters were determined: genetic flexibility, coefficients of adaptability, intensity and ecological sustainability. The research was carried out under contrasting meteorological conditions. In 2011–2014 the most preferable moisture conditions were observed, the hydrothermal coefficient (HTC) in vegetation period was equal to 1.3; 1.4; 1.2 и 1.7, respectively. Excessive moisture (HTC=2.4 and 2.5) was considered in 2015 and 2017 whereas 2016 was highlighted by droughts (HTC= 0.9). Released varieties of spring barley recommended for cultivation in Perm Krai have different adaptive response to the conditions of variety testing areas and natural and climatic zones. The Rodnik Prikamiya variety possesses a high adaptive performance at the whole territory of Perm Krai due to its fairly high yield capacity in the least favourable years. That provides stability as well as ecological sustainability to the above mentioned variety in time and space. Along with the Rodnik Prikamiya, a high adaptive performance is represented by the Sonet barley in the northern zone and the Svyatich barley in the southern.

*Key words: spring barley, variety, yields capacity, variety adaptability.*

### References

1. Abramova M. V., Dubovets T. A., Krotova L. A. Ispytanie yarovogo yachmenya v usloviyakh tsentral'nogo Kazakhstana (Spring barley testing under the conditions of central Kazakhstan), Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, No. 1(135), pp. 15–19.
2. Babaitseva T. A., Glavadskikh T. M. Seleksionnaya otsenka kollektzii ozimoi tritikale (Selective assessment of winter triticale collection), Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2007, No. 4, pp. 23–25.
3. Belous N. M., Torikov V. V. Urozhainost', adaptivnost', plastichnost' i stabil'nost' novykh sortov yachmenya (Yield capacity, adaptability, flexibility and stability of new barley varieties), Vestnik Bryanskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2010, No. 4, pp. 3–11.
4. Vavilov N. I. Nauchnye osnovy seleksii pshenitsy (Scientific foundations of wheat selection), Moscow-Leningrad, Sel'khozgiz, 1935, 246 p.
5. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur (Adaptability and ecological sustainability of cereal crop varieties), Vestnik RASKhN, 2005, No. 6, pp. 49–53.
6. Eliseev S. L. K voprosu o metodike otsenki adaptivnosti sortov polevykh kul'tur (To the issue of adaptability assessment method for field crop varieties), Nauchno-tehnologicheskoe razvitie, modelirovanie, upravlenie i resheniya dlya avtomatizatsii deyatel'nosti sel'skokhozyaistvennykh tovaroproizvoditelei regiona, mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Perm', 22.03.2017, Perm', IPTs «Prokrost'», 2017, pp. 46–49.
7. Zhuchenko A. A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoi sistemy rastenii (Eco-genetic ground of plant adaptive system), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 1990, No. 3, pp. 3–12.
8. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potentsial'noi produktivnosti i adaptivnosti sortov i seleksionnykh form ozimoi pshenitsy po pokazatelyu urozhainosti (The influence method of potential productivity and adaptability of winter wheat varieties and selective forms by its yield performance), Seleksiya i semenovodstvo, 1994, No. 2, pp. 3–6.
9. Ismagilov R. R., Gaisina L. F. Chislo padeniya zerna gibridov ozimoi rzhi v usloviyakh yuzhnoi lesostepi respubliky Bashkortostan (Decline in the number of winter rye hybrids grain under the conditions of forest steppe in the Republic of Bashkortostan), Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, No. 4, pp. 13–16.
10. Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Ekologicheskaya reaktsiya sortov yarovogo yachmenya na abioticheskie usloviya Srednego Predural'ya (Ecological response of spring barley varieties to abiotic conditions of the middle Pre-Urals), Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2016, No. 2(47), pp. 9–15.
11. Mordvintsev M. P., Soldatkina E. A. Adaptivnost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' novogo sorta yachmenya Orenburgskii sovместnyi po urozhayu zerna (Adaptability, ecological flexibility and stability of the Orenburgskiy collaborated new barley variety by its grain yield), Vestnik myasnogo skotovodstva, 2016, No. 3(95), pp. 128–137.

12. Rezultaty sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na gossortouchastkakh Permskogo kraya za 2017 god (Results of agricultural crops variety testing in state trial areas of Perm Krai in 2017), Perm', 2016, 76 p.
13. Ryabova T. N., Kolesniova V. G., Fatykhov I. Sh. Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' urozhainosti sortov ovsy posevnogo v usloviyakh Srednego Predural'ya (Ecological flexibility and stability of the yield capacity of cultivated oat varieties under the conditions of the middle Pre-Urals), Dostizheniya nauki i tekhniki v APK, 2014, No. 11, pp. 31–33.
14. Sapega V. A., Tursumbekova T. Sh. Urozhainost' i parametry adaptivnosti sortov zernovykh kul'tur v lesostepi Severnogo Zaural'ya (Yield capacity and adaptability parameters of cereal crop varieties in forest steppe of the northern Zauralie), Doklady RASKhN, 2010, No. 3, pp. 10–14.
15. Hurme T., Ofversten J., Juuhainen L. An evaluation of differential susceptibility of barley varieties to Lodging under varying environmental conditions, The Journal of agricultural science, 2006, T. 144, No. 6, P. 531.
16. Solodushko M. M. Productivity and adaptive potential of modern varieties of soft winter wheat in the northern steppe, Plant varieties stadying and protection, 2014, No. 3(24), pp. 61–66.
17. Van Leur J. A. G., Gebre H. Diversity between some Ethiopian farmers varieties of barley and within these varieties among seed sources, Genetic resources and crop evolution, 2003, T. 50, No. 4, pp. 351–357.

УДК 635.21:631.527

## **ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НОВЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ, РЕКОМЕНДОВАННЫХ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЕВРО-СЕВЕРО-ВОСТОКА**

**П. И. Конкин; Н. Т. Чеботарев**, д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАН;

**А. А. Юдин**, канд. экон. наук, профессор РАН,

ФГБНУ НИИСХ Республики Коми,

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

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

**А. В. Облизов**, канд. экон. наук,

ГОУ ВО КРАГСХУ,

ул. Коммунистическая, 11, г. Сыктывкар, Россия, 167982

E-mail: [oblizov\\_a@mail.ru](mailto:oblizov_a@mail.ru)

*Аннотация.* В 2014-2017 гг. в условиях Республики Коми проведено сравнительное испытание двух сортов (Зырянец и Памяти Полевой) и гибридов (1603-7 и 1657-7) картофеля. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, высокоокультуренная. Агрохимические показатели почвы: гумус – 3,0-4,1%;  $pH_{kcl}$  – 5,7-6,6;  $P_2O_5$  – 500-595 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 130-170 мг/кг почвы. Погодные условия вегетационных периодов (посадка-уборка) складывались следующим образом: средняя температура воздуха в 2016 году составила 16,3°C, в 2014 году – 13,7°C, в 2015 году – 14°C и 2017 году – 12,9°C (наиболее низкая температура за годы исследований) при средней многолетней норме 13,1°C. Сумма осадков за четыре года исследований была выше средней многолетней нормы: 2014 год – 327,7 мм; 2015 год – 282,7 мм; 2016 год – 385,6 мм и 2017 год – 318,3 мм при норме 252,0 мм. На дерново-подзолистой хорошо окультуренной почве урожайность испытываемых сортов картофеля на 60-65 день от срока посадки, в среднем за 4 года составила 5,1-11,4 т/га, тогда как урожайность контрольных сортов картофеля (Удача и Невский) была 7,6-9,9 т/га. Наиболее высокая урожайность на 60–65 день получена у гибрида 1657-7 – 11,4 т/га и превышала контрольные сорта на 50,0% и 15,1% соответственно. У сортов Зырянец и Памяти Полевой она составила 10,2-8,9 т/га. На 90-95 день от срока посадки средняя урожайность новых сортов и гибридов картофеля составила 26,2-38,0 т/га. Наибольшая урожайность клубней картофеля получена у гибрида 1657-7 – 38,0 т/га, достаточно высокая урожайность картофеля была у сортов Зырянец – 33,9 т/га и Памяти Полевой – 32,0 т/га. По содержанию сухого вещества в клубнях картофеля выделены сорта: Зырянец – 21,7 %, П.Полевой – 23,4%, в контрольных сортах картофеля она составила 20,8 и 21,3%. По

количеству крахмала в клубнях картофеля выделены сорта Зырянец –15,5%, П.Полевой – 15,6%, в контрольных сортах Удача – 14,5%, Невский – 14,5%. По содержанию витамина С лучшим был гибрид 1657-12,5 мг/%, у сортов Зырянец и П.Полевой количество витамина С было 10,0 и 10,8 мг/%, в контрольных сортах Удача – 9,5 мг/%, Невский – 14,0 мг/%.

*Ключевые слова:* картофель, гибрид, сорт, урожайность, структура урожайности, сухое вещество, крахмал, витамин С, фитофтороз, нематода, адаптированные условия.

**Введение.** Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. В мировом производстве продукции растениеводства он занимает одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей, и кукурузой. Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе 14-22% крахмала, 1,4-3,0% белков, около 1,0% клетчатки, 0,2-0,3% жира и 0,8-1,0% зольных веществ. Картофель богат витаминами С, В1, В2, В6, РР и минеральными веществами. Особенно богаты витаминами молодые клубни [1]. Калорийность картофеля вдвое превышает калорийность моркови, втрое – капусты, вчетверо – томатов, и менее чем вдвое ниже по калорийности яиц и говядины [2].

В настоящее время в Государственном реестре Российской Федерации селекционных достижений представлено более 350 сортов картофеля, созданных селекционерами России. Из них только три десятка допущены к использованию в первом (Северном) регионе Российской Федерации [3]. В то же время в условиях современного рынка, при отсутствии первичного семеноводства в Республике Коми, остро ощущается дефицит высокопродуктивных районированных сортов картофеля с повышенными качественными характеристиками, особенно фитофторо- и нематодоустойчивых. Ввиду особых складывающихся агроклиматических условий в течение года Республика Коми отнесена к агроклиматической зоне (северная тайга) рискованного земледелия: слабо обеспечена теплом (менее 1200°C), короткий безморозный период (50-70 дней), сочетающийся с возвратными весенне-летними (начало июня) и ранними летне-осенними (конец августа) заморозками, длинный световой день в июле-августе (16-18 часов) [4-6].

Основное направление работы по селекции картофеля ФГБНУ НИИСХ Республики Коми – создание собственных сортов картофеля для северных регионов России, способных формировать полноценный урожай в условиях короткого вегетационного периода,

длинного светового дня и адаптированных к условиям Республики Коми [11-16].

*Цель исследований* – дать сравнительную оценку новых сортов и гибридов картофеля по комплексу хозяйственных признаков для условий Евро-северо-востока России.

*Задачи исследований:*

- определить урожайность различных сортов и гибридов картофеля на 60-65 и 90-95 день после посадки;
- провести оценку качества клубней картофеля;
- установить степень заболеваемости растений картофеля.

**Методика.** Исследования проведены на опытном поле ФГБНУ НИИСХ Республики Коми (г. Сыктывкар) в 2014-2017 гг. Предшественник – однолетние травы.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, высоко окультуренная. Агрохимические показатели почвы: гумус – 3,0-4,1%; рН<sub>kcl</sub> – 5,7-6,6; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 500-595, K<sub>2</sub>O – 130-170 мг/кг почвы.

Посадка клубней картофеля осуществлялась вручную (23-31 мая) в предварительно нарезанные гребни. Схема посадки – 70x30 см, агротехника выращивания – общепринятая в хозяйствах Республики Коми, без применения минеральных удобрений (хорошо окультуренные почвы) и химических обработок против болезней.

Оценку урожайности в динамике и фракционного состава клубней проводили на 60-65-й и 90-95-й дни [7-10]. Анализ клубней картофеля проводился по следующим методикам: содержание сухого вещества (ГОСТ 27548-97), крахмала (ГОСТ 7194-81), витамина С (ГОСТ 24556-89). Все анализы выполнялись в аналитической лаборатории ФГБНУ НИИСХ Республики Коми.

За период 2006-2016 гг. исследованы 5989 одноклубневок, полученных из ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г.Лорха, из которых было выделено 4 перспективных гибрида картофеля с разными сроками созревания: 1523-16 (Лира х

Сатурна) – 61-80 дней, 1497-3 (Свитанок Киевский x Амадеус) – 81-90 дней, 1657-7 (Коскар x Крепыш) – 91-100 дней и 1603-7 (Ароза x Наяда) – 91-120 дней [7]. В качестве стандартов были взяты районированные и рекомендованные сельскохозяйственному производству в Республике Коми сорта Невский (среднеранний) и Удача (раннеспелый).

Погодные условия вегетационных периодов (посадка-уборка) 2014-2017 гг. оказали существенное влияние на продолжительность межфазных периодов развития растений картофеля, проявления болезней (фитофтороза), количественное и качественное формирование урожая (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия 2014-2016 гг.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура, °С					Количество осадков, мм				
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя многолетняя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя многолетняя
май	I	4,9	7,9	8,3	4,1	5,9	28,5	11,1	5,2	27,8	15,0
	II	13,7	15,1	10,8	5,6	7,8	0,3	2,2	28,1	8,9	17,0
	III	13,3	17,5	15,5	5,3	9,7	17,5	27,0	6,9	24,3	18,0
за месяц		10,6	13,5	11,5	5,0	7,8	46,3	40,3	40,2	61,0	50,0
июнь	I	15,5	15,1	10,3	10,5	11,7	11,5	21,5	18,0	20,2	18,0
	II	11,7	13,6	15,7	14,4	14,4	63,3	15,8	28,0	43,0	19,0
	III	13,1	20,0	17,8	12,3	16,4	31,0	70,0	32,0	32,5	20,0
за месяц		13,4	16,2	14,6	12,4	14,2	105,8	107,3	78,0	97,5	57,0
июль	I	16,2	12,2	19,5	15,8	16,5	9,3	4,2	22,0	13,6	24,0
	II	13,7	14,2	19,7	20,6	16,8	9,7	14,0	50,0	9,7	25,0
	III	13,6	15,1	20,3	18,6	16,6	70,4	26,3	18,0	530	27,0
за месяц		14,5	13,8	19,8	18,3	16,6	89,4	44,5	97,0	76,3	76,0
август	I	19,3	9,2	20,7	15,6	15,6	28,4	9,7	30,4	60,4	24,0
	II	16,3	13,3	19,3	14,0	14,0	14,2	30,8	81,2	16,0	23,0
	III	12,7	14,9	17,7	12,2	12,2	43,6	50,1	58,8	7,1	22,0
за месяц		16,3	12,5	19,2	13,9	13,9	86,2	90,6	170,4	83,5	69,0
Среднемесячное за май-август		13,7	14,0	16,3	12,9	13,1	327,7	282,7	385,6	318,3	252,0

Подекадный анализ температуры воздуха и количества осадков за вегетационные периоды 2014-2017 г. показывает, что условия для роста и развития картофеля были не всегда оптимальными, иногда приводили к недобору урожая и влияли в естественных условиях на развитие фитофтороза на листьях картофеля (табл. 2).

Май все четыре года, кроме 2017 года, характеризовался повышенными температу-

рами и недобором осадков по сравнению со средними многолетними данными. Отклонения составили +5,7°С и -9,8 мм, что на фоне благоприятной среднесуточной температуры позволило произвести посадку картофеля в достаточно прогретую почву, а обеспеченность периода от посадки до начала всходов достаточным количеством выпавших осадков положительно влияла на наступление ранней фазы всходов, в среднем на 3-5 дней.

Таблица 2

Агроклиматические показатели вегетационных периодов (всходы – уборка) 2014-2017 гг.

Показатели	2014	2015	2016	2017	норма
Сумма положительных температур воздуха (равной или выше +5 °С)	704	641	1005	718	753
Сумма положительных температур воздуха (равной или выше +10 °С)	350	294	648	420	396
Сумма осадков	217	189	285	157	164

Межфазный период от 15 июня до 10 июля (начало всходов-бутонизация) отмечался превышением среднегодовой нормы осадков на 17-31 мм (33-61%), при относительно низкой в 2014 и 2017 году (на 1,5°С) и высокой

температурой (более 2°С) в 2015 году и 2016 гг. (табл. 1).

Критический межфазный период развития растений составил 9-12 дней (бутонизация-полное цветение). Период от начала обра-

зования клубней до первого учета урожая на 60-65 день от начала всходов в 2014 и 2015 гг. отмечался низкими температурами 13,7-14,2°C, а в 2016 г – высокими 19,7°C (норма 16,8°C), а также малым количеством осадков – 9,7-14,0 мм и высоким – 50,0 мм соответственно (норма 25 мм). (табл. 1)

Температурные режимы периода после фазы полного цветения-уборки (20-25 дн) и наибольшего прироста (до 70% и более) уро-

жая клубней картофеля отличались от средне-многолетних значений. Наблюдался недобор среднесуточной температуры в 2015 г. на 1,4-2,8°C и превышал в 2014 и 2016 гг. на 3,2-5,3°C по сравнению со средними многолетними значениями. Обилие осадков в августе 86-170 мм в сравнении со средним значением (69 мм) на фоне умеренных и высоких температур (12,5-19,2°C) спровоцировали, в разной степени, развитие фитофтороза на листьях картофеля.

Таблица 3

Динамика накопления урожая картофеля, 2014-2017 гг.

Сорт, гибрид, сортообразец	Урожайность клубней картофеля на 60-65 день от срока посадки, т/га					Урожайность клубней картофеля на 90-95 день от срока посадки, т/га				
	2014	2015	2016	2017	среднее	2014	2015	2016	2017	среднее
Зырянец	8,9	15,4	12,5	3,8	10,2	38,2	34,2	37,3	26,0	33,9
П.Полевой	4,4	15,1	13,6	2,6	8,9	45,3	33,4	29,3	19,8	32,0
1603-7	3,0	9,3	7,1	0,8	5,1	29,3	24,7	32,3	18,5	26,2
1657-7	8,5	18,5	14,4	4,3	11,4	46,6	41,8	34,4	29,1	38,0
Удача	4,0	11,7	10,9	4,0	7,6	31,3	25,5	25,0	26,8	27,2
Невский	8,7	16,5	9,7	4,7	9,9	48,7	31,0	31,5	22,8	33,5
НСР <sub>05</sub> , т/га	2,6	4,3	5,4	1,8	2,4	12,7	9,5	6,7	F0<Fr	7,0
НСР <sub>05</sub> , %	13,1	9,9	15,2	17,4	9,1	10,4	11,4	7,1	10,5	7,3

**Результаты.** Результаты наших исследований (табл. 3) показали, что урожайность клубней картофеля четырех гибридов на 60-65 день от срока посадки в среднем за 4 года составила 5,1-11,4 т/га, тогда как урожайность контрольных сортов – 7,6-9,9 т/га, наиболее высокая урожайность на 60-65 день получена у гибрида 1657-7 – 11,4 т/га. Она превышала контрольные сорта на 50,0 и 15,1% соответственно.

На 90-95 день от срока посадки средняя урожайность гибрида 1657-7 составила 38,0 т/га клубней, что на 39,7% превышало сорт Удача и на 13,4% – сорт Невский. По другим сортам и гибридам урожайность картофеля получена 26,2-33,9 т/га, и практически не превышала ее в контрольных вариантах.

В таблице 4 представлены данные о количестве клубней в кусте картофеля и средняя масса одного клубня.

Таблица 4

Количество клубней в кусте и средняя масса 1 клубня картофеля по срокам учета на 60-65 день и 90-95 день от срока посадки

Сорт, гибрид, сортообразец	Количество клубней в кусте/средняя масса 1 клубня картофеля на 60-65 день от срока посадки, шт/г					Количество клубней в кусте/средняя масса 1 клубня картофеля на 90-95 день от срока посадки, шт/г				
	2014	2015	2016	2017	среднее	2014	2015	2016	2017	среднее
Зырянец	13,2/13	6,2/50	7,4/34	7,3/10	8,5/27	17,0/68	6,4/82	8,9/84	8,4/62	10,2/74
П.Полевой	7,8/15	11,2/27	11,9/23	7,3/7	9,6/18	16,2/56	11,6/58	9,3/63	10,1/39	11,8/54
1603-7	5,0/12	8,3/22	9,1/16	3,6/5	6,5/14	8,0/40	7,7/64	9,6/67	6,8/55	8,0/56
1657-7	6,4/26	6,8/56	8,4/34	6,8/13	7,1/32	8,1/111	7,1/119	7,3/95	7,8/75	7,6/100
Удача	6,6/12	6,3/37	7,1/31	6,6/12	6,7/23	8,0/77	6,0/82	6,0/84	10,6/51	7,7/74
Невский	9,6/18	7,6/44	9,8/20	12,6/7	9,9/22	13,6/71	9,6/65	9,4/67	13,8/40	11,6/61

На 60-65 день от срока посадки в среднем за 4 года наибольшее количество клубней получено у сорта Памяти Полевой – 9,6 штуки и масса 18 граммов, у сорта Зырянец эти показатели были 8,5 штуки и 27 граммов. Тогда как у контрольных сортов они составили:

Удача – 6,7 и 23; Невский – 9,9 штук и 22 грамма. На 90-95 день от срока посадки в среднем за 4 года наибольшее количество клубней в кусте у сорта Памяти Полевой – 11,8 штуки и вес одного клубня – 54 грамма. У сорта Зырянец эти показатели составили

10,2 штуки и 74 грамма, Гибрида 1657-7 – 7,6 штуки и 100 граммов соответственно. В контрольных сортах указанные показатели были ниже: Удача – 7,7 штуки и 74 грамма, Невский – 11,6 штуки и 61 грамм.

По содержанию сухого вещества в клубнях картофеля в среднем за 4 года выделен сорт Памяти Полевой – 23,4%, по другим сортам и гибридам количество сухого вещества было 20,5-21,7% (табл. 5).

Таблица 5

Качество клубней картофеля, 2015-2017 гг.

Сорт, гибрид, сортообразец	Сухое вещество, %				Крахмал, %				Витамин С, мг/%			
	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее
Зырянец	22,0	21,6	21,4	21,7	14,9	16,3	15,2	15,5	7,4	12,1	10,4	10,0
П.Полевой	23,2	24,1	22,9	23,4	14,5	17,0	15,2	15,6	7,2	14,3	11,0	10,8
1603-7	19,9	21,0	21,1	20,7	13,1	12,9	16,0	14,0	8,5	12,9	11,5	11,0
1657-7	20,1	20,5	20,9	20,5	13,1	14,5	14,6	14,1	6,4	20,0	11,1	12,5
Удача	22,0	21,0	20,9	21,3	13,9	14,3	15,3	14,5	6,6	11,7	10,3	9,5
Невский	20,0	20,3	22,1	20,8	12,4	14,9	16,1	14,5	7,1	20,3	14,5	14,0

По содержанию крахмала также лучшим был сорт П.Полевой – 15,6% (крахмалистость средняя, 5 баллов), несколько ниже – у сорта Зырянец – 15,5%, по другим сортам, гибридам и контрольным сортам количество крахмала составило 14,0-14,5% (крахмалистость низкая, 3 балла). Сбор крахмала с одного гектара составил у сортов и гибридов: Зырянец – 5,25 т/га, П.Полевой – 4,99 т/га, 1657-7 – 5,36 т/га, 1603-7 – 3,67 т/га и сортов: Удача – 3,94 т/га и Невский – 4,86 т/га.

По содержанию витамина С лучшим был гибрид 1657-7 – 12,5 мг/% (среднее, 5 баллов) и сорт Невский – 14,0 мг/%, по другим сортообразцам количество витамина С составило 9,5-11,0 мг/% (низкое – 3 балла).

Все сорта характеризовались высокой устойчивостью к фитофторозу по клубням (9 баллов) и по ботве (8-9 баллов), за исключением 2016 г., где перед уборкой оценка симптомного поражения фитофторой ботвы у сортов и гибридов была выражена в разной степени и составила: П.Полевой – 3 балла (высо-

кое), Зырянец и 1657-7 – 4 балла (от высокого до умеренного), 1603-7 – 9 баллов (отсутствует), у сортов Удача – 1 балл (очень высокое), Невский – 4 балла (от высокого до умеренного). Устойчивость гибридов картофеля к раку и нематоду подтверждена в лаборатории ФГБНУ ВНИИКХ им А. Г. Лорха.

**Выводы.** 1. На дерново-подзолистой хорошо окультуренной почве наибольшую урожайность сформировал гибрид 1657-7 – 38,0 т/га, что на 4,5-10,8 т/га больше, чем в контрольных сортах. Сопоставимую с ним урожайность 32,0 и 33,9 т/га и наибольший сбор крахмала 4,99 и 5,25 т/га в годы испытаний обеспечили сорта Памяти Полевой и Зырянец.

2. Лучшие качественные показатели в комплексе отмечены у гибрида 1657-7 (крахмал 14,1%, с.в. – 20,5%, витамин С – 12,5 мг/%), близкие показатели получены на новых сортах Зырянец и Памяти Полевой с содержанием крахмала и сухого вещества 15,5-15,6% и 21,7-23,4% соответственно.

**Литература**

1. Постников А. Н., Постников Д. А. Картофель. М. : Из-во ФГОУ ВПО МСХА, 2006. 152 с.
2. Собилин В. А., Никулин В. А. Картофель – культура северная. Сыктывкар : Коми книжное издательство, 1966. 130 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 456 с.
4. Агроклиматические ресурсы Коми АССР. Л. : Гидрометеиздат, 1973. 135 с.
5. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. М. : Колос, 1967. 247 с.
6. Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
7. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб. : ГНУ ГНЦ ВИР РФ, 2010. 29 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Методические указания по технологии селекции картофеля. М. : ВАСХНИЛ, 1994. 22 с.
10. Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М. : ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.

11. Мусин С. М. Мифы, ошибки и фальсификации в истории селекции картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 6. С. 29–35.
12. Усков А. И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: обоснование стратегии // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 6. С. 30–33.
13. Усков А. И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: 2. Получение исходных растений // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 9. С. 20–22.
14. Уайтхед Т., Мак-Интош Т., Финдлей У. Определение сортов картофеля по ботве. Определение сортов картофеля по генетическим органам. Кн. : Картофель. М., ИЛ, 1955. С. 40-58 (пер. с англ.).
15. Dorst J. C. Knopmutatie bij den aardappel. *Genetica*, 1924. V. 6. P. 1–123.
16. Holm D. G. Sangre selection studies: I. Selection and comparative trials. *Am. Potato J.*, 1988. V. 65. P. 21–26.

## ASSESSMENT OF ECONOMIC CHARACTERISTICS OF NEW POTATO HYBRIDS AND VARIETIES RECOMMENDED FOR CULTIVATION IN THE MIDDLE ZONE OF TAIGA IN EURO-NORTH-EAST

**P. I. Konkin, N. T. Chebotarev**, Dr. of Agr. Sci.;

**A. A. Yudin**, Cand. Econ. Sci.,

FSBSI Scientific and Research Institute of Agriculture of the Republic of Komi

27, Rucheynaya St., Syktyvkar, 167023, Russia

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

**A. V. Oblizov**, Cand. Econ. Sci.,

SEI HE Komi Republican Academy of State Service and Administration

11, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, 167982, Russia

E-mail: [oblizov\\_a@mail.ru](mailto:oblizov_a@mail.ru)

### ABSTRACT

In 2014-2017, the comparative test of two potato varieties (the Zyryanets, the Pamyati Polevoi) and two potato hybrids (number 1603-7 and 1657-7) was carried out under the conditions of the Republic of Komi. The trial field contained sod-podzolic, light loamy, well-cultivated soil with the following agrochemical parameters: humus – 3.0-4.1%; pH<sub>KCl</sub> – 5.7-6.6; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 500-595 mg/kg of soil, K<sub>2</sub>O – 130-170 mg/kg of soil. Weather conditions of 2014-2017 vegetative periods (planting and harvesting) were as follows: the average air temperature in 2016 amounted to 16.3°C, in 2014 – 13.7°C, in 2015 – 14°C and in 2017 – 12.9°C (the lowest temperature for the research years) at an average multi-annual rate of 13.1 °C. The amount of precipitation in four research years was higher than the average multi-annual rate: in 2014 – 327.7 mm; in 2015 – 282.7 mm; in 2016 – 385.6 mm and in 2017 – 318.3 mm at a normal rate of 252.0 mm. On average over the four years, the yield capacity of potato tubers on sod-podzolic well-cultivated soil by 60-65 day from the planting date was equal to 5.1 and 11.4 t/ha, while the yield capacity of control varieties such as the Udacha and the Nevsky was 7.6 and 9.9 t/ha. The highest yield capacity equal to 11.4 t/ha was obtained by 60-65 day in the hybrid number 1657-7 and it exceeded the control varieties by 50.0% and 15.1%, respectively. The average yield capacity of varieties and hybrids on the 90-95 day from the planting date amounted to 26.2-38.0 t/ha. The highest yield of potato tubers equal 38.0 t/ha was obtained in the hybrid 1657-7, a fairly high yield of potato was in the Zyryanets variety – 33.9 t/ha and the Pamyati Polevoi – 32.0 t/ha. The following potato varieties were highlighted by the content of dry matter in tubers: the Zyryanets – 21.7 % and the Pamyati Polevoi – 23.4%, meanwhile, in the control potato varieties it was equal to 20.8 and 21.3%. The following amount of starch was observed in tubers of potato varieties: the Zyryanets – 15.5%, the Pamyati Polevoi – 15.6%, the Udacha and the Nevsky control varieties – 14.5%. The best performance of vitamin C content equal to 12.5% was showed by the hybrid 1657-7. The Zyryanets and the Pamyati Polevoi consisted 10.0 and 10.8% of vitamin C, in control varieties its content was 9.5% in the Udacha and 14.0% in the Nevsky.

*Key words: potato, hybrid, variety, yield capacity, yield structure, dry matter, starch, vitamin C, late blight, nematode, adapted conditions.*



## References

1. Postnikov A. N., Postnikov D. A. Kartofel' (Potato), Moscow, Iz-vo FGOU VPO MSKhA, 2006, 152 p.
2. Sobinin V. A., Nikulin V. A. Kartofel' – kul'tura severnaya (Potato is a Northern crop), Syktyvkar, Komi knizhnoe izdatel'stvo, 1966, 130 p.
3. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. Sorta rastenii. (The state register of selection achievements, admitted to use. Vol. 1. Varieties of plants), Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014, 456 p.
4. Agroklimaticheskie resursy Komi ASSR (Agroclimatic resources of the Komi ASSR), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1973, 135 p.
5. Shashko D. I. Agroklimaticheskoe raionirovanie SSSR (Agroclimatic zoning of the USSR), Moscow, Kolos, 1967, 247 p.
6. Shashko D. I. Agroklimaticheskie resursy SSSR (Agroclimatic resources of the USSR), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1985, 247 p.
7. Metodicheskie ukazaniya po podderzhaniyu i izucheniyu mirovoi kolleksii kartofelya (Guidelines for the maintenance and study of world collection of potatoes), Saint-Petersburg, GNU GNTs VIR RF, 2010, 29 p.
8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Methods of field experiment (with bases of statistical processing of research results)), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
9. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selektsii kartofelya (Guidelines for technology selection of potato), Moscow, VASKhNIL, 1994, 22 p.
10. Simakov E. A., Sklyarova N. P., Yashina I. M. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selektsionnogo protsessa kartofelya (Methodical instructions on technology of the breeding process of potato), Moscow, ООО «Redaktsiya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», 2006, 70 p.
11. Musin S. M. Mify, oshibki i fal'sifikatsii v istorii selektsii kartofelya (Myths, mistakes and fraud in the history of potato breeding), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2004, No. 6, pp. 29–35.
12. Uskov A. I. Vosproizvodstvo ozdorovlennogo iskhodnogo materiala dlya semenovodstva kartofelya: obosnovanie strategii (Improved reproduction of the source material for seed potatoes: the rationale of the strategy), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2009, No. 6, pp. 30–33.
13. Uskov A. I. Vosproizvodstvo ozdorovlennogo iskhodnogo materiala dlya semenovodstva kartofelya: 2. Poluchenie iskhodnykh rastenii (Reproduction of improved starting material for potato seed: 2. Obtaining the original plants), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2009, No. 9, pp. 20–22.
14. Uaitkhet T., Mak-Intosh T., Findlei U. Opredelenie sortov kartofelya po botve. Opredelenie sortov kartofelya po geneticheskim organam (Determination of potato varieties on the tops. Definition of potato varieties by genetic organs), Kn. Kartofel', Moscow, IL, 1955, pp. 40-58 (per. s angl.).
15. Dorst J. C. Knopmutatie bij den aardappel, Genetica, 1924, V. 6, pp. 1–123.
16. Holm D. G. Sangre selection studies: I. Selection and comparative trials. Am. Potato J., 1988, V. 65, pp. 21–26.

УДК 633.853.494 :631.526.32

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**Р. Н. Курбангалиев**, аспирант;  
**А. С. Богатырева**, канд. с.-х. наук;  
**Э. Д. Акманаев**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990,  
E-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)

*Аннотация.* В работе представлены результаты исследований, целью которых была разработка приемов посева ярового рапса в Среднем Предуралье. В 2015-2017 гг. на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ был заложен полевой трехфакторный опыт по изучению сортов ярового рапса, норм высева и сроков посева. Исследования проводили на типичной для Среднего Предуралья дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве. Выявлена реакция на изменение срока посева и нормы высева семян двух объектов ярового рапса: сорта Ратник и гибрида Смилла. Методы исследований: полевой опыт и лабораторные анализы. Данные представлены в виде среднего значения за три года исследований. Наибольшей продуктив-

ностью отличался гибрид зарубежной селекции Смилла, который формировал 1,33 т/га маслосемян, что существенно выше на 0,35 т/га, чем при посеве отечественного сорта Ратник. Наибольшая урожайность была получена при посеве ярового рапса в возможно ранний срок с нормой высева 1,5 и 2,0 млн всх. семян/га. Данная закономерность отмечена для агрофитоценозов обоих сортов. Более высокая продуктивность гибрида Смилла обусловлена большим количеством растений на 1 м<sup>2</sup>, сохранившихся к моменту уборки. Преимущество возможно раннего срока посева по величине урожайности связано с максимальной густотой продуктивного стеблестоя и продуктивностью одного растения. Более высокая продуктивность одного растения при возможно раннем сроке посева обусловлена большим количеством стручков на одном растении. Максимальное количество стручков на растении и семян в стручке наблюдается при низких нормах высева для обоих сортов. Масса 1000 семян практически не изменяется по сортам, срокам и нормам высева ярового рапса. Оптимальными приемами посева ярового рапса как для отечественного сорта Ратник, так и для зарубежного гибрида Смилла, являются возможно ранний срок посева с нормой высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га.

*Ключевые слова:* яровой рапс, сорт, норма высева, срок посева, урожайность, структура урожайности.

**Введение.** Яровой рапс является одной из перспективных масличных культур, интерес вызван спросом на продукты переработки – масло, жмых, шрот и т.д. Благодаря значительному содержанию протеина и незаменимых аминокислот это – ценные кормовые добавки. По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В его семенах содержится 40-45% полувысыхающего масла и 21-33% белка [8]. В последние годы рапсовое масло все шире используется в качестве сырья для производства биологического топлива [1, 11]. Корневая система ярового рапса оструктурирует и разрыхляет пахотный слой почвы, а также, проникая в подпахотный слой, выносит в верхний слой питательные вещества [12]. Помимо того, что яровой рапс – хороший предшественник, он также является фитосанитаром полей и хорошим медоносом [10, 11].

Увеличение посевных площадей под яровым рапсом в Пермском крае ограничивается несовершенством технологии возделывания. В связи с этим, определение оптимальных сроков посева и норм высева современных сортов рапса является актуальной проблемой. Для ярового рапса наиболее благоприятны ранние сроки посева (одновременно с посевом ранних яровых зерновых). Однако, мнения ученых о конкретном сроке расходятся. Одни считают, что посев ярового рапса необходимо проводить в возможно ранний срок, другие – через 6 суток от возможно раннего срока посева, а третьи – через 10-15 дней после наступления физической спелости почвы [4, 6, 7].

Важным элементом технологии возделывания ярового рапса является выбор оптимальной нормы высева, поскольку сильно загущенные и, наоборот, изреженные посевы неэффективны [9]. Однако встречается информация, что урожайность ярового рапса слабо зависит от нормы высева семян вследствие высокой компенсационной способности плодородия при разреженных посевах [4].

Таким образом, результаты исследований по срокам и нормам высева носят противоречивый характер даже в одном регионе, вследствие чего их необходимо устанавливать дифференцировано для каждой зоны.

**Методика.** Объекты исследований – яровой рапс сорта Ратник, гибрид Смилла. Полевой трехфакторный опыт был заложен на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в 2015-2017 гг. Схема опыта представлена в таблице 1. Повторность вариантов в опыте четырехкратная. Опыт заложен методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянки третьего порядка составила 54 м<sup>2</sup>. Опыты заложены в соответствии с общепринятыми методиками [3, 5]. Исследования проводили на типичной для Среднего Предуралья дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве. Пахотный слой опытного участка характеризуется средним содержанием гумуса, реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, обеспеченность подвижными формами фосфора очень высокая, калия – повышенная. Технология в опыте общепринятая для Среднего Предуралья [2].

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований существенно отличались. Вегетационный период 2015 года оказался жарким и влажным, 2016 год стал экстремально жарким и сухим, а 2017 г. отличался большим количеством осадков на фоне теплообеспеченности, приближенной к среднелетним показателям.

**Результаты.** Фактический посев был проведен в первой – начале второй декадах мая, где преобладала теплая, с небольшим количеством осадков, погода. Это привело к затягиванию прорастания семян. В 2015 году из-за большого количества осадков и прохладной погоды фаза молочной и восковой спелости удлинилась в 1,5 раза. Период фазы созревания семян в стручке в 2016 году проходил при теплой погоде и относительно небольшой влажности воздуха, что способствовало быстрому созреванию семян. В 2017 году созревание семян проходило при умеренных погодных условиях, что позволило провести уборку в третьей декаде августа. Средняя урожай-

ность ярового рапса за 2015-2017 гг. приведена в таблице 1.

За три года исследований средняя урожайность семян у отечественного сорта Ратник была ниже на 0,35 т/га, чем у гибрида зарубежной селекции Смилла. Возможно ранний срок посева оказался оптимальным для обоих сортов. Таким образом, по сорту Ратник наибольшая урожайность получена при первом сроке посева (1,24 т/га маслосемян), а при запаздывании с посевом на 5-10 дней снижалась в 1,4-1,5 раза. По гибриду Смилла наблюдается аналогичная закономерность: при поздних сроках посева урожайность снижалась в 1,3-1,4 раза.

Урожайность ярового рапса также зависела от нормы высева. В среднем за три года по данному фактору прослеживается тенденция повышения урожайности при увеличении нормы высева. Наибольшая урожайность получена при норме высева 2 млн всхожих семян, высеянных на 1 га (1,80 т/га).

Таблица 1

Урожайность сортов ярового рапса в зависимости от срока посева и нормы высева, т/га, 2015–2017 гг.

Сорт (А)	Срок посева (В)	Норма высева (С), млн/га				Среднее по АВ	Среднее по В	Среднее по А
		0,5	1	1,5	2			
Ратник	1	0,55	1,26	1,49	1,64	1,24	1,42	0,98
	2	0,40	0,79	1,03	1,14	0,84	1,00	
	3	0,42	0,86	1,02	1,17	0,87	1,06	
Среднее по А, С		0,46	0,97	1,18	1,32			1,33
Смилла	1	1,03	1,43	1,84	2,07	1,59		
	2	0,81	0,95	1,15	1,68	1,15		
	3	0,79	1,26	1,14	1,80	1,25		
Среднее по А, С		0,88	1,21	1,38	1,85			
Среднее по С		0,67	1,09	1,14	1,80			
НСР <sub>05</sub>		главных эффектов				частных различий		
фактора А		0,13				0,43		
фактора В		0,15				0,41		
фактора С		0,13				0,33		

Примечание: сроки посева: 1 – возможно ранний, 2 – через 5 дней от возможно раннего, 3 – через 10 дней от возможно раннего.

При возделывании гибрида Смилла наибольшая урожайность была получена при сочетании возможно раннего срока посева и нормах высева 1,5 и 2,0 млн/га (1,84 и 2,07 т/га соответственно). Максимальная урожайность

отечественного сорта Ратник также была получена в аналогичных вариантах (1,49 и 1,64 т/га соответственно).

Полученные данные подтверждаются структурой урожайности (табл. 2).

Таблица 2

## Структура урожайности сортов ярового рапса в зависимости от срока посева и нормы высева, 2015-2017 гг.

Сорт (А)	Срок посева (В)	Норма высева (С), млн/га	Количество растений перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>	Количество стручков на одном растении, шт	Количество семян в стручке, шт	Масса 1000 семян, г	Продуктивность одного растения, г	
Ратник	1	0,5	11	39,0	19,6	4,34	3,95	
		1	26	42,2	19,9	4,29	3,77	
		1,5	48	35,2	17,5	4,16	2,70	
		2	62	30,2	17,4	4,31	2,35	
	2	0,5	16	28,4	17,4	17,4	4,50	2,45
		1	24	35,5	16,9	4,56	3,12	
		1,5	34	33,5	17,6	4,19	2,83	
		2	41	34,1	16,3	4,32	2,63	
	3	0,5	14	28,5	18,4	4,29	2,58	
		1	24	33,5	19,4	4,36	3,05	
		1,5	41	31,1	16,6	4,19	2,44	
		2	52	29,8	17,1	4,36	2,32	
<b>Среднее по А<sub>1</sub></b>			<b>33</b>	<b>33,4</b>	<b>17,8</b>	<b>4,32</b>	<b>2,85</b>	
Смилла	1	0,5	21	58,9	18,2	4,18	4,75	
		1	55	35,9	16,3	4,17	2,51	
		1,5	77	32,3	17,3	4,01	2,25	
		2	87	31,4	16,5	4,11	2,11	
	2	0,5	25	44,3	17,2	4,27	3,57	
		1	43	32,9	15,4	4,15	2,19	
		1,5	62	26,2	16,3	4,02	1,79	
		2	79	29,5	16,1	3,99	2,04	
	3	0,5	22	44,9	18,1	4,23	3,71	
		1	45	38,4	17,4	4,25	2,84	
		1,5	55	29,5	16,1	3,99	1,94	
		2	73	32,2	17,3	4,06	2,27	
<b>Среднее по А<sub>2</sub></b>			<b>54</b>	<b>36,4</b>	<b>16,9</b>	<b>4,12</b>	<b>2,66</b>	
НСР <sub>05</sub>								
фактора А	главных эффектов		6	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,8	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	
	частных различий		22	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	2,6	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	
фактора В	главных эффектов		5	1,5	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,20	
	частных различий		14	4,2	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,57	
фактора С	главных эффектов		4	2,6	1,0	0,15	0,25	
	частных различий		10	6,3	2,4	0,36	0,61	

Более высокая продуктивность гибрида Смилла обусловлена большим количеством растений на 1 м<sup>2</sup>, сохранившихся к моменту уборки (54 шт.). В агроценозах отечественного сорта Ратник густота продуктивного стеблестоя в среднем по опыту составила 33 шт/м<sup>2</sup>, что на 21 растение меньше, чем у гибрида Смилла. Меньшее количество растений сорта Ратник на единице площади обусловлено более низкой полевой всхожестью семян и меньшей сохранностью растений в период вегетации. Разница между сортами по этим показателям составила 9-10 %.

Преимущество возможно раннего срока посева по величине урожайности связано как с густотой продуктивного стеблестоя, так и с продуктивностью одного растения. Агроценозы, посеянные в самый ранний из возможных сроков, в среднем формировали 48 растений

на 1 м<sup>2</sup>, что на 7 растений больше, чем в агроценозах, посеянных с опозданием. Продуктивность одного растения при первом сроке посева составила 3,05 г, что на 0,47 г больше, чем при посеве во второй срок, и на 0,41 г – чем при посеве в третий. Более высокая продуктивность одного растения при возможно раннем сроке посева обусловлена большим количеством стручков на одном растении (38,1 шт., что на 5,1 и 4,7 шт. больше, чем при втором и третьем сроках посева соответственно). Между вторым и третьим сроками посева разницы в урожайности не выявлено.

На урожайность растений, высеянных с разными нормами высева, оказывали влияние как густота продуктивного стеблестоя, так и продуктивность одного растения. Величина урожайности при этом рассматривается как производное показателей структуры урожай-

ности. Количество растений, сохранившихся к моменту уборки, с увеличением нормы высева возрастало с 16 до 75 шт/м<sup>2</sup>. Продуктивность одного растения при повышении нормы высева, напротив, снижалась. В среднем за три года исследований наибольшую продуктивность отмечали при норме высева 0,5 млн. всхожих семян, высеянных на 1 га (3,95 и 4,75 г для сортов Ратник и Смилла соответственно).

Повышение продуктивности одного растения связано с увеличением количества стручков на растении и семян в стручке. Максимальное количество стручков наблюдается при низких нормах высева для обоих сортов. При увеличении нормы высева количество стручков на рас-

тении снижается на 9,9, 15,2 и 18,2 шт. соответственно для норм 1, 1,5 и 2 млн/га.

Низкие нормы высева способствуют формированию большего количества семян в стручке (18,9 и 18,1 шт.). Загущение посевов приводит к снижению обсемененности одного стручка на 1,5-2,0 шт.

Масса 1000 семян практически не изменяется по сортам, срокам и нормам высева ярового рапса.

**Вывод.** В результате проведенных исследований оптимальным приемом посева ярового рапса как для отечественного сорта Ратник, так и для зарубежного гибрида Смилла является возможно ранний срок посева с нормой высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га.

#### Литература

1. Аитов Д. Ф., Иванов Д. В. Перспективы использования биодизеля в сельском хозяйстве республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2010. № 3. Т.17. С.104–106.
2. 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.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
4. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации / В. В. Карпачев [и др.]. М. : Росинформагротех, 2008. 55 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР / Под общ. ред. М.А. Федина. М., 1985. 20 с.
6. Устарханова Э. Элементы технологии возделывания ярового рапса в условиях Краснодарского края // Главный агроном. 2008. № 3. С. 143–144.
7. Фатыхов И. Ш., Салимова Ч. М. Урожайность семян ярового рапса Галант при разных сроках посева и нормах высева // Аграрный вестник Урала. 2009. № 12. С. 32–33.
8. Рапс / Под общ. ред. Д.Шпаара. Мн. : «ФУАинформ», 1999. 208 с.
9. Ян Л. В. Влияние технологических приемов ярового рапса на качество семян // Кормопроизводство. 2004. №7. С. 26–29.
10. Finlaysonchange A. J. Changes in the nitrogenous components of rapeseed (*Brassica napus*) grown on a nitrogen and sulfur deficient soil // Canadian Journal Of Plant Science. 2016. V. 1970. P. 705–709.
11. Graf T. Standpunkt zur Erzeugung und Verwendung von Rapsol und Biodiesel in der Landwirtschaft // Thuringer Landesanstalt fur Landwirtschaft. 2004. P. 8.
12. Wirsing F. Die bedeutung des zwieschen fruchtanbaus fur die industriemassige kartoffelproduktion // Feldwirtschaft. 1977. № 18. S. 330–331.

## THE INFLUENCE OF SOWING DATES AND RATES ON THE YIELD CAPACITY OF SPRING RAPE VARIETIES IN THE MIDDLE PREDURALIE

**R. N. Kurbangaliev**, PhD student;  
**A. S. Bogatyreva**, Cand. Agr. Sci.;  
**E. D. Akmanaev**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Professor,  
 FSBEI HE Perm SATU  
 23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
 E-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)

#### ABSTRACT

The paper represents the research results aimed to develop spring rape seeding methods in the middle Preduralie. In 2015-2017 three-factor field trial investigating spring rape varieties, sowing rates and seeding dates was laid out on the training and research trial field of FSBEI HE Perm SATU. The research was conducted on the typical for the middle Preduralie fine sod-podzolic, heavy loamy soil. The response to changes in seeding date and sowing rate was determined for seeds of two spring rape objects: the Ratnik variety and the Smilla hybrid. Field trial and laboratory analyses were used as

research methods. The data was represented as an average estimate for the three research years. The Smilla hybrid of non-domestic selection had the highest productivity with 1.33 t/ha of oilseeds that was by 0.35 t/ha higher than the performance of the Ratnik domestic variety. The highest yield was achieved whilst seeding the spring rape on possible early date with sowing rate of 1.5 and 2.0 million of germinable seeds per hectare. This regularity was common for agrophytocenosis of both varieties. The higher productivity of the Smilla hybrid relates to the higher number of plants/m<sup>2</sup> at harvest time. As soon as possible seeding date is preferential by its yield capacity due to the maximum density of productive crops and productivity of one plant. The higher productivity of one plant on possible early seeding date is caused by the number of pods per one plant. The highest number of plant pods and seeds in a pod was observed at low sowing rates for both varieties. The weight of 1000 seeds is nearly unchangeable at varieties, sowing dates and rates of spring rape. The optimal seeding method for the Ratnik domestic variety as well as the Smilla non-domestic hybrid is possible early seeding date with sowing rate of 1.5 million germinable seeds per hectare.

*Key words: spring rape, variety, sowing rate, seeding date, yield capacity, yield structure.*

#### References

1. Aitov D. F., Ivanov D. V. Perspektivy ispol'zovaniya biodizelya v sel'skom khozyaistve respubliki Tatarstan (Bio-diesel prospects in agriculture of the Republic of Tatarstan), Vestnik Kazanskogo GAU, 2010, No. 3, T.17, pp.104–106.
2. Akmanaev E. D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agro-business), uchebnoe posobie 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.
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field trial method), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
4. Karpachev V. V. et al. Perspektivnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva yarovogo rapsa: metodicheskie rekomendatsii (Prospective resource-saving technology of spring rape production: methodological guidelines), Moscow, Rosinformagrotekh, 2008, 55 p.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (State variety testing method of agricultural crops), Gosudarstvennaya komissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri Ministerstve sel'skogo khozyaistva SSSR, Pod obshch. red. M.A. Fedina, Moscow, 1985, 20 p.
6. Ustarkhanova E. Elementy tekhnologii vzdelyvaniya yarovogo rapsa v usloviyakh Krasnodarskogo kraia (Elements of spring rape cultivation technology in Krasnodarskiy Krai), Glavnyi agronom, 2008, No. 3, pp. 143–144.
7. Fatykhov I. Sh., Salimova Ch. M. Urozhainost' semyan yarovogo rapsa Galant pri raznykh srokakh poseva i normakh vyseva (Seed yield capacity of the Galant spring rape at different seeding time and sowing rates), Agrarnyi vestnik Urala, 2009, No. 12, pp. 32–33.
8. Shpaar D., Ginapp Kh., Dreger D., Zakharenko V., Kryuger K., Makovski N., Postnikov A., Shcherbakov V., Yaster K. Raps (Rape), pod obshch. red. D. Shpaara, Minsk, «FUAinform», 1999, 208 p.
9. Yan L. V. Vliyanie tekhnologicheskikh priemov yarovogo rapsa na kachestvo semyan (Influence of spring rape processing technologies on the quality of seeds), Kormoproizvodstvo, 2004, No.7, pp. 26–29.
10. Finlaysonchange A. J. Changes in the nitrogenous components of rapeseed (*Brassica napus*) grown on a nitrogen and sulfur defi cient soil, Canadian Journal Of Plant Science, 2016, V. 1970, pp. 705–709.
11. Graf T. Standpunkt zur Erzeugung und Verwendung von Rapsol und Biodiesel in der Landwirtschaft, Thuringer Landesanstalt fur Landwirtschaft, 2004, p. 8.
12. Wirsing F. Die bedeutung des zwieschen fruchtanbaus fur die industriemassige kartoffelproduktion, Feldwirtschaft, 1977, No. 18, pp. 330–331.

УДК 631.52:633.13

## ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ОВСА

**В. Е. Кардашина**, ст. науч. сотрудник; **Л. С. Николаева**, ст. науч. сотрудник;  
ФГБНУ «Уральский НИИСХ», Красноуфимский селекционный центр,  
ул. Селекционная, 8, г. Красноуфимск, Свердловская обл., Россия, 623300  
E-mail: [seleksiya@bk.ru](mailto:seleksiya@bk.ru)

*Аннотация.* В Красноуфимском селекционном центре созданы зерноукосные сорта овса: Универсал 1, Памяти Балавина и Уралец, которые востребованы в сельскохозяйственном производстве Среднего Урала. В статье прослеживается реакция овса на различные метеорологические факторы вегетационных периодов 2010-2012 гг. и 2014-2016 гг. Конкурсное испытание

овса проведено в селекционном севообороте на темно-серой лесной почве с гранулометрическим составом от легкосуглинистого до тяжелосуглинистого. Гидротермический коэффициент в годы исследований изменялся от 0,42 до 2,72. В условиях Среднего Урала растения овса вступали в фазу выметывания метелки в зависимости от количества атмосферных осадков при наборе суммы положительных температур воздуха 590-635 °С, в восковую спелость – 1150-1450 °С. Чем выше влажность почвы и воздуха, тем требуется больше тепловой энергии для испарения излишней влаги. Недостаточное количество осадков в 2010, 2012 и 2016 гг. привело к сокращению вегетационного периода до 66-69 дней, урожайность зеленой массы составила 19,9-26,6 т/га; во влажные 2011, 2014 и 2015 гг. – 32,6-49,8 т/га. Урожайность зерна в засушливые 2010 и 2012 годы составила 3,03-3,28 т/га, в благоприятные 2011 и 2014 годы – 5,16-6,06 т/га. Кроме осадков, на зерновую продуктивность оказывает влияние среднесуточная температура воздуха в течение вегетационного периода.

*Ключевые слова: овес, сорт, вегетационный период, атмосферные осадки, продуктивность, сумма положительных температур.*

**Введение.** Овес является важной зерновой и кормовой культурой. Широкий ареал его распространения связан с хорошей приспособленностью к условиям среды. Преимущества овса среди других зерновых культур – меньшая требовательность к почве и высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания [7, 8].

Овес используется в качестве зеленого корма более продолжительный период времени: от начала выметывания метелки до наступления молочно-восковой спелости [4]. Высокослые сорта овса обычно имеют более высокий урожай зеленой массы, чем низкослые [13, 15]. Получение высококачественного корма, хорошо поедаемого животными в течение длительного времени, можно регулировать различными сроками сева [12]. При раннем укосе овес быстро отрастает и служит дополнительным источником корма для выпаса животных [7].

Большое значение овес имеет в организации зеленого конвейера, особенно в условиях северных и северо-восточных регионов страны, ряда территорий Сибири и горных районов Северного Урала, когда теплолюбивые кормовые культуры не способны обеспечить стабильную кормовую базу [1].

Овес используют как на пищевые цели, так и на кормовые. В Красноуфимском селекционном центре продолжается работа по созданию зерноукосных сортов [9]. Важно, чтобы создаваемые сорта обладали устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов. Одним из факторов, воздействующих на рост и развитие растений овса, являются погодные условия.

Об их влиянии упоминали в своих научных работах многие исследователи [2, 5, 11]. Причем, в разных природно-климатических зонах лимитирующим фактором могут быть как осадки, так и среднесуточная температура воздуха [10, 14].

*Цель исследований* – выявить реакцию зерновой и кормовой продуктивности зерно-кормовых сортов овса Универсал 1, Памяти Балавина и Уралец на природно-климатические условия в зоне северной лесостепи Предуралья.

Главной задачей является анализ воздействия метеорологических факторов (атмосферных осадков и среднесуточной температуры воздуха) на рост и развитие растений овса.

**Методика.** Исследования проводились в Красноуфимском селекционном центре на юго-западе Свердловской области в северной лесостепи Предуралья. Селекционные питомники закладывались в стационарном десятипольном севообороте на темно-серой лесной почве с гранулометрическим составом от легкосуглинистого до тяжелосуглинистого. Поля севооборота различались и агрохимическими показателями: рН<sub>KCl</sub> (5,7...7,0), гидролитическая кислотность (4,13...5,19 мг-экв./100 г почвы), содержание гумуса (6,7...8,3 %), легкогидролизруемый азот (86...160 мг/кг), обменный калий (136...186 мг/кг), общий фосфор (290...410 мг/кг). На всех этапах селекционного процесса создавался оптимальный агротехнический фон.

Площадь делянки конкурсного испытания универсального назначения для определения зерновой продуктивности составляла 16 м<sup>2</sup>,

для учета зеленой массы – 5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Норма высева всхожих зерен – 5 млн шт/ га. Стандартом являлся сорт Универсал 1. В соответствии с методикой государственного испытания проводились фенологические наблюдения: всходы, выметывание, восковая спелость [6]. Математическая обработка урожайных данных в конкурсном испытании проведена по Б. А. Доспехову [3].

Погодные данные взяты из официальных агрометеорологических бюллетеней станции Красноуфимск Свердловской области по

гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

**Результаты.** В Красноуфимском селекционном центре созданы зерноукосные сорта Универсал 1, Памяти Балавина и Уралец, которые включены в Госреестр селекционных достижений. Для анализа воздействия природно-климатических факторов на кормовую и зерновую продуктивность этих сортов взяты результаты конкурсного испытания 2010-2016 гг., различающиеся по обеспеченности теплом и количеству атмосферных осадков в течение вегетации овса (рис. 1, 2, 3).

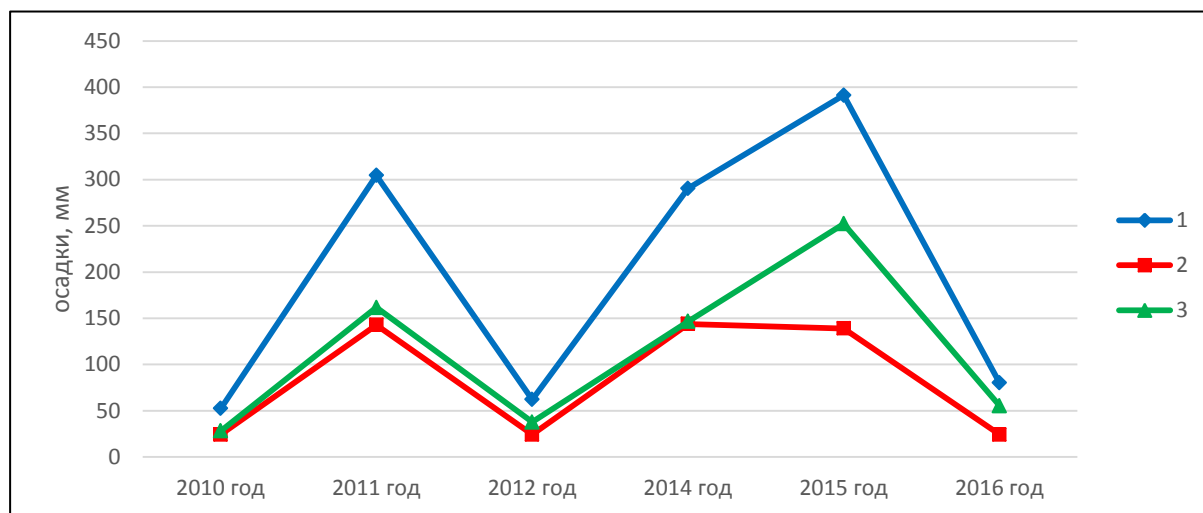


Рис. 1. Количество выпавших осадков (мм) за период вегетации овса: 1 – от всходов до созревания; 2 – от всходов до выметывания; 3 – от выметывания до созревания

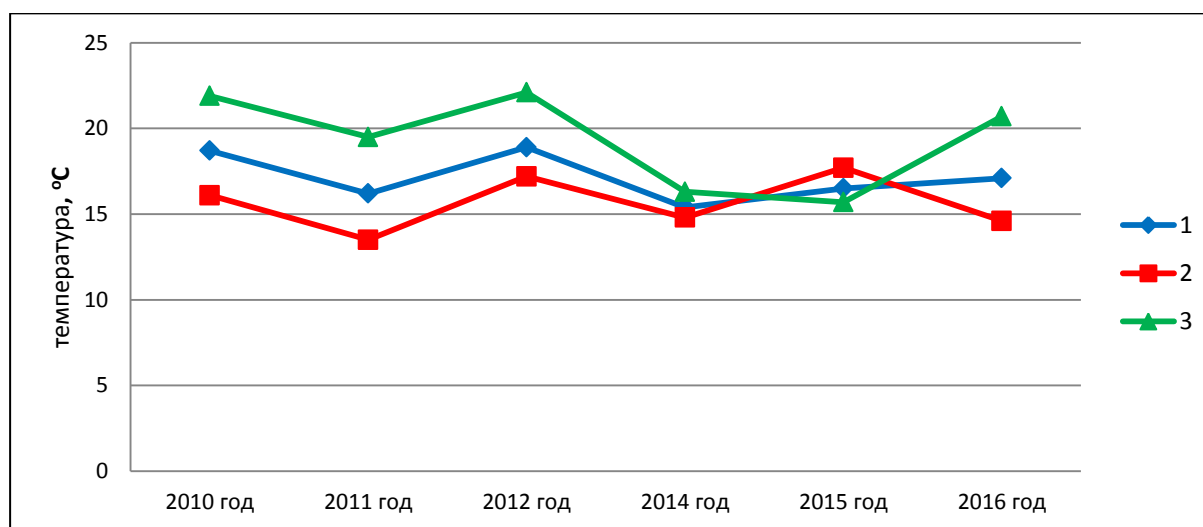


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха (°C) за период вегетации овса: 1 – от всходов до созревания; 2 – от всходов до выметывания; 3 – от выметывания до созревания



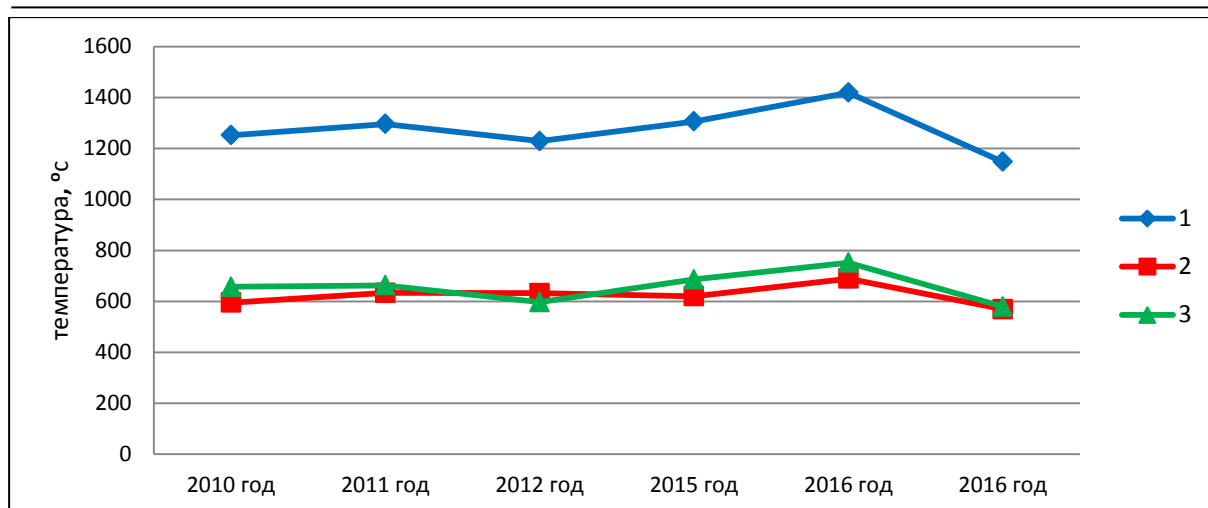


Рис. 3. Сумма положительных температур воздуха (°С) за период вегетации овса: 1 – от всходов до созревания; 2 – от всходов до выметывания; 3 – от выметывания до созревания

Недостаток влаги и высокий температурный режим отмечены в 2010, 2012 и 2016 годах. Иные погодные условия сложились в 2011, 2014 и 2015 годы, когда количество осадков превысило среднеголетние показатели в 1,5-2 раза. На рисунке 3 кривая, отображающая теплообеспеченность растений в течение вегетации, имеет небольшую амплитуду колебаний. Для вступления в репродуктивную фазу развития и созревания зерна овса необходима определенная сумма положительных температур. Для Среднего Урала эта величина составляет примерно 1150-1450 °С для среднеспелых сортов. Выметывание метелки в

анализируемые годы происходило при накоплении 590-635 °С. В годы проведения исследований наибольшие суммы положительных температур до наступления восковой спелости 1306-1418 °С отмечены во влажные годы, так как часть тепловой энергии потрачена на уменьшение излишней влаги в зерновках во время созревания овса.

Гидротермический коэффициент в засушливые 2010, 2012 и 2016 годы составил соответственно 0,42; 0,51 и 0,70. Во влажные 2011, 2014 гг. и переувлажненный 2015 год величина ГТК имела следующие показатели: 2,35; 2,22 и 2,72 (рис. 4).

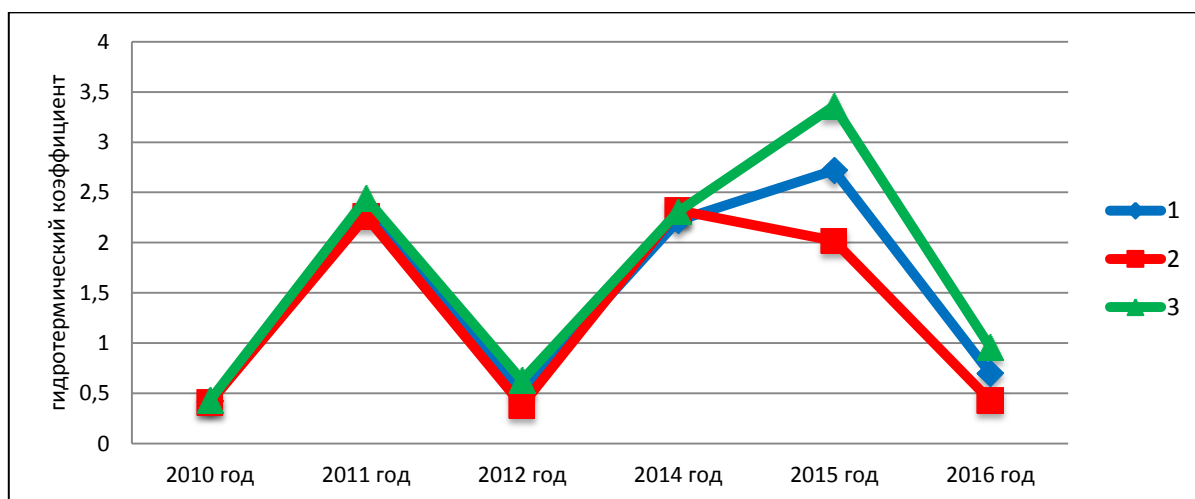


Рис. 4. Гидротермический коэффициент за период вегетации овса: 1 – от всходов до созревания; 2 – от всходов до выметывания; 3 – от выметывания до созревания

Продолжительность роста и развития растений овса зависела от среднесуточной температуры воздуха. Чем она выше, тем раньше

происходит выметывание метелки и созревание зерна (рис. 5).

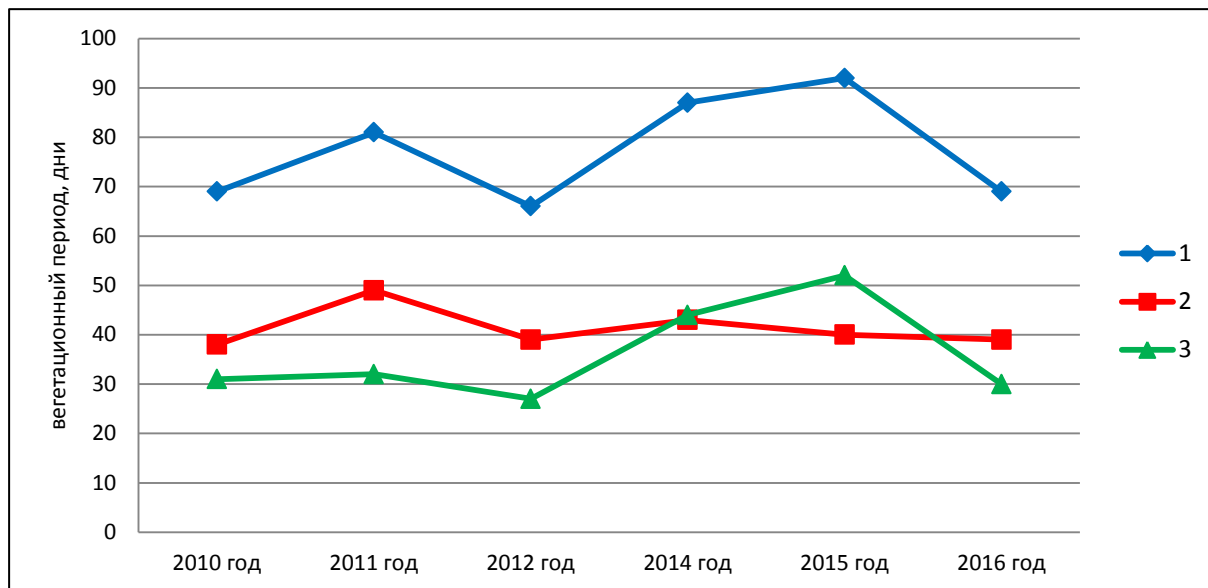


Рис. 5. Продолжительность вегетационного периода (дни) овса:

1 – от всходов до созревания; 2 – от всходов до выметывания; 3 – от выметывания до созревания

Самый продолжительный период вегетации всходы-выметывание – 49 дней в 2011 году, когда среднесуточная температура воздуха составила 13,5 °С. Высокий температурный режим второй половины вегетации, особенно в период налива зерновок в 2012 году, ускорил наступление фазы восковой спелости зерна овса через 27 дней после выметывания метелки. Недостаточное количество осадков также сокращает продолжительность вегетации в целом и отдельных периодов, особенно «выметывание-созревание». Коэффициент корреляции составил 0,972. Продолжительный период «выметывание-созревание» (44 дня) отмечен во влажном 2014 году, когда по сравнению со среднемноголетними данными выпало вдвое больше осад-

ков, а среднесуточная температура воздуха составила 89,6% от среднемноголетних показателей. В 2015 году созревание наступило через 52 дня после выметывания, чему способствовало избыточное увлажнение атмосферными осадками. При высокой относительной влажности воздуха и низкой среднесуточной температуре воздуха (15,7°С) гидротермический коэффициент составил 3,36.

Немаловажное значение для использования вегетативной массы овса на кормовые цели имеет высота растений. Причем, рост стеблей овса продолжается и после наступления фазы выметывания. На рис. 6 представлены показатели средней длины стеблей для каждого года конкурсного испытания.

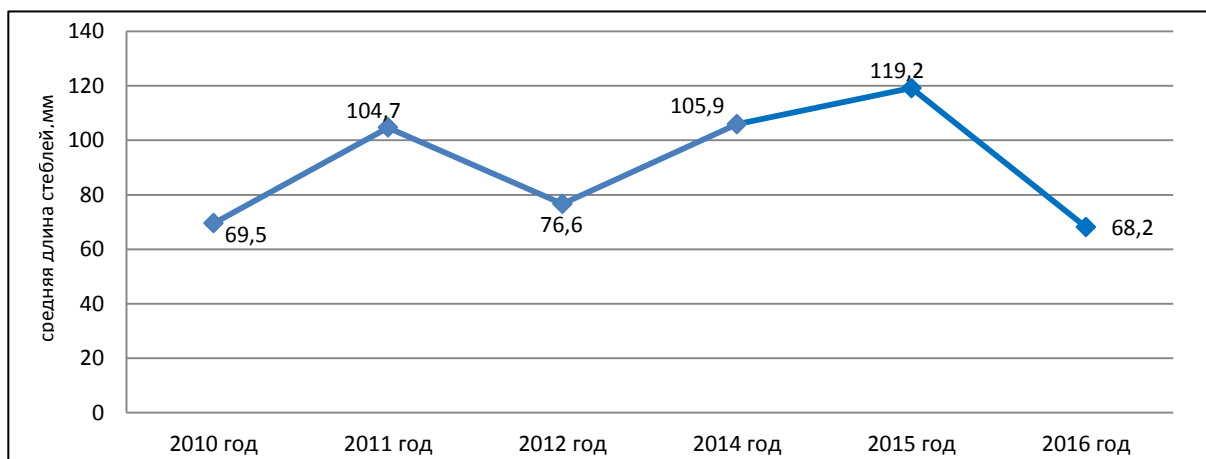


Рис. 6. Средняя длина стеблей (см) овса за период вегетации 2010-2016 гг.

Высота растений находится в прямой зависимости от количества выпавших атмосферных растений и пропорциональна продолжительности вегетационного периода. В засушливые 2010, 2012 и 2016 годы длина стеблей составила 68,2-76,6 см, во влажные 2011, 2014-2015 годы – 104,7-119,2 см. Более

продолжительный период (49 дней) нарастания надземной биомассы в 2011 году способствовал увеличению урожайности зеленой массы до 50,0 т/га. В засушливые 2010, 2012 и 2016 годы укосная масса составляла 19,9-26,6 т/га (рис. 7).

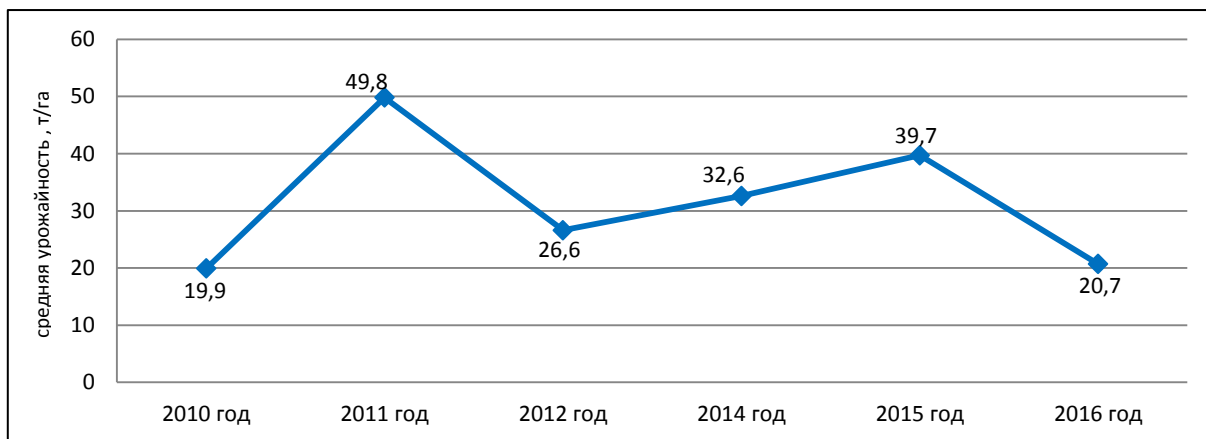


Рис. 7. Средняя урожайность зеленой массы овса (т/га) за период вегетации 2010-2016 гг.

Конечным продуктом возделывания овса является зерно, которое может быть использовано в разных направлениях: как продовольственное, зернофуражное и семенное. Недо-

статок влаги в засушливые 2010 и 2012 годы обусловил урожайность зерна соответственно 3,28 и 3,03 т/га (рисунок 8).

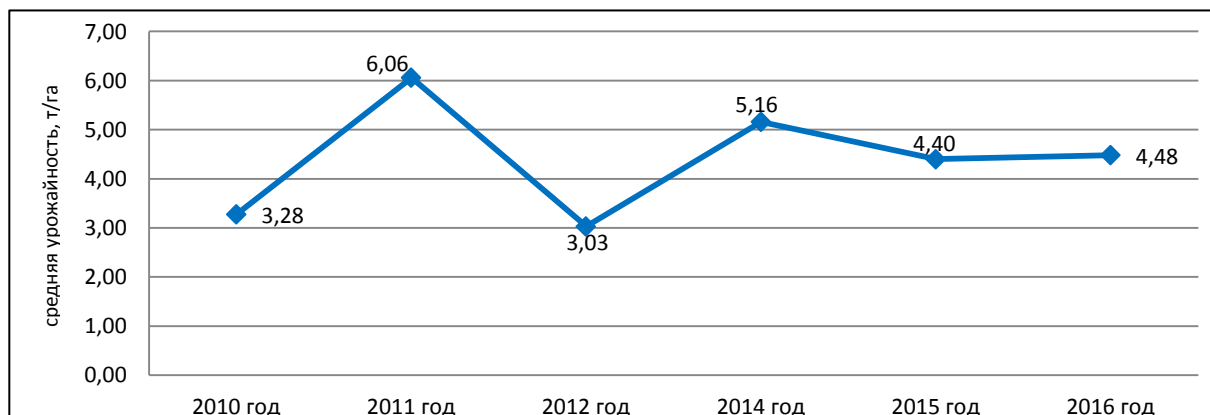


Рис. 8. Средняя урожайность зерна (т/га) за период вегетации овса 2010-2016 гг.

Самым благоприятным по температурному режиму и выпадению осадков, особенно в первой половине вегетации, был 2011 год. Поэтому, в среднем по сортам была получена самая высокая урожайность 6,06 т/га. В 2014 году наибольшее количество осадков выпало после фазы выметывания метелки, налив зерна проходил в условиях умеренного температурного режима, средняя урожайность зерна составила 5,16 т/га. Сильная облиственность и высокие показатели длины стеблей в 2015 году в усло-

виях ветреной погоды и избыточного выпадения осадков во второй половине вегетации привели к полеганию посевов, что затруднило приток питательных веществ в зерновку, сбор зерна в среднем по сортам составил 4,40 т/га. Достаточные запасы влаги в почве при благоприятном температурном режиме в начальный период роста растений овса и атмосферные осадки в период налива зерновок (ГТК = 0,96) в 2016 году позволили получить урожайность зерна 4,48 т/га.

**Выводы.** 1. На жизнедеятельность растений оказывают влияние природно-климатические условия региона возделывания зерновых культур.

2. На Среднем Урале созданы зерноукосные сорта овса Универсал 1, Памяти Балавина и Уралец, которые при соблюдении всех агротехнических приемов возделывания в экстре-

мальных засушливых условиях 2010, 2012, 2016 гг. способны давать урожайность зерна 3,03-4,48 т/га, зеленой массы – 19,9-26,6 т/га.

3. При достаточной влагообеспеченности в благоприятные 2011 и 2014 гг. укосная масса данных сортов составила 32,6-49,8 т/га, сбор зерна – 5,16-6,06 т/га.

#### Литература

1. Баталова Г. А., Кротова Н. В., Шевченко С. Н., Тулякова М. В. Скрининг исходного материала для селекции кормового овса // Кормопроизводство. 2015. № 9. С. 35–39.
2. Безгодов А. В., Ахметханов В. Ф. Адаптивная способность сортов овса и интенсификация технологии их выращивания в условиях Среднего Урала // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 4 (10). С. 200–210.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат 1985. 351 с.
4. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России: теория и практика. М.: Росинформагротех, 2009. 200 с.
5. Косяненко А. П. Роль влагообеспеченности в изменении хозяйственно-биологических признаков овса // Вестник Красноярского ГАУ. 2007. № 1. С. 117–121.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
7. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овес. М., Колос, 1967. 287 с.
8. Неттевич Э. Д., Лызлов Е. В., Сергеев А. В. Зерновые фуражные культуры. 2-у изд., доп. М.: Россельхозиздат, 1980. 235 с.
9. Николаева Л. С., Кардашина В. Е. Основные направления селекции овса на Среднем Урале // АПК России. 2015. № 72/1. С. 106–108.
10. Прогнозирование продолжительности вегетационного периода у сортов яровых зерновых в условиях изменения климата/ Л. Ю. Новикова, В. Н. Дюбин, И. В. Сеферова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 5. С. 78–87.
11. Сорокина А. В., Комарова Г. Н. Влияние климатических факторов на развитие и формирование хозяйственно-ценных признаков овса // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 6. С. 55–61.
12. Тихвинский С. Ф., Доронин С. В., Дудина А. Н., Тючкалов Л. В. Полевые культуры на Северо-Востоке Европейской части России. Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2007. 352 с.
13. Kim D. A., Seo S. Comparative study of introduced oats for forage production, growth characteristics and yield of spring oats // Korean J. Anim. Sci. 30. 1988. P. 269-275.
14. Klinck H. R., Sim S. L. Influence of temperature and photoperiod on growth and yield components in oats. *Avena Sativa* // Canad. J. of botany. 1977. V. 55. № 1. P. 45–46.
15. Lodhi M. Y., Marghazani I. B., Hamayun K., Marri M. J. Comparative performance study of different oat varieties under Agro-Climatic conditions of Sibi // The Journal of Animal Plant Sciences 19 (1). 2009. P. 34–36.

## INFLUENCE OF AGRO-METEOROLOGICAL CONDITIONS ON YIELD CAPACITY AND DEVELOPMENT OF OATS

**V. E. Kardashina**, Senior Research Professor; **L. S. Nikolaeva**, Senior Research Professor, Ural Scientific and Research Institute of Agriculture, “Krasnoufimsky Selection Centre”  
8, Seleksionnaya St., Krasnoufimsk, Sverdlovskaya Oblast, 623300, Russia  
E-mail: [seleksiya@bk.ru](mailto:seleksiya@bk.ru)

#### ABSTRACT

The following grain-mown varieties of oat demanded in agricultural production of the middle Ural were selected in Krasnoufimsk Selection Center: the Universal-1, the Pamyati Bulavina and the Uralets. The article deals with the response of grain-forage varieties of the Ural selection to different meteorological factors of 2010-2012 and 2014-2016 vegetative periods. Competitive test of oats was carried out in a selection crop rotation on the dark gray forest soil with light to heavy loamy particle-size distribution. In research years, the hydrothermal coefficient changed from 0.42 to 2.72. According to the quantity of precipitation, plants of oats in the middle Ural came into tasseling at the sum of positive air temperatures equal to 590-635°C, into wax-ripeness at 1150-1450°C. Higher level of moisture in soil and air requires more thermal energy for evaporation of excessive moisture. The insufficient quantity of precipitation in 2010, 2012 and 2016 led to reduction of the vegetative period

up to 66-69 days, the yield capacity of plant top mass was 19.9-26.6 t/ha, whereas in wet conditions of 2011, 2014 and 2015 – 32.6-49.8 t/ha. The yield capacity of grain in drought conditions of 2010 and 2012 was 3.03-3.28 t/ha, in favorable conditions of 2011 and 2014 – 5.16-6.06 t/ha. Except precipitation, average daily air temperature during the vegetative period also has an impact on grain performance.

*Key words: oats, variety, vegetative period, atmospheric precipitation, performance, sum of positive air temperatures.*

#### References

1. Batalova G. A., Krotova N. V., Shevchenko S. N., Tulyakova M. V. Skringing iskhodnogo materiala dlya selektsii kormovogo ovsa (Screening of resource material for forage oat selection), *Kormoproizvodstvo*, 2015, No. 9, pp. 35–39.
2. Bezgodov A. V., Akhmetkhanov V. F. Adaptivnaya sposobnost' sortov ovsa i intensivatsiya tekhnologii ikh vyrashchivaniya v usloviyakh Srednego Urala (Adaptive abilities of oat varieties and intensification of their cultivation technology under the conditions of the middle Ural), *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike, mater. Kh Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Cheboksary, 30 oktyabrya 2016 g.) v 2 t. T.1, redkol.: O. N. Shirokov [i dr.], Cheboksary, TsES «Interaktiv plyus»*, 2016, No. 4 (10), pp. 200–210.
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field trial method), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
4. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. Kormoproizvodstvo – strategicheskoe napravlenie v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii: teoriya i praktika (Fodder production - strategic line in provision of food security in Russia: theory and practice), Moscow, Rosinformagrotekh, 2009, 200 p.
5. Kosyanenko A. P. Rol' vlagobespechennosti v izmenenii khozyaistvenno-biologicheskikh priznakov ovsa (Role of water availability in changes of economic and biological characteristics of oat), *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*, 2007, No. 1, pp. 117–121.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (State variety testing method of agricultural crops), M., 1985, Vyp. 1, 269 p.
7. Mitrofanov A. S., Mitrofanova K. S. Oves (Oat crop), Moscow, Kolos, 1967, 287 p.
8. Nettevich E. D., Lyzlov E. V., Sergeev A. V. Zernovye furazhnye kul'tury (Coarse grain crops), 2-u izd., dop., Moscow, Rossel'khozizdat, 1980, 235 p.
9. Nikolaeva L. S., Kardashina V. E. Osnovnye napravleniya selektsii ovsa na Srednem Urale (General lines of oat selection in the middle Ural), *APK Rossii*, 2015, No. 72/1, pp. 106–108.
10. Novikova L. Yu., Dyubin V. N., Seferova I. V. et al. Prognozirovaniye prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda u sortov yarovykh zernovykh v usloviyakh izmeneniya klimata (Forecasting of duration for vegetative period of varieties of spring grain crops under climate changing), *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2012, No. 5, pp. 78–87.
11. Sorokina A. V., Komarova G. N. Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na razvitiye i formirovaniye khozyaistvenno-tsennyykh priznakov ovsa (Influence of climate factors on the development of economic-valuable characteristics of oat), *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2014, No. 6, pp. 55–61.
12. Tikhvinskii S. F., Doronin S. V., Dudina A. N., Tyuchkalov L. V. Polevye kul'tury na Severo-Vostoke Evropeiskoi chasti Rossii (Field crops in north-east of the European part of Russia), *Kirov*, 2007, 352 p.
13. Kim D. A., Seo S. Comparative study of introduced oats for forage production, growth characteristics and yield of spring oats, *Korean J. Anim. Sci.*, 30, 1988, pp. 269–275.
14. Klinck H. R., Sim S. L. Influensof temperature and photoperiod on growth and yield components in oats. *Avena Sativa*, *Canad. J. of botany*, 1977, V.55, No. 1, pp. 45–46.
15. Lodhi M. Y., Marghazani I. B., Hamayun K., Marri M. J. Comparative performance study of different oat varieties under Agro-Climatic conditions of Sibi, *The Journal of Animal Plant Sciences*, 19 (1), 2009, pp. 34–36.

УДК 633.358

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Л. И. Лихачева**, старший научный сотрудник;

**Е. Г. Козинова**, научный сотрудник;

**В. С. Гималетдинова**, научный сотрудник,

ФГБНУ «Уральский НИИСХ», Красноуфимский селекционный центр,

ул. Селекционная, 8, г. Красноуфимск, Свердловская обл., Россия, 623300

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

*Аннотация.* В 2016-2017 гг. в условиях Свердловской области в северной лесостепи Предуралья изучали сорта гороха посевного универсального использования с целью выявления лучших. Было заложено два питомника: для определения урожайности зеленой массы (учетная

площадь делянки – 9 м<sup>2</sup>) и зерновой продуктивности (19 м<sup>2</sup>) в 4-кратной повторности. Посев проведен сеялкой ССФК-7, норма высева – 1,5 млн. всхожих зерен на 1 га. Горох на зеленую массу убирали в фазе полного налива нижних бобов. Уборку на зерно проводили в фазе полной спелости комбайном «Hégé 125». Учет урожайности проводили согласно Методике сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. Содержание белка определяли по Кьельдалю в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ (коэффициент перевода общего азота в белок – 6,25). Для изучения были взяты длинностебельные листочковые формы (Марафон, 12-144) и длинностебельные усатые формы (09-310, 09-383, 11-440). За стандарт был принят сорт Красноуфимский 93. Установлено, что все сорта выделились по зеленой массе, по сухому веществу и содержанию белка в зеленой массе в сравнении со стандартным сортом Красноуфимский 93. Наибольшую урожайность зерна и зеленой массы сформировали сорт Марафон и номер 12-144.

*Ключевые слова:* горох посевной, сорт, белок, урожайность, высота растения, устойчивость к полеганию, вегетационный период, масса 1000 семян.

**Введение.** Одна из основных проблем современного сельскохозяйственного производства – полное обеспечение животноводства высокобелковыми кормами при поддержании и воспроизводстве почвенного плодородия. По общепринятым зоотехническим нормам на одну кормовую единицу сбалансированного по белку корма должно приходиться 110-115 г переваримого белка, а фактически в среднем по стране приходится 96 г, то есть 87% нормы, что приводит к перерасходу кормов и их дефициту [1,2].

Устранить дефицит растительного белка возможно при увеличении его производства. В решении этой проблемы решающая роль принадлежит зернобобовым культурам. Горох является основной зернобобовой культурой.

В кормопроизводстве горох имеет значение как культура разностороннего использования. Его зерно используется для балансировки комбикормов по белку, вегетативные органы – для получения зеленого корма, сена, сенажа и силоса [9, 10, 11]. Ценность его определяется способностью давать высокую урожайность зерна и зеленой массы, охотно поедаемых всеми видами сельскохозяйственных животных [7]. Килограмм его зерна содержит 1,17 к.ед. и 191 г переваримого протеина. Мука из гороха с большой эффективностью используется для выращивания молодняка сельскохозяйственных животных [8]. Зеленая масса гороха по содержанию перевариваемого белка превосходит массу люпина, кормовых бобов и красного клевера. Она характеризуется также высоким содержанием незаменимых аминокислот, в том числе наиболее ценной – лизина, а по сахаристости

не имеет себе равных среди возделываемых бобовых культур. Зеленая масса гороха – важнейший источник минеральных солей, необходимых для всех видов сельскохозяйственных животных. Она отличается хорошими технологическими показателями, пригодна для заготовки высококачественного силоса, сенажа, приготовления обезвоженных кормов. В 1 кг горохового силоса при влажности 70% содержится 0,2 корм. ед., 20-25 г перевариваемого белка, 3-3,5 г кальция, 0,5-0,7 г фосфора и 20-30 мг каротина [3].

Цель исследования – выявление лучших сортов гороха посевного универсального использования.

Задачи исследования:

1. Оценка продуктивности сортов конкурсного испытания универсального использования.
2. Оценка белковой ценности зеленой массы и семян.
3. Оценка технологичности посева.

**Методика.** Исследования проводили в 2016 и 2017 годах на полях Красноуфимского селекционного центра, расположенных на юго-западе Свердловской области в северной лесостепи Предуралья. Опыты закладывали на серой лесной почве стационарного севооборота. Предшественник – чистый пар (2016 г.) и рапс на зеленую массу (2017 г.). Агротехника – общепринятая для гороха в зоне Среднего Урала [5]. Было заложено два питомника конкурсного сортоиспытания гороха универсального использования: для определения урожайности зеленой массы (учетная площадь делянки – 9 м<sup>2</sup>) и зерновой продуктивности (19 м<sup>2</sup>) в 4-кратной

повторности. Посев проведен сеялкой ССФК-7, норма высева – 1,5 млн всхожих зерен на 1 га. Горох на зеленую массу убирали в фазе полного налива нижних бобов. Уборку на зерно проводили в фазе полной спелости комбайном «Hégé 125». Учет урожайности проводили согласно Методике сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. Содержание белка определяли по Кьельдалю в аналитической лаборатории Уральского НИИСХ (коэффициент перевода общего азота в белок – 6,25). В питомнике конкурсного сортоиспытания универсального использования зерновой продуктивности проводили фенологические наблюдения по фазам развития: всходы, цветение, восковая спелость, глазомерная оценка общего состояния растений в период цветения и перед уборкой. Математическая обработка полученных результатов проведена по пособию Б. А. Доспехова [4].

В 2016 году наблюдался дефицит осадков на протяжении всего вегетационного периода. В весенне-летний период от посева до уборки выпало 136,3 мм осадков, что составило 54,3% среднееголетних показателей. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации растений гороха составила 16,7°C, что на 1°C больше среднееголетних значений. Среднесуточная относительная влажность воздуха была ниже среднееголетнего значения во все межфазные периоды. На засушливые условия для развития и роста растений указывает очень низкое значение гидротермическо-

го коэффициента за весь вегетационный период (ГТК = 0,7).

2017 год отличался экстремальными погодными условиями, сложившимися в период вегетации всех сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха. В весенне-летний период выпало 362,8 мм осадков, что составило 145,1% среднееголетних показателей. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации растений составила 14,7°C, что на 0,6°C ниже среднееголетней. Гидротермический коэффициент равен 2,4.

Для изучения были отобраны длинностебельные листовые (Марафон, 12-144) и усатые (09-310, 09-383, 11-440) номера гороха посевного (*Pisum Sativum* L.). За стандарт был принят сорт Красноуфимский 93.

**Результаты.** Существенное превышение по урожайности зеленой массы по отношению к стандартному сорту Красноуфимский 93 показали все номера (превышение 0,9-1,6 т/га – в 2016 г. и 5,8-12,9 т/га – в 2017 г.), что обеспечивается увеличением высоты растений на 4-19 см. Наибольшую урожайность зеленой массы в 2016 году сформировали номер 09-383 (10,5 т/га) и сорт Марафон (10,3 т/га), в 2017 г. – 09-310 (36,8 т/га), 12-144 (37,1 т/га) и Марафон (38,4 т/га). Урожайность сухого вещества у изучаемых сортов также была выше стандарта. Наибольшее содержание белка в сухом веществе в среднем за два года было у номеров 12-144 (21,3%) и 11-440 (23,7%) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность и качество кормовой массы сортов гороха конкурсного испытания универсального использования, 2016-2017 гг.

Сорт, номер	Высота растения, см	Урожайность зеленой массы, т/га		Урожайность сухого вещества, т/га	Содержание белка в сухом веществе (2016 г), %
		2016	2017		
Красноуфимский 93 (к)	51	8,9	25,5	3,2	17,4
Марафон	55	10,3	38,4	4,0	19,5
12-144	70	9,8	37,1	3,7	21,3
09-310	68	9,8	36,8	3,8	20,0
09-383	77	10,5	31,3	3,5	20,2
11-440	70	9,5	31,5	3,5	23,7
НСР <sub>05</sub>		0,52	1,8		

Таблица 2

Характеристика сортов гороха конкурсного испытания универсального использования, 2016-2017 гг.

Сорт, номер	Веgetационный период, дней	Урожайность, т/га			Масса 1000 семян, г	Содержание белка в зерне, %	Устойчивость к полеганию, балл
		2016	2017	среднее			
Красноуфимский 93 (к)	71	1,72	0,44	1,08	152,5	21,5	3,5
Марафон	72	2,17	1,13	1,65	179,5	19,7	3,0
12-144	74	1,85	1,01	1,43	162,0	21,9	3,5
09-310	75	1,79	0,92	1,36	161,0	20,6	3,5
09-383	74	1,69	0,58	1,14	174,0	21,4	4,0
11-440	76	1,95	1,02	1,48	168,5	20,4	4,0
НСР <sub>05</sub>		0,19	0,18				

Веgetационный период у изучаемых сортов составил 72-76 дней, у стандарта Красноуфимский 93 – 71 день. Максимальное содержание белка в зерне в среднем за два года было у номера 12-144 (21,9%). Наибольшая урожайность зерна отмечена у сорта Марафон (2,17 т/га), у номеров 11-440 (1,95 т/га) и 12-144 (1,85 т/га) в 2016 году. В 2017 году наибольшая урожайность была у этих же номеров 1,13 т/га, 1,02 т/га и 1,01 т/га соответственно. В среднем за два года урожайность зерна сорта Марафон составила 1,65 т/га, что на 0,57 т/га больше, чем у сорта Красноуфимский 93. Высокую урожайность обеспечили номера 12-144 и 11-440. Устойчивость к полеганию у номеров 11-440 и 09-383 в среднем за два года составляет 4 балла, у остальных – на уровне стандарта Красноуфимский 93 (3,5

балла) (табл. 2). Новые сорта и номера были более крупнозерновыми.

**Вывод.** Существенное увеличение урожайности зеленой массы в сравнении со стандартным сортом Красноуфимский 93 показали новый сорт и все селекционные номера. Наибольшую урожайность зеленой массы сформировал сорт Марафон и номера 12-144 и 09-310. Наибольшее содержание белка в сухом веществе в среднем за два года было у номеров 12-144 (21,3%) и 11-440 (23,7%). По продуктивности зерна выделились сорт Марафон (1,65 т/га), номера 11-440 (1,48 т/га) и 12-144 (1,43 т/га), что на 0,35-0,57 т/га больше урожайности стандарта Красноуфимский 93. Наиболее технологичными по устойчивости к полеганию были номера 11-440 и 09-383.

Наиболее универсальными по использованию являются сорт Марафон и номер 12-144.

#### Литература

1. Богданов Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных. М. : Агропромиздат, 1990. 624 с.
2. Бояринцева Г. Г., Шацких Е. В., Гафаров Ш. С. Практикум по разведению с.-х. животных: учебник. Екатеринбург : УрГСХА, 2005. 188 с.
3. Васхнил Д. Д., Хвостова В. В., Макашева Р. Х Генетика и селекция гороха. М. : Наука, 1975. 268 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
5. Сортовая политика и технологии производства зерна на Среднем Урале / Н. Н. Зезин [и др.] // Екатеринбург : Уральский НИИСХ, 2008. 281 с.
6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.
7. Федотов В. С. Горох. М. : Сельхозгиз, 1960. 257 с.
8. Aigner, A. Ertrags- und Anbauentwicklung bei Eiweisspflanzen in Bayern und Deutschland [Text] // Tagung 23-25. November. 2010. P. 87-89.
9. Bonomi A., Bonomi B. M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan-jun2004].
10. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of pork Foodbalt. 2014. P. 42-46.
11. Tein B., Eremeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar 'Madonna' // Research for Rural Development. 2011. № 17. P. 24-28.



**CHARACTERISTICS OF PEA VARIETIES FOR MULTI-PURPOSE USE**

**L. I. Likhacheva**, Senior Research Professor;

**E. G. Kozionova**, Research Professor;

**V. S. Gimaletdinova**, Research Professor,

FSBSI Ural Scientific Research Institute of Agriculture, Krasnoufimsk Breeding Center

8, Selekcionnaya St., Krasnoufimsk, Sverdlovskaya Oblast, 623300, Russia

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

**ABSTRACT**

In 2016-2017, the research of pea varieties for multi-purpose use aimed to identify the best varieties was carried out in northern forest-steppe of the Pre-Urals under the conditions of Sverdlovskaya Oblast. Two nurseries were laid out in four-time frequency in order to determine the yield capacity of plant green material (declared area of plot – 9 m<sup>2</sup>) and the grain productivity (19 m<sup>2</sup>). The trials were laid out by the seeding machine SSKF-7 at seeding rate 1.5 million of germinated seeds/ha. Pea harvesting for green material was conducted in the stage of fully filling of pea pod. Harvesting for grain was carried out by the combine harvester “Hégé 125” in the stage of complete grain ripeness. Recording of yield capacity was kept due to variety testing method for agricultural crops. Observation and research were based on standard procedures and SUST (stands for the State Union Standard, Rus.: GOST). Protein content was determined by Kjeldahl method in analytical laboratory of Ural Scientific Research Institute of Agriculture (conversion coefficient of total nitrogen to protein – 6.25). Pea forms with long stem, leaves (the Marathon, number 12-144) and with long stem, tendrils (numbers 09-310, 09-383, 11-440) were taken for the research. The Krasnoufimsky 93 variety was accepted as a standard. The research results established that all varieties were highlighted by green material, dry matter and protein content in green material in comparison with the Krasnoufimsky 93 standard variety. The greatest yield capacity of grain and green material in two years of research was performed by the Marathon variety and number 12-144.

*Key words: pea, variety, protein, yield capacity, plant height, resistance to lodging, vegetative period, weight of 1000 seeds.*

**References**

1. Bogdanov G. A. Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Farm animals feeding), Moscow, Agropromizdat, 1990, 624 p.
2. Boyarintseva G. G., Shatskikh E. V., Gafarov Sh. S. Praktikum po razvedeniyu s.-kh. zhivotnykh: uchebnik (Workshop on the breeding of farm animals: textbook), Ekaterinburg, UrGSKhA, 2005, 188 p.
3. Vaskhnil D. D., Khvostova V. V., Makasheva R. Kh Genetika i selektsiya gorokha (Genetics and breeding of pea), Moscow, Nauka, 1975, 268 p.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field trial method (with the basics of statistical analysis of research results), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
5. Zezin N. N. et al. Sortovaya politika i tekhnologii proizvodstva zerna na Srednem Urale (Variety policy and production technologies of grain in the middle Ural), Ekaterinburg, Ural'skii NIISKh, 2008, 281 p.
6. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (State variety testing method of agricultural crops), Moscow, 1989, 194 p.
7. Fedotov V. S. Gorokh (Pea crop), Moscow, Sel'khozizd., 1960, 257 p.
8. Aigner, A. Ertrags- und Anbauentwicklung bei Eiweisspflanzen in Bayern und Deutschland [Text], Tagung 23-25, November, 2010, pp. 87–89.
9. Bonomi A., Bonomi B. M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan-jun 2004].
10. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of pork Food-balt, 2014, pp. 42–46.
11. Tein B., Eremeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar 'Madonna', Research for Rural Development, 2011, No. 17, pp. 24–28.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СОЛОМЫ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА

**М. И. Пинаева**, аспирант; **Л. А. Михайлова**, д-р с.-х. наук, профессор;

**Ю. А. Акманаева**, канд. с.-х. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

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

*Аннотация.* В краткосрочных полевых опытах на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в 2015-2017 гг. проводилось изучение влияния минеральных удобрений и соломы на урожайность и некоторые показатели зерна яровой пшеницы. Схема опыта включала: фактор А – вид пара: А<sub>1</sub> – сидеральный пар; А<sub>2</sub> – чистый пар; фактор В – методы расчета доз удобрений: В<sub>1</sub> – без удобрений; В<sub>2</sub> – доза удобрений, которую применяют в настоящее время в хозяйствах края (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> кг/га); В<sub>3</sub> – среднерекомендуемые дозы (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> кг/га); В<sub>4</sub> – на планируемую урожайность (3 т/га – N<sub>105</sub>P<sub>36</sub>K<sub>105</sub> т/га); В<sub>5</sub> – на дополнительную прибавку (2 т/га – N<sub>70</sub>P<sub>24</sub>K<sub>70</sub> т/га); фактор С – внесение соломы: С<sub>1</sub> – с соломой; С<sub>2</sub> – без соломы. Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая среднесуглинистая. Установлено, что при посеве яровой пшеницы по чистому пару продуктивность этой культуры была существенно выше, прибавка в среднем за три года составила 0,12 т/га при НСР<sub>05</sub> = 0,12 т/га. Внесение минеральных удобрений в среднем за три года обеспечивало получение урожайности зерна яровой пшеницы от 2,50 до 2,76 т/га. Максимальная прибавка – 0,39 т/га получена при внесении минеральных удобрений по среднерекомендуемым дозам (НСР<sub>05</sub> = 0,11 т/га). Высокие дозы азотных удобрений (N<sub>105</sub> кг/га) в варианте на планируемую урожайность вызвали полегание посевов и потери при уборке. Применение соломы озимых культур в качестве органического удобрения оказало существенное влияние на урожайность яровой пшеницы. В среднем за три года прибавка от этого приема составила 0,16 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,08 т/га).

*Ключевые слова:* яровая пшеница, чистый пар, сидеральный пар, дерново-подзолистая среднесуглинистая почва, дозы минеральных удобрений, солома, урожайность.

**Введение.** Яровая пшеница – одна из важнейших продовольственных культур Пермского края. В структуре посевных площадей на долю яровой пшеницы приходится 41,2% [2]. При этом средняя урожайность яровой пшеницы по краю не превышает 2 т/га [1]. Наиболее эффективным средством повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы является применение минеральных и органических удобрений [11, 13]. Снижение запасов навоза и высокие затраты внесения ограничивают его применение. Эти обстоятельства заставляют обратить внимание на использование соломы в качестве органического удобрения [4].

Солома в агроценозах выполняет ряд функций: покрывает естественные потери органического вещества, служит источником углерода и биогенных элементов для почвен-

ной микрофлоры, усиливает общую биологическую и ферментативную активность почв, усиливает интенсивность дыхания, аэрацию почвы, что особенно важно для наших тяжело-суглинистых почв [4, 7, 10, 14]. Однако применение соломы имеет свои особенности, и положительное действие проявляется не сразу [15]. Как правило, трансформация соломы сопровождается иммобилизацией питательных веществ, особенно азота, что приводит к снижению урожайности непосредственно удобряемых культур [3, 5, 9, 8, 12]. Тем не менее, за последние 3-5 лет объемы использования соломы значительно увеличились, что позволяет судить о целесообразности создания условий для эффективного применения соломы в качестве удобрения.

*Цель исследований* – изучить влияние минеральных удобрений и соломы на урожай-

ность и некоторые качественные показатели зерна яровой пшеницы, возделываемой в звене полевого севооборота на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве.

**Методика.** Исследования проводились в трех закладках короткоротационных полевых опытов 2015-2017 гг. в зернопаровом звене полевого севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Пахотный слой характеризуется высокой степенью насыщенности почв основаниями, близкой к нейтральной реакции среды, высокой обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием.

Зернопаровое звено полевого севооборота состоит из следующих культур: 1 – пар (сидеральный и чистый); 2 – озимая рожь; 3 – яровая пшеница с подсевом клевера.

Для яровой пшеницы (третьей культуры) схема опыта следующая: фактор А – вид пара: А<sub>1</sub> – сидеральный пар; А<sub>2</sub> – чистый пар; фактор В – методы расчета доз удобрений: В<sub>1</sub> – без удобрений (контроль); В<sub>2</sub> – доза удобрений, которую применяют в настоящее время в хозяйствах края (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> кг/га); В<sub>3</sub> – среднерекомендуемые дозы (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> кг/га); В<sub>4</sub> – на планируемую урожайность (3 т/га – N<sub>105</sub>P<sub>36</sub>K<sub>105</sub> т/га); В<sub>5</sub> – на дополнительную прибавку (2 т/га – N<sub>70</sub>P<sub>24</sub>K<sub>70</sub> т/га); фактор С – внесение соломы: С<sub>1</sub> – с соломой; С<sub>2</sub> – без соломы.

В опыте возделывали яровую пшеницу сорта Иргина наиболее распространенный сорт в хозяйствах Пермского края. Агротехника культур в опыте общепринятая для Среднего Предуралья.

Опыт трехфакторный, повторность опыта 4-кратная. Расположение делянок – систематическое в два яруса (методом расщепленных делянок). Площадь опытной делянки первого порядка 750 м<sup>2</sup>; второго – 150 м<sup>2</sup>; третьего – 75 м<sup>2</sup>. Учетная площадь – 40 м<sup>2</sup>.

В качестве парозанимающей культуры использовали люпин узколистый. Дискование и запахку сидерата проводили в фазе «сизых» бобов, за месяц до посева озимой ржи. Масса запаханного люпина по годам исследований составляла от 9,2 до 11,7 т/га. С сидератом в почву поступило 22,3-68,0 кг/га азота, 10,5-13,0 кг/га фосфора и 18,5-40,0 кг/га калия. В опыте использовали аммонийную селитру, простой суперфосфат и хлористый ка-

лий. Удобрения под яровую пшеницу вносили перед предпосевной культивацией. Солому озимой ржи вносили вручную, врасстил, согласно схеме опыта. Массу соломы рассчитывали на основе соотношения основной продукции к незерновой части урожая, определенного по сноповому анализу. С соломой в почву поступило от 13,0 до 24 кг/га азота, 11,0-15,0 кг/га фосфора и 40,0-56,0 кг/га калия.

Уборку проводили в фазе полной спелости культуры прямым методом учета урожая поделяночно, с последующим взвешиванием и пересчетом на 14%-ю влажность зерна и 100%-ю чистоту. Все работы, связанные с проведением опыта, осуществляли в соответствии с требованиями методик. Качественные показатели зерна яровой пшеницы определяли с помощью инфракрасного анализатора «ФТ-10», внесенного в Госреестр СИ РФ. Математическую обработку данных осуществляли по Б.А. Доспехову [6] с помощью программы MS Office Excel.

**Результаты.** Метеорологические условия вегетационных периодов 2015-2017 гг. сильно отличались как между собой, так и от средне-многолетних данных, что не могло не отразиться на урожайности культуры (табл. 1).

Вегетационный период 2015 г. в Пермском крае характеризовался рядом крупных аномалий. По количеству осадков 2015 г. занял первое место в ранжированном ряду за весь период наблюдений (ГТК = 2,1). Несмотря на обилие осадков, вегетационный период характеризовался достаточным количеством тепла.

На основании главных эффектов по фактору А было установлено, что продуктивность яровой пшеницы в 2015 году была достоверно выше по чистому пару, прибавка составила 0,33 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,24 т/га) (табл. 1). Минеральные удобрения в условиях избыточного увлажнения существенного влияния не оказали. При внесении соломы урожайность яровой пшеницы увеличилась на 0,18 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,09 т/га). При рассмотрении взаимодействия всех изучаемых факторов в 2015 г. максимальная урожайность зерна яровой пшеницы (2,63 т/га) сформировалась при посеве по сидеральному пару, по фону соломы, без внесения минеральных удобрений.

Таблица 1

Влияние вида пара, доз минеральных удобрений и соломы  
на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вид пара (А)	Методы расчета доз удобрений (В)	Внесение соломы (С)							
		с соломой				без соломы			
		2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее
А <sub>1</sub>	1	2,63	1,69	2,81	<b>2,38</b>	1,95	1,74	2,78	<b>2,16</b>
	2	2,24	2,55	3,59	<b>2,79</b>	1,84	2,00	3,49	<b>2,44</b>
	3	2,47	2,54	3,94	<b>2,98</b>	2,06	1,77	3,45	<b>2,43</b>
	4	2,13	2,08	3,87	<b>2,69</b>	1,62	2,14	3,51	<b>2,43</b>
	5	2,04	1,90	2,50	<b>2,14</b>	2,13	1,91	3,79	<b>2,61</b>
А <sub>2</sub>	1	2,43	2,06	2,92	<b>2,47</b>	2,49	1,98	2,92	<b>2,46</b>
	2	2,60	2,00	3,58	<b>2,73</b>	2,46	1,95	3,07	<b>2,49</b>
	3	2,52	2,49	3,59	<b>2,87</b>	2,31	2,21	3,75	<b>2,76</b>
	4	2,39	2,17	3,74	<b>2,77</b>	2,43	1,81	3,40	<b>2,55</b>
	5	2,22	2,16	3,50	<b>2,63</b>	2,58	1,82	3,42	<b>2,61</b>
<b>Среднее по С</b>		<b>2,37</b>	<b>2,16</b>	<b>3,40</b>	<b>2,65</b>	<b>2,19</b>	<b>1,93</b>	<b>3,36</b>	<b>2,49</b>
						<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>среднее за 3 года</b>
<b>Среднее по фактору А</b>		А <sub>1</sub>				2,11	2,03	3,37	<b>2,51</b>
		А <sub>2</sub>				2,44	2,06	3,39	<b>2,63</b>
<b>Среднее по фактору В</b>		В <sub>1</sub>				2,38	1,87	2,86	<b>2,37</b>
		В <sub>2</sub>				2,29	2,12	3,43	<b>2,61</b>
		В <sub>3</sub>				2,34	2,25	3,69	<b>2,76</b>
		В <sub>4</sub>				2,14	2,05	3,63	<b>2,61</b>
		В <sub>5</sub>				2,24	1,94	3,30	<b>2,50</b>
НСР <sub>05</sub>	частн. разл.	фактора А				0,24	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	<b>0,12</b>
		фактора В и взаимодействия АВ				F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,10	0,17	<b>0,11</b>
		фактора С и взаимодействия АС				0,09	0,06	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	<b>0,08</b>
	гл. эф.	фактора А				0,75	0,89	0,50	<b>0,39</b>
		фактора В				0,34	0,19	0,34	<b>0,21</b>
		фактора С				0,27	0,18	0,38	<b>0,26</b>

Вегетационный период 2016 г. в Пермском крае был жарким и засушливым (ГТК = 0,8), что обусловило получение низкой урожайности яровой пшеницы в целом по опыту (1,69-2,49 т/га). Продуктивность культуры по сидеральному и чистому парам была одинаковой – 2,03 и 2,06 т/га. Наибольшая урожайность от применения минеральных удобрений получена в варианте со среднерекомендуемыми дозами – 2,25 т/га. Применение соломы позволило получить дополнительно 0,23 т/га зерна (НСР<sub>05</sub> = 0,06 т/га).

Погодно-климатические условия 2017 г. были схожи с условиями 2015 г. Отмечалось преобладание прохладной погоды и значительный избыток осадков (ГТК = 2,3). Урожайность зерна яровой пшеницы в 2017 году была значительно выше относительно предыдущих лет за счет наибольшего количества продуктивных стеблей и продуктивности ко-

лоса. Влияние вида пара и соломы на урожайность было несущественным. Наибольшая урожайность получена в варианте со среднерекомендуемыми дозами – 3,69 т/га.

В среднем за три года можно отметить, что продуктивность яровой пшеницы достоверно выше при возделывании ее в звене севооборота с чистым паром, прибавка составила 0,12 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,12 т/га) (табл. 2).

Применение минеральных удобрений обеспечило получение урожайности зерна пшеницы в среднем за три года от 2,50 до 2,76 т/га (табл. 1). Максимальная прибавка (0,39 т/га) получена при внесении минеральных удобрений по среднерекомендуемым дозам (НСР<sub>05</sub> = 0,11 т/га).

Использование соломы озимых культур в качестве органического удобрения оказало существенное влияние на урожайность яровой пшеницы (табл. 3).

Таблица 2

Влияние вида пара и доз минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы, т/га, (среднее за 3 года)

Вид пара (А)	Методы расчета доз удобрений (В)					Среднее по А
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>	
Сидеральный пар	2,27	2,62	2,71	2,56	2,38	<b>2,51</b>
Чистый пар	2,47	2,61	2,82	2,66	2,62	<b>2,63</b>
Среднее по В	<b>2,37</b>	<b>2,61</b>	<b>2,76</b>	<b>2,61</b>	<b>2,50</b>	
НСР <sub>05</sub> гл. эфф.	<b>0,11</b>					<b>0,12</b>

Таблица 3

Влияние вида пара и соломы на урожайность яровой пшеницы, т/га (среднее за 3 года)

Вид пара (А)	Внесение соломы (С)		Среднее по А
	с соломой	без соломы	
Сидеральный пар	2,60	2,41	<b>2,51</b>
Чистый пар	2,69	2,57	<b>2,63</b>
Среднее по С	<b>2,65</b>	<b>2,49</b>	
НСР <sub>05</sub> гл. эфф.	<b>0,08</b>		<b>0,12</b>

В среднем за три года прибавка от этого приема составила 0,16 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,08т/га), однако она была ниже вариантов с применением минеральных удобрений (табл. 4).

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений и соломы на урожайность яровой пшеницы, т/га (среднее за 3 года)

Внесение соломы (С)	Методы расчета доз удобрений (В)					Среднее по С
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>	
Солома	2,43	2,76	2,93	2,73	2,39	<b>2,65</b>
Без соломы	2,31	2,47	2,60	2,49	2,61	<b>2,49</b>
Среднее по В	<b>2,37</b>	<b>2,61</b>	<b>2,76</b>	<b>2,61</b>	<b>2,50</b>	
НСР <sub>05</sub> гл. эфф.	<b>0,11</b>					<b>0,08</b>

Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние не только на урожайность яровой пшеницы, но и на качество зерна (табл. 5).

Для характеристики пищевой, товарной и кормовой ценности зерна яровой пшеницы основными качественными показателями являются сырой протеин и массовая доля сырой клейковины.

Таблица 5

Влияние вида пара, доз минеральных удобрений и соломы на некоторые показатели качества зерна яровой пшеницы

Вид пара (А)	Метод расчета доз удобрений (В)	Внесение соломы (С)	Сырой протеин, %		Сырая клейковина, %	
			2016	2017	2016	2017
Сидеральный пар	В <sub>1</sub>	с соломой	15,7	12,7	20,9	12,1
		без соломы	16,3	13,3	21,6	13,3
	В <sub>2</sub>	с соломой	18,1	13,7	25,7	14,6
		без соломы	17,9	13,8	25,3	14,5
	В <sub>3</sub>	с соломой	18,0	13,8	25,9	14,5
		без соломы	18,5	13,4	26,4	13,8
	В <sub>4</sub>	с соломой	17,9	14,0	25,6	15,0
		без соломы	17,5	13,9	24,9	14,9
	В <sub>5</sub>	с соломой	17,3	13,5	24,3	13,8
		без соломы	17,9	14,0	26,2	14,8

Окончание таблицы 5

Вид пара (А)	Метод расчета доз удобрений (В)	Внесение соломы (С)	Сырой протеин, %		Сырая клейковина, %	
			2016	2017	2016	2017
Чистый пар	В <sub>1</sub>	с соломой	15,2	13,1	19,5	13,0
		без соломы	15,9	13,7	20,9	14,6
	В <sub>2</sub>	с соломой	17,8	13,4	25,2	13,5
		без соломы	17,7	13,0	25,4	12,2
	В <sub>3</sub>	с соломой	18,0	13,0	25,5	12,9
		без соломы	18,2	12,9	25,3	12,7
	В <sub>4</sub>	с соломой	17,2	13,5	24,0	14,4
		без соломы	16,6	13,6	22,3	14,4
	В <sub>5</sub>	с соломой	17,4	14,1	24,3	15,4
		без соломы	17,6	13,7	23,9	14,7
<b>Р</b>			<b>± 0,6</b>	<b>± 0,54</b>	<b>± 1,24</b>	<b>± 1,20</b>

Несмотря на формирование низкой урожайности в 2016 году, засушливые условия способствовали накоплению повышенного содержания сырого протеина и сырой клейковины. Максимальное содержание сырого протеина (18,0-18,5%) и сырой клейковины (25,3-26,4%) получено при внесении минеральных удобрений, рассчитанных методом среднерекомендуемых доз.

В 2017 г., в условиях избыточной влажности, каких-либо четких закономерностей по изменению данных показателей не отмечено. Более того, в целом по опыту содержание сырого протеина и сырой клейковины было очень низким. Вероятно, осадки в период налива привели к ухудшению качества зерна яровой пшеницы, особенно эта особенность характерна для скороспелых сортов, таких как сорт Иргина.

**Выводы.** 1. Урожайность яровой пшеницы достоверно выше при возделывании ее в звене севооборота с чистым паром, прибавка составила 0,12 т/га.

2. Урожайность яровой пшеницы в среднем за три года в опыте составила 2,37-2,76 т/га, по сравнению с вариантом без удобрений она была выше на 0,13-0,39 т/га. Максимальная прибавка – 0,39 т/га получена при внесении минеральных удобрений, рассчитанных методом среднерекомендуемых доз.

3. Использование соломы в качестве органического удобрения позволяет увеличить урожайность в среднем по опыту на 0,16 т/га.

4. По комплексной оценке выделился вариант с внесением минеральных удобрений по среднерекомендуемым дозам (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), с прибавкой урожайности 0,39 т/га, с содержанием сырого протеина – 18,0, сырой клейковины – 25,7 %.

#### Литература

1. Итоги развития агропромышленного комплекса Пермского края [Электронный ресурс] : Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольствия Пермского края. Режим доступа: URL: <http://agro.permkrai.ru/analitika/operativnyye-svodki/filter> (дата обращения: 01.10.2017).
2. Отчетность [Электронный ресурс] : Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Режим доступа: URL: [http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/permstat/resources](http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/permstat/resources) (дата обращения: 01.11.2017).
3. Анисимова Т. Ю. Ресурсосберегающая роль люпина и соломы в звене севооборота на основе баланса НРК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 4. С. 26–29.
4. Белоус Н. М. Эффективность и экологически безопасное применение органических удобрений // Химия вех. 1996. № 3. С. 10–11.
5. Верниченко Л. Ю., Мишустин Е. И. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. М. : Колос, 1980. С. 3–33.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
7. Колсанов Г. В. Солома как удобрение в зернопропашном севообороте на черноземе лесостепи Поволжья // Агрохимия. 2006. № 5. С. 30–40.
8. Колсанов Г. В. Экологические и агрохимические аспекты утилизации соломы в Ульяновской области // Материалы научно-исследовательской конференции «Проблемы экологии Ульяновской области». Ульяновск, 1997. С. 74–75.
9. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. М. : Колос. 1972. 88 с.
10. Комаревцева Л. Г. Микробиологическая активность почвы на фоне действия и последствия разных видов удобрений // Вестник АПК Верхневолжья. 2010. № 3. С. 43–46.

11. Латникова Л. В., Бьюрков В. В., Березовская Е. Н., Чурилина В. Ю. Отзывчивость яровой пшеницы на применение минеральных удобрений в условиях Западно-Казахстанской области // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 3. С. 171–174.
12. Фокин Д. В., Дмитраков Л. М., Соколов О. А. Участие микроорганизмов в трансформации гумуса почв // Агрохимия. 1999. № 9. С. 79.
13. Wu G., Zhang C., Chu L. and Shao H. Responses of higher plants to abiotic stresses and agricultural sustainable development // Journal of Plant Interactions. 2007. № 2. P. 135–147.
14. Sun X. F., Sun R. C., Tomkinson J., Baird M. S. Degradation of wheat straw lignin and hemicellulosic polymers by a totally chlorine-free method // Polymer Degradation and Stability. 2004. № 83. P. 47–57
15. Latter P. M., Howson G. The use of cotton strips to indicate cellulose decomposition in the field // Pedobiologia. 1977. № 17. P. 145–155.

## THE EFFECTIVENESS OF MINERAL FERTILIZERS AND STRAW APPLICATION TO SPRING WHEAT IN CROP ROTATION

**M. I. Pinaeva**, PhD student; **L. A. Mikhailova**, Dr. Agr. Sci., Professor;  
**Yu. A. Akmanaeva**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor,  
 FSBEI HE Perm SATU  
 23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
 E-mail: [pinaeva.mariya@mail.ru](mailto:pinaeva.mariya@mail.ru)

### ABSTRACT

The article deals with the short-term field trials aimed to research the influence of mineral fertilizers and straw on the yield capacity and some parameters of spring wheat. The investigation was carried out on fine sod-podzolic, middle loamy soil on the training and research experimental field of Perm State Agro-Technological University in 2015-2017. Trial design included: Factor A – fallow type: A<sub>1</sub> – green-manure fallow; A<sub>2</sub> – naked fallow; Factor B – method of fertilizer dose calculation; B<sub>1</sub> – without fertilizers; B<sub>2</sub> – currently applied dose of fertilizers in agriculture of Perm Krai (N30P30K30 kg/ha); B<sub>3</sub> – average recommended doses (N60P60K60 kg/ha); B<sub>4</sub> – dose for planning yield capacity (3 t/ha – N105P36K105 t/ha); B<sub>5</sub> – dose for additional yield (2 t/ha N70P24K70); Factor C – straw application; C<sub>1</sub> – with straw; C<sub>2</sub> – without straw. It was established that seeding the spring wheat with naked fallow significantly increased the performance of this crop, on average, the additional yield over the three years was 0.12 t/ha when NCP = 0.12 t/ha. On average over the three years, application of fertilizers ensured the yield capacity of spring wheat grain equal to 2.50-2.76 t/ha. The maximum additional yield was achieved when fertilizers were applied in average recommended doses (HCP05 = 0.11 t/ha). High doses of fertilizers (N105 kg/ha) led to lodging and harvesting loss in the variants for planning yield. Application of straw as an organic fertilizer had a significant impact on the yield capacity of spring wheat. On average over the three years, the additional yield gained by this method was equal to 0.16 t/ha (HCP05 = 0.08 t/ha).

*Key words: spring wheat, naked fallow, green-manure fallow, sod-podzolic, middle loamy soil, doses of mineral fertilizers, straw, yield capacity.*

### References

1. Itogi razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Permskogo kraia (Results of Agro-Industry development in Perm Krai), [Elektronnyi resurs], Ofits. sait Ministerstva sel'skogo khozyaistva i prodovol'stviya Permskogo kraia, Rezhim dostupa: URL: <http://agro.permkrai.ru/analitika/operativnye-svodki/filter> (data obrashcheniya: 01.10.2017).
2. Otchetnost' (Reporting), [Elektronnyi resurs], Ofits. sait Territorial'nogo organa Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu krayu, Rezhim dostupa: URL: [http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/permstat/re-sources](http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/permstat/re-sources) (data obrashcheniya: 01.11.2017).
3. Anisimova T. Yu. Resursoberegayushchaya rol' lyupina i solomy v zvene sevo-oborota na osnove balansa NPK (Resource-saving role of lupine and straw in the crop rotation on the basis of NPK balance), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2005, No. 4, pp. 26–29.
4. Belous N. M. Effektivnost' i ekologicheskii bezopasnoe primeneniye organicheskikh udobrenii (Efficiency and environment-friendly application of organic fertilizers), Khimiya vekh, 1996, No. 3, pp. 10–11.
5. Vernichenko L. Yu., Mishustin E. I. Vliyanie solomy na pochvennye protsessy i urozhai sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (The influence of straw on soil processes and yield capacity of agricultural crops), Ispol'zovanie solomy kak organicheskogo udobreniya, Moscow, Kolos, 1980, pp. 3–33.
6. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment method with the elements of statistical processing of research results), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
7. Kolsanov G. V. Soloma kak udobrenie v zernopropashnom sevooborote na chernozeme lesostepi Povolzh'ya (Straw as a fertilizer in grain crop rotation on the Chernozem of forest-steppe in the Povolzhie), Agrokimiya, 2006, No. 5, pp. 30–40.

8. Kolsanov G. V. Ekologicheskie i agrokhimicheskie aspekty utilizatsii solomy v Ul'yanovskoi oblasti (Ecological and agrochemical aspects of straw utilization in Ulyanovskaya Oblast), Materialy nauchno-issledovatel'skoi konferentsii «Problemy ekologii Ul'yanovskoi oblasti», Ul'yanovsk, 1997, pp. 74–75.
9. Kol'be G., Shtumpe G. Soloma kak udobrenie (Straw as a fertilizer), Moscow, Kolos, 1972, 88 p.
10. Komarevtseva L. G. Mikrobiologicheskaya aktivnost' pochvy na fone deistviya i posledeiystviya raznykh vidov udobrenii (Microbiological activity of soil under the effect and outcome of different types of fertilizers), Vestnik APK Verkhnevolzh'ya, 2010, No. 3, pp. 43–46.
11. Latnikova L. V., V'yurkov V. V., Berezovskaya E. N., Churilina V. Yu. Otzyvchivost' yarovoi pshenitsy na primeneniye mineral'nykh udobrenii v usloviyakh Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti (Responsiveness of spring wheat to the application of mineral fertilizers in the conditions of west Kazakhstan Oblast), Vestnik APK Stavropol'ya, 2014, No. 3, pp. 171–174.
12. Fokin D. V., Dmitrakov L. M., Sokolov O. A. Uchastie mikroorganizmov v transformatsii gumusa pochv (Participation of microorganisms in the transformation of soil humus), Agrokimiya, 1999, No. 9, p. 79.
13. Wu G., Zhang C., Chu L. and Shao H. Responses of higher plants to abiotic stresses and agricultural sustainable development, Journal of Plant Interactions, 2007, No. 2, pp. 135–147.
14. Sun X. F., Sun R. C., Tomkinson J., Baird M. S. Degradation of wheat straw lignin and hemicellulosic polymers by a totally chlorine-free method, Polymer Degradation and Stability, 2004, No. 83, pp. 47–57.
15. Latter P. M., Howson G. The use of cotton strips to indicate cellulose decomposition in the field, Pedobiologia, 1977, No. 17, pp. 145–155.

УДК 631.816 : 631.81.033 : 633.1

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВАХ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА

**В. И. Титова**, д-р с.-х. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА,  
пр. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия, 603137  
E-mail: [titovavi@yandex.ru](mailto:titovavi@yandex.ru)

*Аннотация.* Одной из экологических проблем в последние годы стала фосфатизация суши, проявляющаяся на землях сельскохозяйственного назначения как зафосфачивание почв, т. е. содержание в них подвижных соединений фосфора значительно выше оптимального уровня. Резкое повышение содержания в почве подвижного фосфора приводит к дисбалансу биогенных элементов, что негативно сказывается на питании растений и повышает экологическую напряженность в агроэкосистеме. В статье приведены результаты трех вегетационных опытов, заложенных на светло-серой лесной почве с очень высоким содержанием подвижных соединений фосфора, которое было смоделировано путем создания разных фосфатных фонов. Целью эксперимента было определение доз азота и калия, рекомендуемых к использованию на почвах с содержанием  $P_2O_5$  в 300, 1300 и 2200 мг/кг для обеспечения оптимального соотношения элементов корневого питания при выращивании ячменя на зерно, кукурузы и рапса – на зеленую массу. Исследования проведены на вегетационной площадке кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА в сосудах Митчерлиха на 5 кг почвы в 4-кратной повторности. Установлено, что на минимальном фосфатном фоне в 300 мг/кг увеличение доз азота и калия положительно влияет на рост (прирост растений в высоту и длину колоса) и урожайность ячменя, обеспечивая повышение доли зерна в общей надземной массе. На фосфатном фоне в 1300 мг/кг более эффективными были средние дозы азота и калия (из расчета 0,40 г) действующего вещества на 1 кг почвы), а на максимальном фосфатном фоне в 2200 мг/кг – минимальные из изучаемых дозы азота и калия (не выше 0,3 г/кг по каждому элементу). Содержание фосфора в продукции ячменя от дополнительного внесения азота и калия в почву при фоновом содержании подвижных фосфатов в 300 и 1300 мг/кг повышалось, а на максимальном фосфатном фоне (P-2200) – не изменялось.

*Ключевые слова:* подвижные соединения фосфора, фосфатный фон, урожайность, ячмень, кукуруза, рапс, высота растений, содержание фосфора в растениях.



**Введение.** Известно, что ход и характер биологических процессов в растении зависит как от наличия, так и от соотношения отдельных элементов корневого питания в почве. При одностороннем увеличении содержания какого бы то ни было элемента возможны нарушения в развитии, а как следствие – снижение продуктивности культурных растений [1, 2]. В настоящее время повсеместно как в стране [3], так и за рубежом отмечается увеличение содержания подвижных соединений фосфора в почве (зафосфачивание) и, соответственно, количество исследований на таких почвах [3-6]. При этом высокое содержание фосфора, а тем более на фоне снижения запасов гумуса (и азота) в почве, может привести к негативным изменениям состава, концентрации и общей доступности элементов корневого питания растениям. В таком случае одной из целей системы удобрения культур становится выравнивание соотношения основных элементов питания, а применительно к зафосфаченным почвам – внесение азотных и калийных удобрений [7-9]. По мнению отдельных исследователей [10, 11], оптимальные дозы азота и калия, уравнивающие запасы фосфора, могут усиливать поступление фосфора в растение, в то время как высокие – задерживать его.

Вместе с тем, проблема использования в сельском хозяйстве почв с высоким и очень высоким содержанием фосфора и получения на них урожая хорошего качества не может быть решена на основании данных, полученных в опытах с низкой и средней обеспеченностью почв элементами питания. Нужны специальные исследования, проведенные в подобных условиях, т. е. на зафосфаченных почвах.

*Цель исследования* состояла в установлении оптимальных доз азота и калия для внесения под культуры с чередованием «ячмень на

зерно - кукуруза на зеленую массу - рапс на зеленую массу» при выращивании их на почве с разными уровнями содержания подвижных соединений фосфора (специально созданными фосфатными фонами).

**Методика.** Исследования проведены на вегетационной площадке кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА в сосудах Митчерлиха на 5 кг почвы в 4-кратной повторности.

По единой принципиальной схеме было заложено 3 вегетационных опыта: № 1 – на почве с фоновым содержанием подвижной  $P_2O_5$  300 мг/кг, № 2 – с фоном 1300 мг/кг и № 3 – с фоном 2200 мг/кг. Общую схему всех опытов можно представить следующим образом: 1) Фон – P; 2) P +  $N_1K_1$ ; 3) P +  $N_2K_2$ ; 4) P +  $N_3K_3$ . На заданном фоне фосфора (для всех опытов это вар. 1) изучалось действие трех различных доз азота и калия. Одна из них, обозначенная в опытах как  $N_2K_2$  (вар. 3), на наш взгляд, наиболее соответствует данному содержанию фосфора в почве. Доза, обозначенная как  $N_1K_1$  (вар. 2), составляет половину от варианта 3 и характеризует, таким образом, минимальную дозу азота и калия на конкретный уровень содержания фосфора в почве. Доза  $N_3K_3$  (вар. 4) в 1,5 раза превышает дозу  $N_2K_2$  и является максимальной (табл. 1).

Фосфорные удобрения ( $P_{сд}$ ) для создания заданного фосфатного фона были внесены в почву заранее (2010 г.), после чего она в течение года была подвергнута компостированию. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая, сформированная на лессовидных суглинках, на начало опыта имела следующую характеристику:  $pH_{ксл}$  5,1 (слабокислая реакция среды), средняя степень насыщенности основаниями (79%) и невысокое содержание гумуса (1,59%), средняя обеспеченность подвижными формами фосфора и калия (по Кирсанову) – 88 и 92 мг/кг соответственно.

Таблица 1

Дозы внесения удобрений в опытах, г д.в. в расчете на 1 кг почвы

Фон фосфора, мг/кг	Доза азота			Доза калия			Доза фосфора для создания фосфатного фона
	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	
P-300	0,05	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,6
P-1300	0,20	0,40	0,60	0,20	0,40	0,60	3,3
P-2200	0,30	0,60	0,90	0,30	0,60	0,90	5,7

В год закладки опытов первой культурой был ячмень на зерно, после уборки которого почва была оставлена до весны следующего

года. На следующий год после перебивки почвы выращивали последовательно кукурузу на зеленую массу и рапс на зеленую массу. Азот-

ные и калийные удобрения в виде  $N_{aa}$  и  $K_x$  вносили во всю массу почвы под ячмень (при набивке опыта) и кукурузу (при перебивке почвы), рапс использовал последствие НК-удобрений.

В целом уход за опытом (полив, прореживание растений в сосудах, уборка) проводился в соответствии с рекомендациями [12]. Статисти-

ческая обработка результатов исследований выполнена с использованием метода дисперсионного анализа [13] при помощи программного пакета Microsoft Office Excel 2003 г.

**Результаты.** Результаты учета урожайности ячменя (2011 г.), а также кукурузы и рапса (2012 г.) приведены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2

Влияние азотных и калийных удобрений на урожайность ячменя при выращивании его на зафосфаченных почвах

Фон фосфора, мг/кг	Фон – P		P + $N_1K_1$		P + $N_2K_2$		P + $N_3K_3$		НСР <sub>05</sub>
	зерно : солома*	г / сосуд**	зерно : солома*	г / сосуд**	зерно : солома*	г / сосуд**	зерно : солома*	г / сосуд**	
P-300	1 : 2,8	7,9	1 : 2,1	21,5	1 : 1,8	36,3	1 : 1,6	45,0	2,8
P-1300	1 : 1,7	10,4	1 : 2,8	80,1	1 : 3,6	86,6	1 : 3,2	87,3	3,1
P-2200	1 : 1,9	19,5	1 : 3,5	90,7	1 : 3,5	97,8	1 : 6,2	96,3	10,4

\* – соотношение основной и побочной продукции; \*\* – общая сухая масса

Основываясь на данных опытов, нельзя утверждать, что высокая концентрация фосфора в почве оказала угнетающее действие на рост и развитие испытываемых культур. Более того, максимальная урожайность, в частности, ячменя на фоновых вариантах была получена в опыте с содержанием подвижного фосфора

2200 мг/кг. В то же время, рассматривая влияние доз азотных и калийных удобрений на урожайность, можно отметить неоднозначность их действия в зависимости от выращиваемых культур и величины содержания подвижных форм фосфора в почве.

Таблица 3

Влияние азотных и калийных удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы и рапса при выращивании их на зафосфаченных почвах, г/сосуд

Фон фосфора, мг/кг	Фон – P		P + $N_1K_1$		P + $N_2K_2$		P + $N_3K_3$		НСР <sub>05</sub> , кукуруза / рапс
	кукуруза	рапс	кукуруза	рапс	кукуруза	рапс	кукуруза	рапс	
P-300	116,4	6,5	201,5	7,7	291,6	8,8	336,2	10,5	21,0/0,6
P-1300	105,6	7,8	428,1	17,2	602,3	60,2	563,7	177,2	28,7/3,5
P-2200	124,0	4,0	584,8	21,8	549,7	148,9	442,4	263,5	21,2/11,6

*Действие НК-удобрений на урожайность ячменя.* На фоне P-300 (опыт №1) существенный рост урожайности ячменя отмечается с увеличением доз азота и калия, причем разница между вариантами внутри опыта весьма существенна. По фону P-1300 лучшей была средняя доза азотных и калийных удобрений ( $N_2K_2$ ). На почве с наиболее высоким содержанием фосфора (P-2200) при максимальных дозах азота и калия получена минимальная прибавка урожая культуры, а оптимальной была первая доза азотных и калийных удобрений ( $N_1K_1$ ).

Данные свидетельствуют, что при увеличении содержания фосфора в почве происходит увеличение доли товарной продукции в урожае ячменя. При относительно невысоком

содержании фосфора в почве (P-300) внесение азотных и калийных удобрений способствовало увеличению доли зерна в общем урожае, на более высоких фонах наблюдалась обратная тенденция. Отдельные исследователи [14] отмечают подобное (фиксируя снижение урожайности зерна при выращивании культур на богатых фосфором почвах), что, на наш взгляд, не противоречит утверждению А.В. Петербургского [15] о том, что доля зерна в структуре урожая зерновых возрастает при достаточном (а не избыточном, как в данных вариантах) обеспечении растений фосфором.

*Действие НК-удобрений на кукурузе.* В первом и втором опытах (фактическое содержание подвижных соединений фосфора на дату посева кукурузы в фоновом варианте бы-

ло 381 и 1270 мг/кг соответственно) кукуруза отзывалась на дополнительное внесение азотных и калийных удобрений так же, как и ячмень. В опыте № 3 (содержание подвижного фосфора в почве фонового варианта равно 1927 мг/кг) оптимальной для кукурузы была первая доза (N<sub>1</sub>K<sub>1</sub>), что обусловлено, по видимому, высокой чувствительностью этой культуры к концентрации солей в почвенном растворе. К тому же разница между вариантами внутри опытов № 2 и № 3 менее значима, чем в опыте № 1 на фоне P-300.

Несколько иная картина наблюдается при выращивании рапса (последствие НК-удобрений на второй культуре). Максималь-

ная масса растений по фоновым вариантам была получена в опыте №2 (на фоне P-1300), минимальная – на самом высоком фосфатном уровне (P-2200), что вполне объясняется высокой урожайностью предшествующих культур, использовавших для построения своей вегетативной массы почвенные запасы азота и калия. Внутри опыта самыми продуктивными были варианты с максимальным внесением азотно-калийного удобрения.

В опытах было оценено влияние азотных и калийных удобрений на высоту растений ячменя и кукурузы, а также на длину колоса ячменя (табл. 4).

Таблица 4

Влияние азотно-калийных удобрений на некоторые показатели качества растений при выращивании их на почвах с очень высоким содержанием подвижных фосфатов

Вариант опыта	Ячмень				Кукуруза		Рапс, содержание фосфора, %
	высота, см	длина колоса, см	содержание фосфора		высота, см	содержание фосфора, %	
			зерно, %	солома, %			
<i>Опыт №1</i>							
P-300	30,3	1,9	0,485	0,470	86,5	0,040	0,250
P + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	47,0	4,0	0,474	0,449	104,8	0,095	0,475
P + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	48,3	4,2	0,743	0,651	129,1	0,060	0,355
P + N <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	49,5	4,6	0,796	0,796	128,0	0,050	0,375
<i>Опыт №2</i>							
P-1300	35,6	2,6	0,570	0,515	80,5	0,205	0,625
P + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	110,6	4,8	0,620	0,395	134,9	0,160	0,480
P + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	98,0	5,3	0,802	0,498	153,8	0,120	0,460
P + N <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	137,0	4,0	0,805	0,788	142,9	0,115	0,400
<i>Опыт №3</i>							
P-2200	44,6	3,7	0,674	0,600	92,0	0,150	0,480
P + N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	51,0	4,7	0,612	0,574	153,0	0,195	0,480
P + N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	70,6	4,5	0,668	0,537	143,3	0,125	0,335
P + N <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	54,0	3,4	0,698	0,505	129,0	0,135	0,330

Так, уравнивание фонового содержания подвижных соединений фосфора азотно-калийными удобрениями во всех опытах способствовало некоторому увеличению высоты растений и длины колоса. Отмечено, что на фоне P-300 высота растений повышалась синхронно с увеличением доз азотно-калийных удобрений. Однако на фонах P-1300 и P-2200 это происходило скачкообразно и практически бессистемно. Действие удобрений на длину колоса при этом более выравнено: на фоне P-300 длина колоса стабильно повышалась при повышении дозы НК-удобрений до максимума, на фоне P-1300 повышалась до внесения этих удобрений в оптимальных дозах (вар. 3), а на фоне P-2200 – лишь при внесении минимальной дозы удобрений. Отметим при этом, что снижение вы-

соты растений и некоторое уменьшение длины колоса ячменя (на фоне P-2200) нельзя однозначно трактовать как негативное влияние высокой обеспеченности почвы фосфором на формирование урожая (по высоте злаков с большей долей уверенности можно судить об устойчивости их к полеганию, чем о продуктивности).

Отзывчивость кукурузы на уравнивание соотношения основных элементов питания растений на прирост растений в высоту аналогична реакции ячменя на это действие. При этом абсолютные и относительные величины прироста высоты растений от применения азотно-калийных удобрений на фонах P-1300 и P-2200 гораздо выше, чем на фоне P-300, из чего следует, что при выращивании растений на почвах с высокой обеспеченно-

стью фосфором внесение азотных и калийных удобрений обязательно.

Результаты анализа позволяют утверждать, что при выращивании ячменя на почвах с последовательным увеличением содержания подвижных форм фосфора до 1300 мг/кг наблюдается повышение содержания фосфора в растительной продукции, различия в содержании элемента в зерне и соломе при этом сглаживаются. Содержание фосфора в растениях кукурузы и рапса от применения НК-удобрений также возрастает, но лишь при выращивании их на почве с содержанием фосфора 300 мг/кг. Дальнейшее повышение обеспеченности почвы фосфором приводит к некоторому снижению поступления фосфора в растения.

**Выводы.** Высокое содержание подвижных соединений фосфора в почве (1300 и 2200 мг/кг), в сравнении с фоновым содержанием фосфора в 300 мг/кг, способствует увеличению урожайности ячменя на 31 и 147% соответственно.

На разных изучаемых фосфатных фонах действие азотных и калийных удобрений на рост и развитие отдельных культур различно. На минимальном для зафосфаченных почв фоне (P-300) увеличение доз азота и калия до величин по 0,15 г/кг почвы эффективно, что выражается приростом урожайности общей биомассы ячменя (более чем в 4 раза к фону без НК-удобрений), увеличением доли зерна по отношению к побочной надземной фито-

массе (от 1,0:2,1 до 1,0:1,6), а также увеличением длины колоса и общим приростом растений в высоту. На почве с содержанием подвижных соединений фосфора в 1300 мг/кг дозы азотных и калийных удобрений должны быть не максимальными, а средними (для данного фона – из расчета 0,4 г/кг каждого элемента), а на почве с максимальным содержанием подвижных фосфатов (P-2200) – минимальными из изучаемых для этого фона (из расчета 0,3 г/кг почвы соответственно для азота и калия). Поглощение фосфора растениями ячменя при выращивании его на почве с максимальным содержанием подвижных фосфатов (P-2200) не зависело от дополнительного внесения азота и калия: содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> колебалось в пределах 0,51-0,60 %, в то время как на фоне P-300 размах колебаний составил 0,45-0,80%, а на фоне P-1300 – 0,40-0,79%.

Влияние азотно-калийных удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы аналогично действию НК-удобрений на ячмень: на фоне P-300 дозы азота и калия могут быть большими (из расчета по 0,15 г/кг), на фоне P-1300 – средними (не превышая дозы из расчета 0,4 г/кг), на фоне P-2200 – минимальными (не выше 0,3 г элемента в расчете на 1 кг почвы).

В последствии на зеленой массе рапса самыми продуктивными были варианты с максимальными дозами азотно-калийных удобрений, внесенными под предшествующую культуру (кукурузу).

#### Литература

1. Кудяров В. Н., Семенов В. М. Проблемы агрохимии и современное состояние химизации сельскохозяйственного производства в Российской Федерации // *Агрохимия*. 2014. № 10. С. 3–17.
2. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах / А. И. Иванов, Ж. А. Иванова, В. А. Воробьев [и др.] // *Агрохимия*. 2016. № 4. С. 10–17.
3. Агрохимическая характеристика почв сельхозугодий Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2010 г.). Реестр плодородия почв. М.: ВНИИА, 2013. 208 с.
4. Codling Eton E., Chaney Rufus L., Mulchi Charles L. Biomass yield and phosphorus availability to wheat grown on high phosphorus soils amended with phosphate inactivating residues, *Communications in Soil Science and Plant Analysis* // Volume 33. 2002. Issue 7–8. P. 245–252.
5. Codling, Eton Elsworth. Effects of soil acidity and cropping on solubility of by-product-immobilized phosphorus and extractable aluminum, calcium, and iron from two high-phosphorus soils *Soil Science* // August 2008. Volume 173. Issue 8. P. 552–559.
6. Suriyagoda Lalith D. B., Lambers Hans, Renton Michael, Ryan Megan H. Growth, carboxylate exudates and nutrient dynamics in three herbaceous perennial plant species under low, moderate and high phosphorus supply // *Plant and Soil*. September 2012. Volume 358. Issue 1–2. P. 105–117.
7. Бельдяева К. Ю. Использование растениями ячменя и овса фосфора и калия из подпахотных горизонтов дерново-подзолистой почвы // *Плодородие*. 2015. № 5. С. 46–48.
8. Цыбулько Н. Н., Зайцев А. А., Семенов Н. Н. Эффективность минеральных удобрений на антропогенно-преобразованной торфяной почве при возделывании яровой пшеницы // *Агрохимия*. 2015. № 1. С. 57–62.
9. Шафран С. А. Влияние типа почв и содержания в них подвижных фосфатов на эффективность фосфорных удобрений // *Агрохимия*. 2015. № 3. С. 26–33.
10. Иванов И. А., Иванов А. И., Семенова Н. И. Применение удобрений на дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия // *Агрохимия*. 1996. № 4. С. 9–14.

11. Шептунов В. Н., Галкина М. Н. Биологическая активность почвы в севооборотах // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 6. С. 19–22.
12. Пискунов А. С. Методы агрохимических исследований. М. : КолосС, 2004. 312 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1985. 357 с.
14. Барашенко В. В., Лутович Н. Н., Каленик Г. И. Параметры фосфорного и калийного режима почв, обеспечивающие высокую продуктивность угодий и экологическую безопасность / Резервы повышения плодородия почв и эффективности удобрений : матер. конф. Горки, 1996. С. 24–26.
15. Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. М. : Россельхозиздат, 1981. 184 с.

## OPTIMIZATION OF NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZERS APPLICATION ON SOILS WITH HIGH CONTENT OF PHOSPHORUS

**V. I. Titova**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy  
97, Pr. Gagarina, Nizhny Novgorod, 603137, Russia  
E-mail: [titovavi@yandex.ru](mailto:titovavi@yandex.ru)

### ABSTRACT

Being one of the environmental problems in recent years, the phosphatization of land appears on agricultural lands as soil overphosphating, which means that the content of mobile phosphorus compounds in them is much higher than the optimal level. A sharp increase of mobile phosphorus content in soil leads to a disbalance of biogenic elements, which adversely affects the nutrition of plants and increases ecological tension in agroecosystem. The paper deals with the results of three pot experiments laid out on light gray forest soil with a very high content of mobile phosphorus compounds, which have been modeled by creating of different phosphate grounds. The aim of experiment was to determine the dose of potassium and nitrogen recommended for soils with P<sub>205</sub> content of 300, 1300 and 2200 mg/kg in order to provide an optimum power ratio of the root nutrition elements in cultivation of barley for grain, corn and rape for green mass. The research was carried out on the cultivation area of Agrochemistry and Agroecology Department at Nizhny Novgorod State Agricultural Academy in Mitcherlick's pots of 5 kg of soil with four times frequency. It was established that an increase of nitrogen and potassium doses on the ground with a minimum phosphate content equal to 300 mg/kg has a positive effect on the growth (increase in plant height and head length) and yield of barley, thereby ensuring an increase of grain proportion in the total top mass. Average doses of nitrogen and potassium (0.15 g of active ingredient per 1 kg of soil) were the most effective on the phosphate ground equal to 1300 mg / kg, and the minimal of studied nitrogen and potassium doses (not higher than 0.3 g/kg for each element) - on the ground with the highest phosphate content equal to 2,200 mg/k. The phosphorus content in barley products was increased by additional application of nitrogen and potassium in soil at the ground content of mobile phosphates of 300 and 1300 mg/kg, but it was not changed at the maximum phosphate ground (P-2200).

*Key words: mobile compounds of phosphorus, phosphate ground, yield capacity, barley, corn, rape, plant height, phosphorus content in plants.*

### References

1. Kudeyarov V. N., Semenov V. M. Problemy agrokhimii i sovremennoe sostoyanie khimizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v Rossiiskoi Federatsii (Problems of agrochemistry and the current state of the chemicalization of agricultural production in the Russian Federation), Agrokhimiya, 2014, No. 10, pp. 3–17.
2. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Vorob'ev V. A. et al. Agroekologicheskie posledstviya dlitel'nogo primeneniya defitsitnykh sistem udobreniya na khorosho okul'turenykh dernovo-podzolistykh pochvakh (Agroecological consequences of prolonged use of scarce fertilizer systems on well-cultivated sod-podzolic soils), Agrokhimiya, 2016, No. 4, pp. 10–17.
3. Agrohimiicheskaja harakteristika pochv sel'hozugodij Rossijskoj Federacii (po sostojaniju na 01.01.2010 g.) (Agrochemical characteristic of agricultural soils of the Russian Federation), Reestr plodorodija pochv, Moscow, VNIIA, 2013, 208 p.
4. Codling Eton E., Chaney Rufus L., Mulchi Charles L. Biomass yield and phosphorus availability to wheat grown on high phosphorus soils amended with phosphate inactivating residues, Communications in Soil Science and Plant Analysis, Volume 33, 2002, Issue 7–8, pp. 245–252.
5. Codling, Eton Elsworth. Effects of soil acidity and cropping on solubility of by-product-immobilized phosphorus and extractable aluminum, calcium, and iron from two high phosphorus soils Soil Science, August 2008, Volume 173, Issue 8, pp. 552–559.

6. Suriyagoda Lalith D. B., Lambers Hans, Renton Michael, Ryan Megan H. Growth, carboxylate exudates and nutrient dynamics in three herbaceous perennial plant species under low, moderate and high phosphorus supply, *Plant and Soil*, September 2012, Volume 358, Issue 1–2, pp. 105–117.
7. Bel'dyaeva K. Yu. Ispol'zovanie rasteniyami yachmenya i ovsa fosfora i kaliya iz podpakhotnykh gorizontov derno-podzolistoi pochvy (Use of phosphorus and potassium in subsurface horizons of sod-podzolic soil by plants of barley and oat), *Plodorodie*, 2015, No. 5, pp. 46–48.
8. Tsybul'ko N. N., Zaitsev A. A., Semenenko N. N. Effektivnost' mineral'nykh udobrenii na antropogenno-preobrazovannoi torfyanoi pochve pri vzdelyvanii yarovoi pshenitsy (Efficiency of mineral fertilizers on anthropogenically transformed peat soil during the cultivation of spring wheat), *Agrokimiya*, 2015, No. 1, pp. 57–62.
9. Shafran S. A. Vliyanie tipa pochv i sodержaniya v nikh podvizhnykh fosfatov na effektivnost' fosfornykh udobrenii (Influence of soil type and the content of mobile phosphates in them on the efficiency of phosphorus fertilizers), *Agrokimiya*, 2015, No. 3, pp. 26–33.
10. Ivanov I. A., Ivanov A. I., Semenova N. I. Primenenie udobrenii na derno-podzolistykh pochvakh s vysokimi zapasami fosfora i kaliya (Application of fertilizers on sod-podzolic soils with high phosphorus and potassium reserves), *Agrokimiya*, 1996, No. 4, pp. 9–14.
11. Sheptunov V. N., Galkina M. N. Biologicheskaya aktivnost' pochvy v sevooborotakh (Biological activity of soil in crop rotations), *Khimiya v sel'skom khozyaistve*, 1995, No. 6, pp. 19–22.
12. Piskunov A. S. Metody agrokhimicheskikh issledovaniy (Methods of agrochemical research), Moscow, KolosS, 2004, 312 p.
13. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Methodology of field trial (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow, Kolos, 1985, 357 p.
14. Barashenko V. V., Lutovich N. N., Kalenik G. I. Parametry fosfornogo i kaliinogo rezhima pochv, obespechivayushchie vysokuyu produktivnost' ugodii i ekologicheskuyu bezopasnost' (Parameters of phosphorus and potassium regime of soils, ensuring high productivity of lands and ecological safety), *Rezervy povysheniya plodorodiya pochv i effektivnosti udobrenii, materialy konferentsii*, Gorki, 1996, pp. 24–26.
15. Peterburgskii A. V. Agrokimiya i fiziologiya pitaniya rastenii (Agrochemistry and physiology of plant nutrition), Moscow, Rossel'khozizdat, 1981, 184 p.

УДК 631.81:631.847.2:633.11:631.445.24

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ПЕРМСКОМ КРАЕ**

**Д. С. Фомин**, канд. с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

**В. Р. Ямалтдинова**, канд. с.-х. наук; **Л. В. Бессонова**, **Р. И. Вяткина**, ст. науч. сотрудники,  
ПФИЦ УрО РАН,

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

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

*Аннотация.* Представлены результаты изучения влияния совместного применения минеральных удобрений и микробиологических препаратов на урожайность, содержание белка в зерне яровой пшеницы и окупаемость удобрений. Исследования проводили в 2011–2015 гг. на опытном поле Пермского НИИСХ. Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли:  $pH_{\text{сол}}$  – 4,8–5,1,  $P_2O_5$  (по Кирсанову) – 262 мг/100кг почвы,  $K_2O$  – 150 мг/кг почвы, гумус (по Тюрину) – 1,8–2,1%. Двухфакторный опыт проводили по схеме: фактор А – фон удобрений: А1 – без удобрений; А2 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$ ; А3 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; фактор В – микробиологические препараты: В1 – без препарата, В2 – Флавобактерин, В3 – Биоплант-К. Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию. Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной для Пермского края. В среднем за пять лет инокуляции семян микробиологическими препаратами отмечена тенденция увеличения сбора зерна до 2,98 т/га при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая 3,0-3,9 кг зерна установлена при внесении  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Дополнительное использование биопрепаратов на фоне применения  $N_{30}P_{60}K_{60}$  обеспечило достоверное увеличение белка и азота в зерне. При внесении полного минерального удобрения в умеренных дозах ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) получены наиболее высокие коэффициенты использования азотных удобрений (65-84%).

*Ключевые слова:* яровая пшеница, микробиологический препарат, минеральные удобрения, урожайность, качество зерна, окупаемость.

**Введение.** В настоящее время в сельском хозяйстве наблюдается повышенный интерес к применению микробиологических препаратов. Преимуществом их над агрохимикатами является способность переводить в доступные для растения формы элементы питания из удобрений, почвы, корневых выделений, органических остатков, усваивать атмосферный азот, продуцировать физиологически активные вещества, ингибировать развитие патогенной микрофлоры. Использование биопрепаратов приводит к улучшению роста растений за счет уменьшения стрессового воздействия на растение неблагоприятных условий среды, способствует наиболее полному раскрытию потенциала сорта, что относится как к количественным, так и к качественным показателям сельхозпродукции [1-8].

Существуют различные мнения по совместному влиянию минеральных удобрений и биопрепаратов. Отмечено, что при использовании ассоциативных diaзотрофов на дерново-подзолистых почвах прослеживается тенденция к увеличению урожайности при посеве инокулированными семенами на фоне минерального азота [9-11]. В то же время распространено мнение, что азот минеральных удобрений тормозит процесс ассоциативной азотфиксации. По другим данным [12], на фоне азотных удобрений азотфиксация на 30-45% выше, чем без них. Вероятно, связано это с лучшим развитием растений при внесении удобрений, продукты жизнедеятельности которых являются субстратом для микроорганизмов.

*Цель работы* – исследование эффективности совместного применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов на яровой пшенице.

**Методика.** Исследования проводили в 2011-2015 гг. на опытном поле Пермского НИИСХ на яровой пшенице сорта Горноуральская. Почва дерново-подзолистая тяжело-суглинистая, содержание гумуса – 1,8-2,1%,

$pH_{KCl}$  – 4,8-5,1,  $P_2O_5$  – 262;  $K_2O$  – 150 мг/кг почвы.

Опыт двухфакторный: фактор А – три фона питания: 1. Без удобрений; 2.  $N_{30}P_{60}K_{60}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; фактор В – микробиологические препараты: 1. Без обработки препаратом; 2. Флавобактерин; 3. Биоплант-К. Препарат *Флавобактерин* создан на основе штамма, относящегося к роду *Flavobacterium* sp. (штамм JT 30), *Биоплант-К* создан на основе бактерий *Klebsiella planticola*. Повторность вариантов шестикратная, размещение вариантов – методом расщепленных делянок, площадь делянки 20 м<sup>2</sup>.

Минеральные удобрения вносили вручную весной под предпосевную культивацию. Использовались карбамид, двойной суперфосфат и хлористый калий. Яровую пшеницу высевали по обороту пласта клевера. Обработку семян микробиологическими препаратами проводили вручную в день посева, дозами, рекомендованными ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Агротехника в опыте – общепринятая для Пермского края.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований существенно различались: 2011 год был умеренно теплым с достаточным увлажнением, 2012 год характеризовался повышенной температурой воздуха (все месяцы оказались теплее нормы на 1,5-2,1°C) и количеством осадков, близким к норме. Вегетационный период 2013 года отличался повышенной температурой воздуха и дефицитом влаги в мае и июне. Для 2014 и 2015 годов была характерна прохладная погода с избытком осадков.

Учет урожая проводили сплошным методом. Урожай зерна приведён к стандартной влажности – 14% [13]. Статистическую обработку результатов исследований проводили дисперсионным методом по Б.А. Доспехову [14].

**Результаты.** Урожайность яровой пшеницы по годам исследований варьировала в

зависимости от погодных условий. Наиболее высокая урожайность 2,88-3,87 т/га зерна получена в наиболее благоприятном по обеспеченности осадками и теплом 2011 году, наименьшая – в наиболее засушливом 2013 году (1,85-2,08 т/га) и 2015 году (1,59-2,71 т/га), характеризовавшимся недостатком тепла и избытком влаги (табл. 1).

Во все годы исследований наблюдалась эффективность минеральных удобрений. Действие микробиологических препаратов как отдельного фактора не проявилось. Отмечена

тенденция роста урожайности яровой пшеницы при комплексном применении минеральных удобрений и микробиологических препаратов.

В среднем за пять лет исследований без применения удобрений и микробиологических препаратов получено 2,40 т/га зерна. Применение одних минеральных удобрений обеспечило достоверную прибавку урожайности яровой пшеницы на 0,53-0,61 т/га ( $НСР_{05} = 0,05$ ). Инокуляция семян микробиологическими препаратами существенного влияния на урожайность не оказала.

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений и микробиологических препаратов на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант		Урожайность						Отклонения от	
NPK	биопрепарат	2011	2012	2013	2014	2015	сред.	NPK	биопрепаратов
	Флавобактерин	3,01	2,42	1,77	2,80	1,60	2,32		-0,09
	Биоплант-К	2,88	2,40	1,77	2,82	1,66	2,31		
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	3,50	3,03	2,03	3,15	2,49	2,85	0,45	
	Флавобактерин	3,44	3,25	2,05	3,18	2,64	2,90	0,58	0,05
	Биоплант-К	3,55	3,13	2,07	3,13	2,53	2,87	0,56	0,02
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	3,65	3,12	2,05	3,04	2,60	2,90	0,51	
	Флавобактерин	3,84	3,21	2,08	3,10	2,71	2,98	0,66	0,07
	Биоплант-К	3,87	3,21	2,08	3,06	2,69	2,98	0,68	0,08
НСР <sub>05</sub> част. разл. фак. А		0,44	0,23	0,29	0,25	0,36	0,09		
фак. В и АВ		0,17	0,13	0,11	0,12	0,16	0,06		
НСР <sub>05</sub> глав. эфф. фак. А		0,25	0,13	0,17	0,14	0,21	0,05		
фак. В		F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	0,11	0,05	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>		

Низкая эффективность микробиологических препаратов в опыте объясняется рядом причин: низкой обеспеченностью почвы органическим веществом, являющимся субстратом для микроорганизмов; неблагоприятными погодными условиями (недостаточным количеством осадков в период кущение – колошение в отдельные годы и недостатком тепла), что подтверждается исследованиями А. И. Шапошникова и С. М. Лукина [15, 16]. Максимальная урожайность яровой пшеницы в среднем за 5 лет – 2,98 т/га – получена в вариантах при совместном применении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и микробиологических биопрепаратов (Флавобактерин и Биоплант-К).

Изучаемые факторы оказали влияние на химический состав полученной продукции (табл. 2). Улучшение условий азотного питания за счет внесения минеральных удобрений и микробиологических препаратов отразилось на качестве зерна яровой пшеницы.

Наиболее высокое содержание белка в зерне 13,39-13,87% было получено в вариантах при внесении минеральных удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. На фоне применения N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> произошло достоверное увеличение белка в зерне на 1,03-1,41% ( $НСР_{05}=0,66$ ), что обеспечило дополнительное использование микробиологических препаратов. При внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> инокуляция семян биопрепаратами не оказала существенного влияния на белковость зерна.

Содержание азота в зерне возросло с увеличением доз вносимых азотных удобрений, с 2,11-2,23 – на контроле до 2,48-2,55% – при внесении NPK по 60 кг/га ( $НСР_{05}=0,16$ ). Существенное повышение азота в зерне от применения микробиологических препаратов проявилось на фоне N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> с 2,20 до 2,38-2,45% ( $НСР_{05}=0,10$ ). Инокуляция семян флавобактерином и биоплантом-К на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> незначительно увеличивает содержание азота в зерне с 2,48 до 2,52-2,55% ( $НСР_{05}=0,10$ ). Подобная закономерность отмечена в содержании азота в соломе.



Влияние удобрений и микробиологических препаратов на содержание белка и азота в зерне и соломе яровой пшеницы, %, среднее 2011-2015 гг.

Вариант		Белок	N в зерне	N в соломе
удобрения	микробиологический препарат			
0	Без препарата	11,50	2,11	0,50
	Флавобактерин	11,67	2,14	0,50
	Биоплант-К	11,98	2,23	0,48
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	11,64	2,20	0,48
	Флавобактерин	13,05	2,45	0,55
	Биоплант-К	12,67	2,38	0,56
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	13,39	2,48	0,59
	Флавобактерин	13,87	2,55	0,60
	Биоплант-К	13,74	2,52	0,60
НСР <sub>05</sub> част.разл. фак. А		0,67	0,16	0,04
фак. В и АВ		0,66	0,10	0,05
НСР <sub>05</sub> глав.эфф. фак. А		0,39	0,09	0,02
фак. В		0,27	0,04	0,02

Вынос азота зерном и соломой определялся величиной урожайности и содержанием его в зерне и соломе (табл. 3). Максимальный вынос получен на фоне внесения минеральных удобрений по 60 кг д.в./га. Повышение выноса азота с урожаем от действия микробиологических препаратов было примерно одинаковым на обоих фонах минерального питания (3,41-6,07 кг/га – при использовании N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и 4,44-5,61 кг/га – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

Одним из важных показателей при оценке эффективности удобрений являются коэффициенты использования питательных веществ

из удобрений, которые рассчитаны разностным способом, что позволяет получать условные значения, так как внесение удобрений способствует мобилизации питательных веществ самой почвы, но мы можем проследить за относительной доступностью азота удобрений при применении микробиологических препаратов [17].

При внесении полного минерального удобрения в умеренных дозах (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) получены наиболее высокие коэффициенты использования азотных удобрений (65-84%).

Таблица 3

Влияние удобрений и микробиологических препаратов на коэффициенты использования азота удобрений

Вариант		Вынос N (зерно+солома), кг/га	Коэффициент использования из удобрений, %	Влияние микробиологических препаратов на КИУ*
удобрения	микробиологический препарат			
0	Без препарата	68,39		
	Флавобактерин	69,00		
	Биоплант-К	68,94		
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	88,14	65,8	
	Флавобактерин	94,21	84,0	18,2
	Биоплант-К	91,55	75,4	9,5
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без препарата	97,00	47,7	
	Флавобактерин	102,63	56,1	8,4
	Биоплант-К	101,44	54,2	6,5

\* – Коэффициент использования из удобрений

Повышение доз минеральных удобрений снижает коэффициент использования азота удобрений, так при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> он составил 47,7-56,1%. Применение микробиологических препаратов способствовало увеличе-

нию коэффициента использования удобрений на фоне N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – на 9,5-18,2%, на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – на 6,5-8,4%.

**Выводы.** В среднем за пять лет исследований максимальную урожайность яровой

пшеницы 2,98 т/га обеспечили варианты с применением флавобактерина и биопланта-К на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Наибольшее содержание белка 13,74-13,87% в зерне яровой пшеницы обеспечили минеральные удобрения  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Применение одних минеральных удобрений в умеренных дозах ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) обеспечи-

вает получение наибольшего коэффициента использования азотных удобрений (65%). Дополнительное применение микробиологических препаратов на фоне минеральных удобрений способствовало дальнейшему увеличению коэффициента использования удобрений до 75,4-84%.

#### Литература

1. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М. : ВНИИА, 2005. 302 с.
2. Сметов Д. Б., Титова В. И. Влияние совместного внесения минеральных удобрений и биопрепарата Бисол-бифит на продуктивность ячменя // Плодородие. 2010. № 4. С. 19–21
3. Терещенко Н. Н. Биодоброения на основе микроорганизмов : учебное пособие. Томск : Томский государственный университет, 2003. 60 с.
4. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н. Влияние способов обработки почвы и применения биопрепаратов на болезни и урожайность культур звена севооборота // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2016. № 2 (14). С. 39–44.
5. Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and Soil. 2003. № 255. P. 571–586.
6. Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш., Нуриев С. Ш., Майоров И. И. Влияние биологических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях северной части лесостепи // Достижение науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 29–31.
7. Kolodziejczyk M. The effectiveness of N-fertilization and microbial preparation on spring wheat / M. Kolodziejczyk, B. Kulig, A. Oleksy, A. Szmigiel // Plant Soil Environ. 2013. № 59 (8). P. 335–341.
8. Kolodziejczyk M. Effect of nitrogen fertilization and application of soil properties improving microbial preparations on the content of mineral nitrogen in soil after spring wheat harvesting // Journal of Central European Agriculture. 2013. № 14(1). P. 306–318.
9. Литвинцева Т. А. Эффективность применения Ризоэнтрина на посевах пивоваренного ячменя // Агрохимический вестник. 2007. № 5. С. 36–37.
10. Валиуллин И. Т., Шакиров Р. И., Гилязов М. Ю. Эффективность применения биопрепарата Ризоагрин на посевах ячменя в зависимости от доз минерального азота // Научное обеспечение АПК Евро-Северо-Востока России : матер. Всеросс. науч.-практ. конф., Саранск, 20-22 июля 2010 г. / [редкол.: А.М. Гурьянов и др.]. Саранск, 2010. С. 252–253.
11. Толстопятова Н. Г. Влияние ассоциативных и симбиотических диазотрофов на продуктивность ячменя и многолетних трав в смешанном посеве // Агрохимия. 2004. № 9. С. 63–67.
12. Гамзиков Г. П., Завалин А. А. Проблемы азота в земледелии России // Плодородие. 2006. № 5. С. 29–31.
13. Практикум по агрохимии: учебное пособие / под ред. акад. В. Г. Минеева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований); 5-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Шапошников А. И., Белимов А. А., Кравченко Л. В., Виванко Д. М. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 16–22.
16. Лукин С. М., Марчук Е. В. Влияние биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 18–21.
17. Петухов М. П., Панова Б. А., Дудина Н. Х. Агрохимия и система удобрений. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

## THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS TO SPRING WHEAT ON SOD-PODZOLIC SOIL IN PERM KRAI

**D. S. Fomin**, Cand. Agr. Sci.,

FSBEI HE Perm SATU

23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia;

**V. R. Yamaltdinova**, Cand. Agr. Sci.; **L. V. Bessonova**, Senior Research Professor;

**R. I. Vyatkina**, Senior Research Professor,

Perm Scientific and Research Institute of Agriculture

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

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

#### ABSTRACT

The paper presents the research results of joint application effect of mineral fertilizers and microbiological preparations on spring wheat yield, protein content in the grain and fertilizers recouperment. The research was carried out in 2011-2015 on sod-podzolic, heavy loamy soil on the trial

field of Perm Scientific and Research Institute of Agriculture. Before laying out the trial, agrochemical parameters of plough layer were equal to the following: pH KCl – 4.8-5.1, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 262 mg/100 kg of soil, K<sub>2</sub>O – 150 mg/kg of soil, humus – 1.8-2.1%. Two-factor experiment was made out according to the scheme: Factor A – ground of fertilizers: A<sub>1</sub> - without fertilizers; A<sub>2</sub> – N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; A<sub>3</sub> – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; Factor B – microbiological preparations: B<sub>1</sub> –without preparations, B<sub>2</sub> – Flavobacterin, B<sub>3</sub> – Bioplant-K. Mineral fertilizers were applied in spring before the pre-plant cultivation. Agrotechnique in the experiment complies with the scientific system of agriculture recommended for Perm Krai. On average over the five years, seed inoculation with microbiological preparations provided a tendency to increase spring wheat yield up to 2.98 t/ha of grain during the application of N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. It was established that the application of N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> ensured the highest recouplement of 1 kg of fertilizers active ingredient by the additional yield equal to 3.0-3.9 kg of grain. Additional use of biopreparations together with N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> provided a reliable increase of protein and nitrogen in the grain. The highest utilization rates of nitrogen fertilizers (65-84%) were obtained when complete mineral fertilizers in moderate doses (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) were applied.

*Key words: spring wheat, microbiological preparation, mineral fertilizers, yield, recouplement.*

### References

1. Zavalin A. A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai (Biopreparations, fertilizers and yield), Moscow, VNIIA, 2005, 302 p.
2. Smetov D. B., Titova V. I. Vliyanie sovместnogo vneseniya mineral'nykh udobrenii i biopreparata Bisolbifit na produktivnost' yachmenya (The Influence of joint application of mineral fertilizers with Bisolbifit biopreparation on the productivity of barley), Plodorodie, 2010, No. 4, pp. 19–21
3. Tereshchenko H. N. Bioudobrennyia na osnove mikroorganizmov (Biofertilizers based on microorganisms), uchebnoe posobie, Tomsk, Tomskii gosudarstvennyi universitet, 2003, 60 p.
4. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy i primeneniya biopreparatov na bolezni i urozhaistost' kul'tur zvena sevooborota (The influence of tillage methods and biopreparations on diseases and yield capacity of crop rotation), Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik», 2016, No. 2 (14), pp. 39–44.
5. Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers, Plant and Soil, 2003, No. 255, pp. 571–586.
6. Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh., Nuriev S. Sh., Maiorov I. I. Vliyanie biologicheskikh udobrenii na urozhaistost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy v usloviyakh severnoi chasti lesostepi (The effect of biological fertilizers on the yield capacity and grain quality of spring wheat under the conditions of northern part of forest-steppe), Dostizhenie nauki i tekhniki APK, 2013, No. 9, pp. 29–31.
7. Kolodziejczyk M., Kulig B., Oleksy A., Szmigiel A. The effectiveness of N-fertilization and microbial preparation on spring wheat, Plant Soil Environ, 2013, No. 59 (8), pp. 335–341.
8. Kolodziejczyk M. Effect of nitrogen fertilization and application of soil properties improving microbial preparations on the content of mineral nitrogen in soil after spring wheat harvesting, Journal of Central European Agriculture, 2013, No. 14(1), pp. 306–318.
9. Litvintseva T. A. Effektivnost' primeneniya Rizoenterina na posevakh pivo-varennogo yachmenya (The effectiveness of Rizoenterin on malting barley sowings), Agrokhimicheskii vestnik, 2007, No. 5, pp. 36–37.
10. Valiullin I. T., Shakirov R. I., Gilyazov M. Yu. Effektivnost' primeneniya biopreparata Rizoagrin na posevakh yachmenya v zavisimosti ot doz mineral'nogo azota (The effectiveness of Rizoagrin biopreparation on barley sowings depending on the doses of mineral nitrogen), Nauchnoe obespechenie APK Evro-Severo-Vostoka Rossii, mater. Vseross. nauch.-prakt. konf., Saransk, 20-22 iyulya 2010 g., redkol.: A.M. Gur'yanov i dr., Saransk, 2010, pp. 252–253.
11. Tolstopyatova N. G. Vliyanie assotsiativnykh i simbioticheskikh diazotrofov na produktivnost' yachmenya i mnogoletnikh trav v smeshannom poseve (The Influence of associative and symbiotic diazotrophs on the productivity of barley and perennial grasses in mixed sowings), Agrokimiya, 2004, No. 9, pp. 63–67.
12. Gamzikov G. P., Zavalin A. A. Problemy azota v zemledelii Rossii (Problems of nitrogen in Russian agriculture), Plodorodie, 2006, No. 5, pp. 29–31.
13. Praktikum po agrokhimii: uchebnoe posobie (Agrochemistry workshop: teaching guidance), pod red. akad. V. G. Mineeva, 2-e izd., pererab. i dop., Moscow, Izd-vo MGU, 2001, 689 p.
14. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field trial method (including statistical analysis of research results)), 5-e izd., pererab. i dop., Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
15. Shaposhnikov A. I., Belimov A. A., Kravchenko L. V., Vivanko D. M. Vzaimo-deistvie rizosfernykh bakterii s rasteniyami: mekhanizmy obrazovaniya i faktory effektivnosti assotsiativnykh simbiozov (The interaction of rhizosphere bacteria with plants: formation mechanisms and factors of associative symbiose effectiveness), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 2011, No. 3, pp. 16–22.
16. Lukin S. M., Marchuk E. V. Vliyanie biopreparatov assotsiativnykh azotofiksiruyushchikh mikroorganizmov na urozhaistost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (The influence of biopreparations of associative nitrogen-fixing microorganisms on the yield capacity of agricultural crops), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2011, No. 8, pp. 18–21.
17. Petukhov M. P., Panova B. A., Dudina N. Kh. Agrokimiya i sistema udobrenii (Agrochemistry and fertilizers system), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.

## ВЛИЯНИЕ ЭМ-ТЕХНОЛОГИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

**А. В. Чернов**, канд. с.-х. наук, доцент; **В. Л. Дмитриев**, канд. с.-х. наук, доцент;

**С. В. Ларкин**, канд. техн. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА,

ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия, 428003

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

*Аннотация.* В 2015-2016 гг. в условиях Чувашской Республики проводили полевой опыт для изучения влияния препарата Байкал ЭМ 1 на урожайность картофеля. Улучшение агрохимических и агрофизических показателей серых лесных почв при обработке водным раствором Байкала ЭМ 1 является одним из показателей эффективности препарата. Для изучения возможности использования препарата Байкал ЭМ 1 при возделывании картофеля на серых лесных почвах был выбран районированный сорт картофеля Удача. Перед осенней глубокой обработкой почвы вносился навоз в дозе 60 т/га. Опытные делянки обрабатывались раствором препарата Байкала ЭМ 1 из расчета 300 л/га в концентрации 0,001-0,005%. Размер одной делянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Схема опыта: 1. Контроль; 2. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,001% концентрации; 3. обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,002% концентрации; 4. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,003% концентрации; 5. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,004% концентрации; 6. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,005% концентрации. Растения картофеля на делянках с применением препарата были более высокорослые, с мощными стеблями. Количество стеблей в кусте картофеля в вариантах с применением Байкала ЭМ 1 было большим, а листья шире и длиннее, что свидетельствует о формировании большего фитосинтетического потенциала. Растения при применении препарата не задерживались в развитии, а высота их и более мощная ботва способствовали формированию большего, чем в контроле, урожая клубней. Урожайность клубней картофеля была наиболее высокой в вариантах с применением Байкала ЭМ 1 в 0,002-0,005% концентрации, что связано как с возросшим количеством клубней с каждого куста, так и их большей массой.

*Ключевые слова:* картофель, препарат Байкал ЭМ 1, концентрация рабочего раствора, высота растения, масса листьев, урожайность.

**Введение.** Интенсификация земледелия и недостаточное внесение в почву органического вещества приводят к высокой степени минерализации гумуса – основного показателя плодородия [9, 10, 11, 12]. Поэтому использование ресурсосберегающей технологии, включая применение лигногумата калия, положительно влияет на биологический баланс живых организмов в почве, и, в конечном итоге, переход на биологизированное земледелие ведет к повышению плодородия пахотных почв [1, 4, 5, 7].

Улучшение агрохимических и агрофизических показателей серых лесных почв при обработке водным раствором Байкал ЭМ 1 является лишь одним из показателей эффективности препарата. Использование ЭМ-

технологии способствует получению высоких результатов в сельском хозяйстве, не нарушая естественного баланса в природе [2, 5, 6, 8]. Для внедрения в сельскохозяйственное производство необходимо выявить его влияние на ростовые процессы и урожайность картофеля.

В связи с вышеизложенным, изучение влияния микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур, является актуальным.

*Целью исследований* являлось изучение влияния комплекса микроорганизмов на урожайность картофеля и установление эффективности действия препарата Байкал ЭМ 1. В связи с этим необходимо было решить следующие задачи:

1. Выявить влияние препарата Байкал ЭМ 1 на биометрические показатели картофеля.

2. Выявить влияние препарата Байкал ЭМ 1 на урожайность картофеля.

**Методика.** Опыт был заложен на серых лесных среднесуглинистых почвах с содержанием подвижного фосфора и обменного калия 126 мг и 112 мг на 1 кг почвы соответственно, рН<sub>сол</sub> равной 5,7, в условиях УНПЦ «Студенческий» Чебоксарского района Чувашской Республики.

Наращение весеннего тепла в 2016 году было постепенным по сравнению с предыдущим годом. Переход среднесуточной температуры воздуха через +5°C состоялся 12 апреля, на 8 дней раньше 2015 года, а в первой декаде мая создались благоприятные условия для посадки картофеля.

Рост и развитие картофеля в течение большей части вегетации за годы исследований проходило при достаточном, а в отдельные периоды – избыточном увлажнении почвы. Исключением является вторая декада июня и вторая декада июля, когда максимальная температура воздуха превышала 30° С, а осадков выпало 74-90 % многолетней нормы.

Однако в июне наблюдалось некоторое угнетение растений и сдерживание их роста из-за большой амплитуды колебания температуры воздуха в течение суток. Она в среднем за месяц равнялась 19,8° С (по декадам 18,9, 17,6, и 22,8° С). В июле температура воздуха в этот период оказалась на 2-3° ниже многолетней. Почва была рыхлой, и обеспечивалось высокое качество обработки.

В целом за май-август 2016 года средняя температура воздуха составила +17,0°C, что на 0,5°C выше многолетней, осадков выпало 700 мм или 323 % по отношению к многолетней норме. При этом в отличие от прошлого года и многолетних показателей, в отчетном году большая часть осадков пришла на вторую половину активной вегетации (июль-август).

В целом за годы проведения исследований метеорологические условия были вполне благоприятными.

Перед осенней глубокой обработкой почвы вносился навоз в дозе 60 т/га. Опытные делянки обрабатывались раствором препарата Байкал ЭМ 1 из расчета 300 л/га в concentra-

ции 0,001-0,005. Размер одной делянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

Схема опыта следующая:

1. Без обработки (контроль).

2. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,001% концентрации.

3. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,002% концентрации.

4. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,003% концентрации.

5. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,004% концентрации.

6. Обработка водным раствором препарата Байкал ЭМ 1 в 0,005% концентрации.

Исследования по содержанию нитратов проводились ионометрически методом ЦИНАО. Урожайность картофеля определялась методом сплошной уборки, взвешиванием клубней с каждой делянки, с последующим пересчетом на один гектар пашни. Измерение биометрических показателей проводили в фазе цветения. Статистическая обработка данных проводилась по Б. А. Доспехову.

В течение лета посадки картофеля пропалывали, окучивали и обрабатывали против колорадского жука препаратом «Актара».

Для изучения возможности использования препарата Байкал ЭМ 1 при возделывании картофеля на серых лесных почвах был выбран районированный сорт картофеля Удача. Сорт раннеспелый, столового назначения. Клубни овальные, с тупой вершиной и плоским столонным следом, белые. Кожура гладкая. Глазки мелкие. Мякоть белая. В Волго-Вятском регионе урожайность составляет 288-451 ц/га. Масса товарного клубня 78-122 г, с содержанием крахмала 11,0-16,9%. Вкус хороший. Лежкость 84-96%. Товарность 88-97%. Устойчив к раку, восприимчив к фитофторозу. Устойчивость к макроспориозу, парше обыкновенной и вирусным болезням выше среднего.

При хранении в средней степени поражается клубневыми гнилями. Ценность сорта: раннеспелость, хороший товарный вид клубней, высокая лежкость.

**Результаты.** Биометрические показатели растений картофеля изучались в течение периода вегетации. Ниже приводятся данные за 2015 и 2016 годы, которые отражают общую динамику ростовых процессов картофеля в контроле и при обработке препаратом Байкал ЭМ 1.

Результаты проведённых исследований препарата более высокорослые, с мощными отчетливо свидетельствуют о том, что растения картофеля на делянках с применением концентрации от 0,002 до 0,005 % (табл. 1, 2).

Таблица 1

Биометрические показатели ботвы картофеля на 12. 07. 2015 г.

Вариант	Высота стеблей, см	Масса листьев, г
Контроль	65,6	114,2
Байкал 0,001%	73,2	120,3
Байкал 0,002%	85,8	132,2
Байкал 0,003%	84,7	131,8
Байкал 0,004%	83,9	126,5
Байкал 0,005%	84,6	129,7
НСР <sub>05</sub>	4,5	6,1

Количество стеблей в кусте картофеля в вариантах с применением Байкал ЭМ 1 была больше, а листья – шире и длиннее, что свидетельствует о формировании большего фотосинтетического потенциала.

Таблица 2

Биометрические показатели ботвы картофеля на 12.07.2016 г.

Вариант	Высота стеблей, см	Масса листьев, г
Контроль	63,5	103,5
Байкал 0,001%	69,3	113,2
Байкал 0,002%	72,6	118,3
Байкал 0,003%	71,2	116,5
Байкал 0,004%	70,8	117,1
Байкал 0,005%	71,5	125,2
НСР <sub>05</sub>	3,4	4,2

Растения картофеля при применении препарата не задерживались в развитии, а их высота и более мощная ботва способствовали формированию большего урожая клубней, чем в контроле (табл. 3). В 2015 году равная урожайность клубней 12,7-12,9 т/га получена во всех вариантах обработки препаратом, что на 2,1-2,3 т/га больше, чем в контроле. В 2016 году равная урожайность 18,0-18,5 т/га получена при более узком интервале концентрации препарата – от 0,002 до 0,005%. Это на 3,2-3,7 т/га больше, чем при концентрации 0,001% и на 7,1-7,5 т/га больше, чем на контроле.

Таблица 3

Урожайность клубней картофеля на серых лесных почвах, т/га

Вариант	Урожайность		Среднее значение
	2015 г.	2016 г.	
Контроль	10,6	11,0	10,8
Байкал 0,001%	12,7	14,8	13,7
Байкал 0,002%	12,9	18,1	15,5
Байкал 0,003%	12,8	18,5	15,7
Байкал 0,004%	12,7	18,0	15,4
Байкал 0,005%	12,9	18,5	15,7
НСР <sub>05</sub>	0,7	0,8	-

Результаты исследований наглядно показывают, что урожайность клубней картофеля в среднем за годы исследований была наиболее высокой в вариантах с применением Байкала ЭМ 1 в 0,002-0,005% концентрации, составила 15,4-15,7 т/га или на 4,6-4,9 т/га больше по сравнению с контролем. Большой урожай на делянках с применением препарата связан с возросшим количеством клубней с каждого куста и их большей массой.

**Выводы.** Использование препарата Байкал ЭМ 1 в 0,002–0,005% концентрации повышает урожайность картофеля на 4,6–4,9 т/га.

## Литература

1. Васильев О. А., Чернов А. В., Ильин А. Н. Органическое удобрение в биологическом земледелии // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф., г. Чебоксары, 20-21 октября 2015. Чебоксары : ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2015. С. 60–64.
2. Дмитриев В. Л., Косарев Е. В. Возделывание томатов закрытого грунта по малообъемной гидропонике по сравнению с традиционной [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования : электр. науч. журн. 2015. № 2. Режим доступа: URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20964>. (Дата обращения: 11.10.2017).
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1987. 351 с.
4. Елисева Л. В., Елисеев И. П. Применение лигногумата калия при выращивании сои в Чувашской Республике // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : матер. I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования», посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», с. Соленое Займище, 29 февраля 2016 г. Соленое Займище : ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. С. 2327–2329.
5. Влияние ресурсосберегающей технологии на плодородие серой лесной почвы / А. Н. Ильин, О. А. Васильев, Т. А. Ильина [и др.] // Аграрный научный журнал . 2015. № 7. С. 18–22.
6. Косарев Е. В., Дмитриев В. Л. Влияние препарата Байкал ЭМ 1 на резистентность томата к возбудителю фитофтороза // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села : матер. междунар. науч.-практ. конф. «Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села» (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА), Чебоксары, ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 20-21 октября 2016 г. Чебоксары : ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2016. С. 66–68.
7. Дмитриев В. Л., Косарев Е. В. Влияние препарата «Байкал ЭМ 1» на заболеваемость фитофторозом сортов томата Мондиаль 1 и Ралли // Карантин растений. Наука и практика. 2016. № 3 (17). С. 35–37.
8. Мефодьев Г. А. Особенности изменчивости количественных признаков в клубневых репродукциях картофеля [Электронный ресурс] / Г. А. Мефодьев // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. Режим доступа: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12627> (дата обращения: 05.03.2018)..
9. Чернов А. В., Васильев О. А. Динамика плодородия почв Чувашской Республики // «Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий» : сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф., г. Чебоксары, 05 октября 2017 г. Чебоксары : Чувашская ГСХА, 2017. С. 157–162
10. Чернов А. В., Нестерова О. П., Дмитриев В. Л. Влияние ЭМ-технологии на плодородие серых лесных почв // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 4. С. 78–81.
11. Gu Baohua, Lowe L.E. Studies on the adsorption of boron on humin acids // Can. J. Soil Sci. 1990. Vol. 70. № 3. P. 305–311.
12. Rex B. L., Russel W. A., Wolfe H. R. The effect of seedpiece population and harvest date on yield and economic value of Carlton potatoes in Manitoba // Canad. J. Plant sc. 1989. Vol. 69 № 3. P. 1019–1025.

## THE INFLUENCE OF EFFECTIVE MICROORGANISM (EM) TECHNOLOGY ON THE YIELD CAPACITY OF POTATO

**A. V. Chernov**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
**V. L. Dimitriev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
**S. V. Larkin**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor  
 Chuvash State Agricultural Academy  
 29, Karla Marksa St., Cheboksary, 428003, Russia  
 E-mail: [dimitrieff.vladislaw@yandex.ru](mailto:dimitrieff.vladislaw@yandex.ru)

### ABSTRACT

In 2015-2016 a field experiment was carried out to study the influence of Baikal EM-1 preparation on the yield capacity of potato under the conditions of the Chuvash Republic. Improvement of agrochemical parameters of grey forest soils during the treatment with aqueous solution of Baikal EM-1 indicates the effectiveness of preparation. The Udacha released variety of potato was chosen to investigate the applicability of Baikal EM-1 preparation in the cultivation of potato on gray forest soils. Manure was applied in the dose of 60 t/ha before the autumn deep tillage. Experiment plots were treated with the solution of Baikal EM-1 at a rate of 300 l/ha with 0.001-0.005% concentration. The size of one plot was 25 m<sup>2</sup>. Treatment of plots was carried out in four time frequency. The experimental design was the following: 1. Control variant, 2. Treatment with aqueous solution of

Baikal EM-1 preparation at a concentration of 0.001%, 3. Treatment with aqueous solution of Baikals EM-1 preparation at a concentration of 0.002%, 4. Treatment with aqueous solution of Baikals EM-1 preparation at a concentration of 0.003%, 5. Treatment with aqueous solution of Baikals EM-1 preparation at a concentration of 0.004%, 6. Treatment with aqueous solution of Baikals EM-1 preparation at a concentration of 0.005%. The aim of research was to study the influence of microorganisms on the yield capacity of potato and to establish the effectiveness of Baikals EM-1 preparation. The research results clearly indicate that potato plants on plots with preparation application were taller and had strong stems. The great number of stems per potato plant as well as its wider and longer leaves reflect the emergence of higher photosynthetic potential in the variants with application of Baikals EM-1. Treated plants had no delay in development, their height and more powerful top contributed to the formation of higher tubers yield than in the control variant. The highest yield capacity of potato tubers was observed in the variants with Baikals EM-1 application of 0.002% and 0.005% concentration. The higher yield capacity on the plots with preparation application caused by increase in the number of tubers and their greater mass per each plant.

*Key words: potato, Baikals EM-1 preparation, concentration of treatment solution, height of plant, mass of leaves, yield capacity.*

#### References

1. Vasil'ev O. A., Chernov A. V., Il'in A. N. Organicheskoe udobrenie v biologicheskom zemledelii (Organic fertilizers in biological agriculture), *Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustoichivoe razvitiye APK, mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Cheboksary, 20-21 oktyabrya 2015, Cheboksary, FGBOU VPO ChGSKhA, 2015, pp. 60–64.*
2. Dimitriev V. L., Kosarev E. V. Vozdelyvanie tomatov zakrytogo grunta po maloobyemnoi gidroponike po sravneniyu s traditsionnoi (The cultivation of tomato under cover on small-volume hydrophone compared to traditional one), *Elektronnyi resurs, Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, elektr. zhurn., 2015, No. 2, Rezhim dostupa: URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20964>. (Data obrashcheniya: 11.10.2017).*
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Methods of field experience), Moscow, Agropromizdat, 1987, 351 p.
4. Eliseeva L. V., Eliseev I. P. Primenenie lignogumata kaliya pri vyrashchivaniy soi v Chuvashskoi Respublike (Application of potassium lignohumate in soybean cultivation in the Chuvash Republic), *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoi sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya, mater. I Mezhdunar. nauch.-prakt. Internet-konf. «Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoi sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya», posvyashchennoi 25-letiyu FGBNU «Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya», s. Solenoe Zaimishche, 29 fevralya 2016 g. Solenoe Zaimishche, FGBNU «PNIIAZ», 2016, pp. 2327–2329.*
5. Il'in A. N., Vasil'ev O. A., Il'ina T. A. et al. Vliyaniye resursoberegayushchei tekhnologii na plodorodie seroi lesnoi pochvy (The impact of resource-saving technology on the fertility of gray forest soil), *Agrarnyi nauchnyi zhurnal, 2015, No. 7, pp. 18–22.*
6. Kosarev E. V., Dimitriev V. L. Vliyaniye preparata Baikals EM 1 na rezistentnost' tomatov k vobuditel'nyy fitofitiozoz (Influence of the preparation Baikals EM 1 on tomato resistance to late blight exciter), *Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i sotsial'noi infrastruktury sela, mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i sotsial'noi infrastruktury sela» (posvyashchennoi 85-letiyu FGBOU VO Chuvashskaya GSKhA), Cheboksary, FGBOU VO Chuvashskaya GSKhA, 20-21 oktyabrya 2016 g., Cheboksary, FGBOU VO Chuvashskaya GSKhA, 2016, pp. 66–68.*
7. Dimitriev V. L., Kosarev E. V. Vliyaniye preparata «Baikals EM 1» na zabolevaemost' fitofitiozozom sortov tomatov Mondial' 1 i Ralli (Influence of the drug "Baikals EM 1" on the incidence of late blight tomato varieties Mondial 1 and Rally), *Karantin rasteniy, Nauka i praktika, 2016, No. 3 (17), pp. 35–37.*
8. Mefod'ev G. A. Osobennosti izmenchivosti kolichestvennykh priznakov v klubnevnykh reproduksiyakh kartofelya (Peculiarities of the variability of quantitative traits in tuber reproductions of potatoes), *Elektronnyi resurs, Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2014, No. 2, Rezhim dostupa: URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12627> (data obrashcheniya: 05.03.2018).*
9. Chernov A. V., Vasil'ev O. A. Dinamika plodorodiya pochv Chuvashskoi Respubliki (Dynamics of soil fertility of the Chuvash Republic), *«Agroekologicheskie i organizatsionno- ekonomicheskie aspekty sozdaniya i effektivnogo funktsionirovaniya ekologicheskii stabil'nykh territoriy», sb. mater. Vseross. nauch.-prakt. konf., g. Cheboksary, 05 oktyabrya 2017 g., Cheboksary, 2017, pp. 157–162*
10. Chernov A. V., Nesterova O. P., Dimitriev V. L. Vliyaniye EM-tekhnologii na plodorodie serykh lesnykh pochv (Effect of EM-technology on the fertility of gray forest soils), *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel', 2017, No. 4, pp. 78–81.*
11. Gu Baohua, Lowe L.E. Studies on the adsorption of boron on humin acids, *Can. J. Soil Sci., 1990, Vol. 70, No. 3, pp. 305–311.*
12. Rex B. L., Russel W. A., Wolfe H. R. The effect of seedpiece population and harvest date on yield and economic value of Carlton potatoes in Manitob, *Canad. J. Plant sc., 1989, Vol. 69, No. 3, pp. 1019–1025.*



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ ФУНГИТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА ПОРАЖЕННОСТЬ КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА И ЯЧМЕНЯ В ПРЕДУРАЛЬЕ

**С. В. Чирков**, канд. с.-х. наук, доцент;  
**И. Н. Медведева**, канд. с.-х. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [teatr-2010@yandex.ru](mailto:teatr-2010@yandex.ru)

*Аннотация.* На основе анализа экспериментальных данных трех лет исследований (2011-2013 гг.) представлены сведения о применении азотсодержащих веществ, синтезированных учеными кафедры общей химии Пермского ГАТУ, в качестве регуляторов роста, способствующих повышению урожайности и индуцирующих устойчивость к болезням грибной этиологии на яровых зерновых культурах в условиях Предуралья. В результате проведенных исследований на овсе в условиях Предуралья на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах было установлено, что новые препараты алкамон ДСУ, ПС и БТТМ, ВР следует применять методами обработки семян или комплексным – обработки семян и опрыскивания посева. Их эффективность не уступает разрешенному распространенному фунгициду беномил 500 СП. Новый препарат фунгитоксического действия алкамон ОС-2, ПС, применяемый на ячмене, показал высокую эффективность для сдерживания распространенности и развития корневой гнили гельминтоспориозного типа, что обеспечило повышение его урожайности при комплексном применении приемов обработки семян и опрыскивания посева.

*Ключевые слова:* ячмень, овес, корневые гнили, фунгицид, регулятор роста, урожайность, протравливание, обработка семян, опрыскивание, распространенность и развитие болезней.

**Введение.** В Пермском крае, по данным специалистов ФГБУ «Россельхозцентр», фитосанитарная обстановка остается сложной. Корневые и прикорневые гнили яровых зерновых культур носят характер эпифитотийного развития, и недобор зерна от наиболее распространенных – гельминтоспориозного типа (возбудитель – гриб из группы анаморфных *Bipolaris sorokiniana*) и фузариозного типа (возбудители – грибы из группы анаморфных рода *Fusarium*) достигает 15-40%. Так, в Пермском крае перед посевом 2017 года было обследовано 56525 т семян яровых зерновых культур и только 61% из них были кондиционными. В период вегетации 2017 года было обследовано 15,52 тыс. га посевов яровых зерновых культур. По данным фитосанитарного мониторинга, яровые зерновые культуры, зараженные возбудителями корневых гнилей, были выявлены на площади

12,81 тыс. га при распространенности 13,7% и индексе развития 4,2% [2].

В период вегетации растений возбудители корневых гнилей распространяются конидиями. Гриб развивается при температуре 15°C и относительной влажности воздуха 95...98%. Зимует патоген в виде грибницы и конидий на стерне и опавшем зерне, выдерживая морозы до – 39°C. В почве гриб сохраняется около года.

Болезнь развивается более активно при ослаблении растений в результате длительной засухи (температурный оптимум вредителя 22...26°C), нарушений агротехники, высокого насыщения севооборотов зерновыми злаками, повреждения вредоносными насекомыми (злаковыми мухами), способствующими проникновению инфекции. Проявление болезни в начальный период развития растений обусловлено семенной инфекцией, в более позд-

ний – почвенной. Поражаются все зерновые культуры. Для корневых гнилей наибольший риск определяется сочетанием факторов: восприимчивость сорта, наличие почвенной инфекции, наличие осадков, зерновые предшественники, ранние сроки посева с повышенной нормой высева, глубокий посев, вспашка без оборота пласта или поверхностная обработка почвы [1, 9, 11]

Решение этой проблемы – в снижении недобора зерна из-за низкой полевой всхожести по причине пораженности растений возбудителями корневых гнилей и стресса от неблагоприятных факторов внешней среды. Поэтому предпосевная обработка семян и применение в период вегетации веществ, способных индуцировать у растений устойчивость к инфекции, а также к неблагоприятным факторам внешней среды – наиболее эффективные приемы, способствующие повышению урожайности яровых зерновых культур. Применение фунгицидов в системах защиты сельскохозяйственных культур в настоящее время особенно актуально [10].

Сельхозтоваропроизводителям предлагается большой выбор химических препаратов с высокой биологической эффективностью против головневых болезней, плесневения семян, корневых гнилей различной этиологии, пятнистости листьев, ржавчины [6].

В последние годы существенно расширился ассортимент комбинированных протравителей, содержащих два и более действующих вещества. На основе разных комбинаций известных действующих веществ – тебуконазола, дифеноконазола, тиабендазола, имазалила, флутриафола – созданы высокоэффективные препараты. Их применение дает возможность решить проблему борьбы с корневыми и прикорневыми гнилями зерновых культур, обусловленными инфекциями [7].

Современные протравители, обладая системным действием, защищают зерновые культуры от болезней, распространяющихся через семена, через почву и воздушным путем. Такие протравители действуют не только на поверхности семени и в почве вокруг него, но и, проникая в семя и корневую систему, действуют внутри всего организма растения. При этом резко снижается потребность в опрыскивании посевов фунгицидами, достигается большая экономия их расхода, и в результате обеспечивается значительное снижение экологической опасности. Протравливание семян

позволяет снизить норму высева семян, что дает дополнительный экономический эффект [3].

**Методика.** Экспериментальная работа по изучению новых регуляторов роста, обладающих фунгитоксическим действием, синтезированных на кафедре общей химии Пермского ГАТУ – БТТМ, ВР (бортетраметилтиомочевина) алкамона ДСУ, ПС на посевах овса сорта Улов, была проведена в 2011-2012 годах на дерново-подзолистой почве. В качестве эталона здесь использовали разрешенный на территории РФ фунгицид – беномил 500, СП. Препараты применяли методами: обработка семян, опрыскивание посева и комплекс этих приемов [4, 5].

В 2012-2013 гг. на ячмене изучали эффективность препарата алкамон ОС-2, ПС, где объектом изучения был районированный в Пермском крае сорт интенсивного типа Биос 1, эффективность которого оценивали в сравнении с разрешенным регулятором – альбитом, ТПС. Препараты применяли методами обработки семян и опрыскивания посева, а также их комплексного использования. Опрыскивание посева проводили в фазе кущения.

Для определения фитосанитарного состояния посевов овса и ячменя на поражённость их корневыми гнилями проводили наблюдения с использованием шкалы поражённости в баллах (5-балльная система) и расчеты распространённости и развития болезней.

Распространённость болезни рассчитывали по формуле:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \%,$$

где P – распространённость болезни, %;  
n – количество больных растений в пробе;  
N – общее количество растений в пробе.

Развитие болезни (%) рассчитывали по формуле:

$$R = \frac{\sum (a \cdot b)}{N \cdot K} * 100, \%,$$

где R – развитие болезни, %;  
a – число больных растений;  
b – соответствующий балл поражения;  
N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных);  
K – высший балл шкалы учета (4 балла).

Агротехника соответствовала научной системе земледелия, разработанной для условий Пермского края: обработка почвы – зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя, ранневесеннее боронование и предпосевная культивация на глубину 8-10 см; применение минераль-

ных удобрений – из расчета NPK по 60, вносимых под предпосевную культивацию.

Метеорологические условия в годы проведения исследований складывались по-разному. Так, 2011 и 2012 годы были неблагоприятными по увлажнению, в мае-августе осадки превышали среднестатистические нормы и носили затяжной характер, средняя температура воздуха была близка к норме, а 2013 год характеризовался сухой и жаркой погодой в мае-июне и умеренно теплой и влажной – в августе, что отрицательно отра-

зилось на формировании урожайности, повлияло на развитие корневых гнилей.

**Результаты.** В исследованиях фитосанитарного состояния посевов овса сорта Улов было установлено, что он поражен возбудителями обыкновенной корневой гнили (анаморфный гриб *Bipolaris sorokiniana*) на протяжении всего периода вегетации 2011г. и 2012 г. Ее учет и анализ проводили в периоды: всходы – кущение, колошение и перед уборкой (табл. 1).

Таблица 1

Влияние препаратов и приемов защиты овса на распространенность (Р) и развитие (R) корневой гнили,%, среднее за 2011-2012 гг.

Прием защиты	Фаза развития			
	колошение		созревание зерна	
	Р	R	Р	R
Контроль (без обработки)	10,00	3,89	17,22	9,58
Протравливание беномилом 500, СП	8,34	3,75	23,33	9,31
Протравливание и опрыскивание беномилом 500, СП	7,78	3,61	14,11	7,92
Обработка семян алкамоном ДСУ, ПС	8,07	2,92	14,56	6,58
Обработка семян и опрыскивание алкамоном ДСУ, ПС	8,32	2,50	15,11	5,28
Обработка семян БТТМ, ВР	8,44	2,92	15,11	7,08
Обработка семян и опрыскивание БТТМ, ВР	6,11	1,81	15,56	8,47
НСР <sub>05</sub>	2,25	0,96		

В период «всходы-кущение» распространенности корневой гнили не отмечалось. В фазе колошения овса распространенность корневых гнилей была в пределах экономического порога вредоносности (ЭПВ 10-15%). На всех исследуемых вариантах отмечена тенденция сдерживания распространённости корневых гнилей по отношению к контролю (НСР<sub>05</sub> 2,25). Однако, существенное снижение распространенности было выявлено в варианте с применением комплексного приема обработка семян и опрыскивание БТТМ, ВР (6,11%).

На развитие болезни в период колошения варианты с различной формой применения алкамона ДСУ, ПС и БТТМ, ВР оказали существенное влияние на снижение данного показателя в интервале от 1,81% – в варианте с обработкой семян и опрыскиванием БТТМ, ВР до 2,92% – в варианте с обработкой семян алкамоном ДСУ, ПС по отношению к контрольному варианту (НСР<sub>05</sub> 0,96).

В период созревания зерна распространенность корневых гнилей превышала экономический порог вредоносности во всех схемах защиты. Минимальные значения отмечались в вариантах с протравливанием и опрыскиванием беномилом 500, СП (14,11%) и обработке

семян алкамоном ДСУ, ПС (14,56%). Развитие корневых гнилей в период созревания зерна находилось в интервале от 5,28 до 9,31%.

Проведенные исследования показали, что новые препараты обладают фунгитоксическим действием, которое достигает максимального эффекта к концу срока вегетации.

Новые препараты обеспечивают получение прибавки урожайности как при обработке семян, так и при комплексном применении.

Использование новых синтезируемых препаратов алкамон ДСУ, СП и БТТМ, ВР в различных формах применения показали наилучшие результаты по сравнению с контрольным вариантом (без обработки). Максимальную прибавку урожайности обеспечило применение алкамона ДСУ, ПС при обработке семян и опрыскивании – 0,37 т/га по отношению к контролю (НСР<sub>05</sub> 0,29) (табл. 2).

Исследования, проведенные на ячмене, показали, что полевая всхожесть варьировала от 57% до 72%, наибольшую всхожесть обеспечил экспериментальный препарат алкамон ОС-2, ПС, примененный методом обработки семян, который обеспечил увеличение полевой всхожести на 26% по сравнению с вариантом без протравливания [8].

Таблица 2

Влияние приемов защиты на урожайность зерна овса, среднее за 2011-2012 гг.

Прием защиты	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Контроль (без обработки)	3,35	-	-
Протравливание беномилом 500, СП	3,63	0,28	8
Протравливание и опрыскивание беномилом 500, СП	3,64	0,29	9
Обработка семян алкамоном ДСУ, ПС	3,71	0,36	11
Обработка семян и опрыскивание алкамоном ДСУ, ПС	3,72	0,37	11
Обработка семян БТТМ, ВР	3,69	0,34	10
Обработка семян и опрыскивание БТТМ, ВР	3,70	0,35	10
НСР <sub>05</sub>	0,29		

Экспериментальный препарат алкамон ОС-2, ПС обеспечил повышение урожайности ячменя Биос 1 при использовании в комплексе приемов обработки семян и опрыскивания на 0,49 т/га по сравнению с контролем (без обработки). Урожайность ячменя в этом варианте

составила 3,35 т/га. Отдельные приемы обработка семян и опрыскивание алкамоном ОС-2, ПС обеспечили тенденцию увеличения урожайности – 3,03 т/га и 2,91 т/га соответственно по сравнению с вариантом без обработки (табл. 3).

Таблица 3

Влияние препаратов фунгитоксического действия на урожайность ячменя, 2012-2013 гг.

Приём защиты	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Без обработки (контроль)	2,86	-	-
Обработка семян алкамоном ОС-2, ПС	3,03	+ 0,17	+ 6
Опрыскивание алкамоном ОС-2, ПС	2,91	+ 0,05	+ 2
Обработка семян и опрыскивание алкамоном ОС-2, ПС	3,35	+ 0,49	+ 17
НСР <sub>05</sub>		0,26	

В 2012-2013 годах были выполнены обширные исследования фитосанитарного состояния посевов ячменя сорта Биос 1 на пораженность его возбудителями корневых гнилей. Определяли распространенность или частоту встречаемости болезней (Р,%) и индекс развития болезней (Ирб,%) в следующие периоды:

1. Всходов – первичных корней (ПК), coleoptиле (К), влагища прикорневых листьев (ВПЛ).

2. Выхода в трубку и восковой спелости - первичных корней (ПК), вторичных корней (ВК), эпикотилиа (Э) и основания стебля (ОС).

3. Колошения - первичных корней (ПК), вторичных корней (ВК), эпикотилиа (Э) и основания стебля (ОС).

4. Восковой спелости - первичных корней (ПК), вторичных корней (ВК), эпикотилиа (Э) и основания стебля (ОС).

Распространенность корневых гнилей варьировала в разные периоды роста и развития ячменя на органах-рецепторах (табл.4).

Прием защиты ячменя – обработка семян алкамоном ОС-2, ПС – обеспечил тенденцию к

снижению распространенности корневой гнили в период всходов на coleoptиле на уровне 8%, первичные корни и влагища листьев не поражались. В фазе выхода в трубку распространенность болезни на основании стебля была наименьшей также в этом варианте и составила 13% (табл. 4).

В фазе колошения тенденция к снижению распространенности корневой гнили оказалась наименьшей в варианте комплексного использования приемов защиты алкамоном ОС-2, ПС, при которых первичные корни были поражены на 11%, вторичные корни – на 7%, эпикотиль – на 52%, основание стебля – на 57%. В фазе восковой спелости больше всего поражались эпикотиль и основание стебля (52 и 60% соответственно), не поражались вторичные корни, первичные корни – слабо (16%).

Положительную динамику в снижении распространенности гнили показал вариант защиты с комплексным использованием приемов обработки альбитом, ТПС в фазе восковой спелости.

Таблица 4

Распространенность корневых гнилей на разных органах-рецепторах ячменя сорта Биос 1 в зависимости от препарата и приема защиты, Р, %

Фаза развития		Прием защиты						
		без обработки (К)	обработка семян альбитом, ТПС	опрыскивание посева альбитом, ТПС	обработка семян и опрыскивание посева альбитом, ТПС	обработка семян алкамоном ОС-2, ПС	опрыскивание посева алкамоном ОС02,ПС	обработка семян и опрыскивание посева алкамоном ОС-2, ПС
Всходы	Рпк	0	0	-	-	0	-	-
	Рк	14	10	-	-	8	-	-
	Рвпл	0	0	-	-	0	-	-
Выход в трубку	Рпк	33	25	-	-	13	-	-
	Рвк	35	23	-	-	18	-	-
	Рэ	36	29	-	-	27	-	-
	Рос	62	42	-	-	45	-	-
Колошение	Рпк	22	11	11	10	9	14	11
	Рвк	32	13	22	13	8	15	7
	Рэ	75	68	70	62	55	63	52
	Рос	77	70	71	63	62	73	57
Восковая спелость	Рпк	25	15	29	12	15	17	16
	Рвк	1	0	0	0	0	0	0
	Рэ	77	72	76	50	54	67	52
	Рос	76	74	68	78	71	79	60

Индекс развития болезни (Ирб,%) корневых гнилей варьировал в разные фазы развития ячменя (табл. 5).

Таблица 5

Влияние приемов защиты на развитие корневых гнилей на разных органах-рецепторах ячменя сорта Биос 1, Ирб,%

Фаза развития		Прием защиты						
		без обработки (К)	обработка семян альбитом, ТПС	опрыскивание посева альбитом, ТПС	обработка семян и опрыскивание посева альбитом, ТПС	обработка семян алкамоном ОС-2, ПС	опрыскивание посева алкамоном ОС02,ПС	обработка семян и опрыскивание посева алкамоном ОС-2, ПС
Всходы, Ирб%	пк	0	0	-	-	0	-	-
	к	3,6	2,6	-	-	2,2	-	-
	впл	0	0	-	-	0	-	-
Выход в трубку, Ирб%	пк	10,5	8,6	-	-	4,3	-	-
	вк	9,3	7,5	-	-	6,1	-	-
	э	10,3	8,8	-	-	8,1	-	-
	ос	22,5	13,3	-	-	14,9	-	-
Колошение, Ирб%	пк	6,5	3,3	5,0	4,0	3,5	5,3	3,0
	вк	8,8	2,5	4,5	2,5	2,0	5,0	2,3
	э	26,5	21,3	23,0	16,0	15,5	17,8	14,0
	ос	28,3	24,5	18,3	20,8	20,5	24,5	16,8
Восковая спелость, Ирб%	пк	10,0	5,0	8,5	4,5	4,8	7,0	4,5
	вк	2,0	0	0	0	0	0	0
	э	30,0	23,5	22,5	17,5	18,0	23,3	13,8
	ос	29,0	19,5	21,5	18,0	21,0	24,0	18,0

В фазе всходов обработка семян алкамоном ОС-2, ПС обеспечила низкий уровень индекса развития болезни на coleoptile (Ирбк-2,2%). В фазе выхода в трубку здесь также был эффективный результат: Ирб первичных корней

составил 4,3%, Ирб вторичных корней – 6,1%, Ирб эпикотили— 8,1%, Ирб основание стебля – 14,9%. В фазе колошения самые низкие показатели индекса развития болезни корневых гнилей были при применении комплекса приемов за-

щиты алкамоном ОС-2, ПС: Ирб первичных корней –3,0%, Ирб вторичных корней – 2,3%, Ирб эпикотилия – 14,0%, Ирб основания стебля – 16,8%. В фазе восковой спелости тенденция к снижению индекса развития болезни в этом варианте сохранилась.

Новые регуляторы роста – азотсодержащий препарат БТТМ, ВР, алкамон ДСУ, ПС и алкамон, ОС-2, ПС – показали высокую эффективность в защите яровых зерновых культур (овес сорта Улов и ячмень сорта Биос 1) от корневых гнилей.

**Выводы.** 1. Новые препараты – БТТМ, ВР и алкамон ДСУ, ПС были эффективнее в сдерживании развития болезни (1,81 – 2,92%) по отношению к контролю при обработке семян и при комплексном применении приемов на овсе от корневой гнили.

2. Наибольшую прибавку урожайности овса сорта Улов обеспечил вариант с опрыскиванием и обработкой семян алкамоном ДСУ, ПС – 0,37 т/га по отношению к контролю. Препарат алкамон ОС-2, ПС обеспечил повышение урожайности ячменя Биос 1 при комплексе приемов на 0,49 т/га по сравнению с контролем (без обработки). Урожайность ячменя в этом варианте составила 3,35 т/га.

3. Обработка семян алкамоном ОС-2, ПС обеспечила тенденцию снижения распространенности корневой гнили в фазе всходов на колеоптиле на уровне 8%, первичные корни и влагалища листьев не поражались. В фазе выхода в трубку распространенность болезни на основании стебля была минимальной также в этом варианте и составила 13%.

#### Литература

1. Антонова В. П. Вредители полевых культур. Кишинев, Картя молдовеняскэ, 1977. - 115 с.
2. Брошюра производственной деятельности филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Пермскому краю и прогноз на 2017 год распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Пермском крае и меры борьбы с ними // Брошюра подготовлена под руководством А. И. Широкова. Пермь, 2017. 7 с.
3. Глазков А. Е., Донскова Н. М. Здоровые семена – гарант высокого урожая // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 24–26.
4. Пат. 2179806 Российская Федерация, С17А01N59/14, 47/28. Стимулятор роста яровой пшеницы / Н. Н. Яганова, В. Д. Пак, И. Н. Медведева, В. П. Медведев; заявитель и патентообладатель Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова. № 2000116861/04; заявл. 26.06.2000; опубл. 27.02.2002. Бюл. № 6.
5. Пат. 2235465 Российская Федерация, С17А01N, 33/08. Протравитель семян яровой пшеницы / Н. Н. Яганова, В. Д. Пак, И. Н. Медведева, С. О. Калинин; заявитель и патентообладатель Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова. №2003107458/04; заявл. 18.03.2003, опубл. 10.09.2004. Бюл. № 25.
6. Семьнина Т. В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами // Защита и карантин растений. 2012. № 2. С. 20–23.
7. Семьнина Т. В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 19-21.
8. Скородумов Н. Ю., Медведева И. Н. Эффективность применения регуляторов роста фунгитоксического действия в сочетании с различными предпосевными обработками почвы против корневых гнилей ячменя в Предуралье // Наука и технологии в современном обществе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 2-х ч. Часть I. Уфа : РИО ИЦИПТ, 2017. С. 148–154.
9. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (Болезни растений) / С. С. Санин, В. И. Черкашин, Л. Н. Назарова, Е. А. Соколова. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2002. 140 с.
10. Hofman V. Fruher Schutz furs Getreide // Neue Landwirtschaft. 2011. N 3. S. 42–46.
11. Lemanczyk G. The problem of root and stem base health of oat (*Avena sativa* L.) cultivated in mixture with spring rye (*Secale cereal* L.) // J. of plant protection research / Inst. Of plant protection, Polish acad, of science. Poznan-Warsaw. 2010. Bd. 50, N 3. S. 398–401.

## COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF NEW AND TRADITIONAL PREPARATIONS OF FUNGI-TOXIC ACTION ON ROOT ROT AND YIELD CAPACITY OF OAT AND BARLEY IN THE PREDURALIE

**S. V. Chirkov**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor; **I. N. Medvedeva**, Cand. Agr. Sci., Professor, FSBEI HE Perm SATU  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [teatr-2010@yandex.ru](mailto:teatr-2010@yandex.ru)

#### ABSTRACT

The article presents the information based on experimental data analysis of 2011-2013 research about the application of nitrogen containing substances synthesized by scientists of General Chemistry Department at the Perm SATU. These substances were applied as a growth regulator that increase the yield capacity and stimulate the resistance to fungus diseases of spring cereal crops in the Preduralie.

The research was carried out on oat cultivated on sod-podzolic, heavy loamy soil. It was established that new preparations such as “Alkamonium DSU, PS” and “Alkamonium BTM, VR” should be applied by disinfection or mixed method - disinfection and spraying. Their effectiveness does not concede an authorized common fungicide “Benomyl 500 SP”. Being applied to barley, a new preparation of fungi-toxic action “Alkamonium OS-2, PS” performed a high effectiveness for spread and progressing inhibition of root rot of *Helminthosporium* type; this led to increase in the yield capacity of barley under disinfection and spraying mixed methods.

*Key words; barley, oat, root rot, fungicide, growth regulator, yield capacity, disinfection, spraying, disease spread and progressing.*

#### References

1. Antonova V. P. Vrediteli polevykh kul'tur (Pests of field crops), Kishinev, 1977, 37 p.
2. Broshyura proizvodstvennoi deyatel'nosti filiala FGBU «Rossel'khoztsentr» po Permskomu kraiu i prognoz na 2017 god rasprostraneniya vreditel'ei i boleznei sel'sko-khozyaistvennykh kul'tur v Permskom krae i mery bor'by s nimi (Pamphlet of production activity of the branch FSBI “Rosselkhoztsentr” in Perm Krai and projections for 2017 about spread of pests and diseases of agricultural crops in Perm Krai and measures for its prevention), Broshyura podgotovlena pod rukovodstvom A. I. Shirokova, Perm', 2017, 7 p.
3. Glazkov A. E., Donskova N. M. Zdorovye semena – garant vysokogo urozhaya (Wellness of seeds - guarantee of high yield), Za-shchita i karantin rastenii, 2013, No. 8, pp. 24–26.
4. Yaganova N. N., Pak V. D., Medvedeva I. N., Medvedev V. P. Pat. 2179806 Rossiiskaya Federatsiya, S17A01N59/14, 47/28. Stimulyator rosta yarovoi pshenitsy (Growth stimulator of spring wheat), zayavitel' i patentoobladatel' Permskaya gos. s.-kh. akad. im. akad. D. N. Pryanishnikova, No. 2000116861/04, zayavl. 26.06.2000, opubl. 27.02.2002, Byul. No. 6.
5. Yaganova N. N., Pak V. D., Medvedeva I. N., Kalinin S. O. Pat. 2235465 Rossiiskaya Federatsiya, S17A01N, 33/08, Protravitel' semyan yarovoi pshenitsy (Disinfectants of spring wheat seeds), zayavitel' i patentoobladatel' Permskaya gos. s.-kh. akad. im. akad. D. N. Pryanishnikova, No.2003107458/04, zayav. 18.03.2003, opubl. 10.09.2004, Byul. No. 25.
6. Semynina T. V. Osobennosti infitsirovaniya semyan zernovykh kul'tur patogenami (Peculiarities of cereal crops infection by pathogen agents), Zashchita i karantin rastenii, 2012, No. 2, pp. 20–23.
7. Semynina T. V. Kachestvo semyan ne pozvolyaet ekonomit' na protravlivanii (Grain quality does not allow to save costs on disinfection), Zashchita i karantin rastenii, 2013, No. 8, pp. 19–21.
8. Skorodumov N. Yu., Medvedeva I. N. Effektivnost' primeneniya regulyatorov rosta fungitoksicheskogo deistviya v sochetanii s razlichnymi predposevnymi obrabotka-mi pochvy protiv kornevykh gnilei yachmenya v Predural'e (Effectiveness of fungitoxic growth regulator combined with various pre-seeding tillages against root rot of oat in the Pre-Ural), Nauka i tekhnologii v sovremenennom obshchestve, materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., v 2-kh ch., Chast' I, Ufa, RIO ITsIPT, 2017, pp. 148–154.
9. Sanin S. S., Cherkashin V. I., Nazarova L. N., Sokolova E. A. Fitosanitarnaya ekspertiza zernovykh kul'tur (Bolezni rastenii) (Phyto-sanitary examination of cereal crops (Plant diseases)), Moscow, FGNU «Rosinformagrotekh», 2002, 140 p.
10. Hofman B. Fruher Schutz furs Getreide, Neue Landwirtschaft, 2011, N 3, pp. 42–46.
11. Lemanczyk G. The problem of root and stem base health of oat (*Avena sativa* L.) cultivated in mixture with spring rye (*Secale cereal* L.), J. of plant protection research, Inst. Of plant protection, Polish acad, of science, Poznan-Warsaw, 2010, Bd. 50, N 3, pp. 398–401.

---

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.5.085

### КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ СОРБЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Д. М. Галиев, аспирант,  
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ,  
ул. Карла Либкнехта, д. 42, г. Екатеринбург, Россия, 620075  
E-mail: [danigaliev@gmail.com](mailto:danigaliev@gmail.com)

*Аннотация.* В статье рассматриваются результаты двух опытов по включению кормовых добавок с сорбционными свойствами – Карбитокс и БШ, по различным схемам, проведенным в условиях ОАО «Птицефабрика «Среднеуральская» Свердловской области. Оба эксперимента проведены по аналогичной методике. Контрольная группа не получала кормовую добавку. В 1-й опытной группе дозировка кормовой добавки была постоянна и соответствовала рекомендациям производителей в течение всего периода их ввода. В 2-й и 3-й опытных группах дозировка кормовой добавки постепенно снижалась к концу выращивания. По результатам первого эксперимента, Европейский индекс продуктивности (ЕИП) в 1, 2 и 3 опытных группах был выше, чем в контрольной группе соответственно на 3; 15 и 16 единиц. Во втором эксперименте птица 1, 2 и 3 опытных групп по данному показателю превышала контрольных аналогов на 23,8; 21,8 и 22,4 единиц соответственно. По результатам двух опытов можно заключить, что схемы применения энтеросорбентов Карбитокс и БШ в кормлении цыплят-бройлеров, в которых идет постепенное снижение дозы ввода кормовой добавки в состав комбикорма, не уступали, либо оказывались даже более выгодными, чем схемы, в которых количество изучаемых препаратов было постоянно на одном уровне в течение периода выращивания. При этом достигается более экономичное расходование кормовых добавок.

*Ключевые слова:* цыплята-бройлеры, энтеросорбенты, продуктивность, европейский индекс продуктивности, экономическая эффективность

**Введение.** В кормлении сельскохозяйственных животных, в особенности мясной птицы, повсеместно используются кормовые добавки. Как правило, они обладают высоким биологическим действием на организм животных, даже в микродозировках, что подтверждается рядом исследований [1-8]. Но при этом их стоимость на рынке достаточно высока, и прослеживается тенденция её возрастания. Одним из видов кормовых добавок являются энтеросорбенты. Они применяются для снижения влияния ксенобиотиков комбикорма на продуктивность и здоровье птицы [9;10].

Как правило, в рекомендациях производителей энтеросорбентов доза введения препарата, в зависимости от условий (в частности, наличия ксенобиотиков в кормах), указывается на весь период выращивания, однако в разные технологические фазы возможно включение препарата в неодинаковых дозировках. На основе этого была видвинута гипотеза,

согласно которой, возможно снижение общего количества кормовой добавки, расходуемое на выращивание, при сохранении положительного эффекта от её применения.

*Целью работы* являлось изучение влияния на продуктивные показатели цыплят-бройлеров кормовых добавок сорбционного действия Карбитокс и БШ, вносимых в комбикорм в соответствии с фазой выращивания птицы.

Кормовая добавка Карбитокс представляет собой комплексный препарат, содержащий минеральные и органические сорбенты с пробиотической составляющей. Эффективность ее применения в дозировке 0,5 г на 1 кг корма в течение всего периода выращивания показана в исследовании Е. В. Шацких и О. В. Зеленской (2012 г.). Авторами установлено, что среднесуточный прирост цыплят под влиянием дополнительного кормового фактора за период откорма был выше, чем у контрольных аналогов на 6,4% [11].



БШ (торговое название «БШ-ВИТ») представляет собой минеральную кормовую добавку на основе нейтрализованного белого шлама, обогащенную йодом 0,2%. В БШ содержится 22,63% оксида кремния, примерно 17,0% оксида натрия, около 30% оксида алюминия и др. элементы. Полости, образуемые алюмосиликатами, обуславливают адсорбционные и ионообменные свойства кормовой добавки. Ранее проведенными исследованиями по включению этого препарата в рацион цыплят-бройлеров [12-14] доказано, что он способствует увеличению продуктивности птицы.

**Методика.** Экспериментальная часть работы осуществлялась в производственных условиях ОАО «Птицефабрика «Среднеуральская», объектом исследований являлись цыплята-бройлеры кросса Росс 308.

Формирование подопытных групп птицы, а также научные основы исследования осуществлялись в соответствии с рекомендуемыми методиками ФНЦ «ВНИТИП» РАН (2013) [15].

Для исследований были отобраны цыплята-бройлеры со средней живой массой 43 грамма. Из них было сформировано по 4 группы для каждого из опытов. В каждой группе было по 160 голов, из которых 80 курочек и 80 петушков. Эксперименты продолжались в течение всего периода выращивания.

Кормление осуществлялось рационами, принятыми на предприятии в период проведения опытов. Кормление фазовое, делилось на четыре периода: старт (1-10 дней), рост 1 (11-20 дней), рост 2 (21-30 дней), финиш (от 31 дня до конца выращивания).

Схема проведения первого опыта по включению кормовой добавки Карбитокс в рацион цыплят-бройлеров представлена в таблице 1. Контрольная группа получала основной рацион. Опытные группы дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку Карбитокс в различных дозировках в зависимости от периода выращивания.

Таблица 1

Схема проведения первого опыта

Группа	Голов	Старт	Рост 1	Рост 2	Финиш
Контрольная	160	Основной рацион (ОР)	ОР	ОР	ОР
Опытная 1	160	ОР	ОР+Карбитокс 1 кг/т корма	ОР+Карбитокс 1 кг/т корма	ОР+Карбитокс 1 кг/т корма
Опытная 2	160	ОР	ОР+Карбитокс 1 кг/т корма	ОР+Карбитокс 0,75 кг/т корма	ОР+Карбитокс 0,5 кг/т корма
Опытная 3	160	ОР	ОР+Карбитокс 1,5 кг/т корма	ОР+Карбитокс 1 кг/т корма	ОР+Карбитокс 0,5 кг/т корма

Схема проведения второго опыта, по включению кормовой добавки БШ (торговое название «БШ-ВИТ») в рацион цыплят-бройлеров, показана в таблице 2. Контрольная группа получала основной рацион. Опытные группы дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку БШ в различных

дозировках в зависимости от периода выращивания.

Полученные данные статистически обработаны с помощью ПК и Microsoft Excel с использованием методик биометрического анализа по Н.А. Плохинскому. Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ ;  $P \leq 0,001$ .

Таблица 2

Схема проведения второго опыта

Группа	Голов	Старт	Рост 1	Рост 2	Финиш
Контрольная	160	Основной рацион (ОР)	ОР	ОР	ОР
Опытная 1	160	ОР+БШ 2 кг/т корма	ОР + БШ 2 кг/т корма	ОР+БШ 2 кг/т корма	ОР+БШ 2 кг/т корма
Опытная 2	160	ОР+БШ 2,5 кг/т корма	ОР + БШ 2 кг/т корма	ОР + БШ 1 кг/т корма	ОР+БШ 0,5 кг/т корма
Опытная 3	160	ОР	ОР + БШ 2,5 кг/т корма	ОР + БШ 1,5 кг/т корма	ОР + БШ 0,5 кг/т корма

**Результаты.** В результате проведения первого опыта по применению кормовой до-

бавки Карбитокс в зависимости от дозировок затрачено различное количество кормовой

добавки. Первая опытная группа получала кормовую добавку Карбитокс в дозировке 1 кг на тонну корма (согласно рекомендации производителя) с 11 дней и до конца периода выращивания (таблица 1). При этом на выращивание одного цыпленка-бройлера в 1-й опытной группе было израсходовано 3,2 г кормовой добавки Карбитокс, во 2-й опытной группе – 2,2 г на голову, что меньше, чем в 1-й опытной на 32,08%, в 3-ей опытной группе – 2,8 г на голову, что на 12,69% меньше, чем в 1-й опытной группе.

В таблице 3 показаны результаты выращивания цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки Карбитокс в различных дозировках.

В конце откорма (38 дней) живая масса бройлеров 1, 2 и 3 опытных групп была соответственно выше контрольных значений на 3,76 ( $P \leq 0,01$ ); 1,28 и 1,92 ( $P \leq 0,05$ )%. Абсолютный прирост живой массы у цыплят контрольной группы составил за период откорма 1959,9 г. Первая, вторая и третья опытные группы бройлеров превосходили контрольные значения по данному показателю на 3,8; 1,3 и 2,0% соответственно.

Учет сохранности поголовья свидетельствовал, что более высоким, либо же наравне с контролем, данный показатель был во 2-й и 3-ей опытных группах птиц, получавших Карбитокс по схеме снижения дозы его введения в комбикорм к концу откорма. При вводе препарата в дозировке 1 кг/т комбикорма с 11-го по 38-й день выращивания отмечено снижение сохранности по сравнению с контролем на 5%.

В течение всего периода выращивания затраты корма на 1 кг прироста живой массы цыплят-бройлеров были примерно одинаковыми. Однако во всех опытных группах расход корма был ниже, по сравнению с контролем.

Для оценки эффективности выращивания цыплят-бройлеров был рассчитан европейский индекс продуктивности (ЕИП). Этот показатель применяют в мировой практике для оценки продуктивных качеств цыплят-бройлеров.  $ЕИП = \text{Живая масса(кг)} \times \text{сохранность (\%)} / \text{срок откорма(дней)} / \text{конверсия корма(кг)} \times 100\%$ . Считается, что ЕИП должен быть на уровне 300 единиц.

Таблица 3

Результаты первого опыта ( $M \pm m$ ;  $n=160$ )

Показатели	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Живая масса цыплят-бройлеров в 38 дней, г	2002,9 ±12,65	2078,3 ±12,74***	2028,5 ±13,63	2041,4 ±13,16*
Абсолютный прирост, г	1959,91	2035,32	1985,46	1998,45
Сохранность поголовья, %	98,13	93,13	99,38	98,13
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,69	1,65	1,65	1,64
Европейский индекс продуктивности. единиц	306	309	321	322
Дополнительный доход на 1 посаженную голову, руб.		2,03	3,52	3,49

Примечание: здесь и далее степень достоверности \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ ; \*\*\* $P \leq 0,001$  по сравнению с контрольной группой.

В контрольной группе ЕИП составлял 306 единиц, в 1-й, 2-й и 3-ей опытных группах наблюдалось превышение значения контрольных показателей соответственно на 3; 15 и 16 единиц. Первая опытная группа уступала 2-й и 3-ей опытным группам ввиду более низкой сохранности поголовья.

Дополнительный доход на одну голову посаженного бройлера от введения кормовой добавки Карбитокс, составил в 1-й опытной группе – 2,03 рубля; во 2-й опытной группе – 3,52 рубля и в 3-ей опытной группе – 3,49 рубля.

В результате проведения второго опыта, в зависимости от его схемы, затрачено различ-

ное количество кормовой добавки БШ. Первая опытная группа получала кормовую добавку в дозировке 2 кг на тонну корма, согласно рекомендациям производителя. Количество изучаемого препарата, затраченное в 1-й опытной группе на выращивание одного цыпленка-бройлера, составило 6,54 г. Во 2-й и 3-ей опытных группах расход кормовой добавки составлял 3,69 и 3,9 г/гол, что на 43,6 и 40,4% меньше, чем в 1-й опытной группе.

Продуктивные показатели бройлеров, полученные в ходе проведения второго опыта, представлены в таблице 4.

Результаты второго опыта (M±m; n=160)

Показатели	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Живая масса цыплят-бройлеров в 38 дней, г	1952,29± 15,73	1991,85± 15,2	1991,47± 16,83	2008,94± 16,71*
Абсолютный прирост, г	1909,29	1948,85	1948,47	1965,94
Сохранность поголовья, %	96,2	99,4	97,5	98,1
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,73	1,68	1,66	1,68
ЕИП	286,7	310,5	308,5	309,1
Дополнительный доход на 1 посаженную голову, руб.	-	6,67	4,92	7,25

В конце периода выращивания (38 дней) бройлеры 1-й и 2-й опытных групп превышали по живой массе контроль на 2,0%, а бройлеры 3-ей опытной группы – на 2,9% (P≤0,05). Абсолютный прирост живой массы у цыплят контрольной группы составил за период откорма 1909,29 г. Первая, вторая и третья опытные группы бройлеров превосходили контрольные значения по данному показателю на 2,1; 2,1 и 3,0% соответственно.

Оценка сохранности поголовья птицы свидетельствовала о том, что в 1-й, 2-й и 3-ей опытных группах данный показатель был выше контроля на 3,2; 1,3 и 1,9% соответственно.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы во всех опытных группах бройлеров были ниже контрольного значения на 3,0-4,2%.

Европейский индекс продуктивности в контрольной группе был на уровне 286,7 единицы. При этом данный показатель, полученный в 1-й, 2-й и 3-ей опытных группах, был выше, чем в контроле на 23,8; 21,8 и 22,4 единицы соответственно.

Дополнительный доход на одну голову посаженного бройлера от введения минеральной кормовой добавки БШ составил в 1-й опытной группе 6,67 рубля; во 2-й опытной

группе – 4,92 рубля и в 3-ей опытной группе – 7,25 рубля.

**Выводы.** Применение кормовых добавок Карбитокс и БШ по выбранным схемам способствует увеличению основных продуктивных показателей цыплят-бройлеров, что, в конечном счете, влияет на эффективность всего производства.

Кормовую добавку Карбитокс рекомендуется включать в рацион цыплят-бройлеров с 11-го дня выращивания после скормливания стартерного комбикорма по схемам 2-й и 3-ей опытных групп.

Кормовую добавку БШ целесообразно включать в рацион цыплят-бройлеров по схеме 3-й опытной группы.

По результатам двух опытов можно заключить, что схемы применения энтеросорбентов Карбитокс и БШ в кормлении цыплят-бройлеров, в которых идет постепенное снижение дозы ввода кормовой добавки в состав комбикорма, не уступали, либо оказывались даже более выгодными, чем схемы, в которых количество изучаемых препаратов было постоянно на одном уровне в течение периода выращивания. При этом достигается более экономичное расходование кормовых добавок.

**Литература**

1. Дроздова Л. И., Шацких Е. В. Сравнительная морфология иммунных органов цыплят-бройлеров при воздействии в ранний постэмбриональный период разными препаратами селена и йода // Аграрный вестник Урала. 2009. № 7 (61). С. 73–75.
2. Маслюк А. Н. Влияние никотиновой кислоты на морфофункциональное состояние органов иммунитета пестушков-бройлеров // Аграрный Вестник Урала. 2011. № 12-1. С. 38–40.
3. Овчинников А. А., Лакомый А. Продуктивность цыплят-бройлеров при использовании в рационе биологически активных добавок // Современная наука – агропромышленному производству : Сб. материалов Междунар. науч.-практ. Конф., посвящ. 135-летию первого среднего уч. заведения Зауралья – Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2014. С. 128–131.
4. Рогозинникова И. В. Органический источник меди в кормлении цыплят-бройлеров – альтернатива неорганической соли // Материалы междунар. науч.-практ.конф. «Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства», посвящённой памяти члена-корреспондента РАН В.И. Левахина. Оренбург : Всероссийский науч.-исследовательский институт мясного скотоводства, 2016. С. 171–174.
5. Шацких Е. В. Органический подкислитель «Клим» в кормлении цыплят-бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2015. № 10. С. 45–48.
6. Шацких Е. В., Рогозинникова И. В. Органический источник меди в кормлении бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2010. № 9-10. С. 69–71.
7. Шацких Е. В., Латыпова Е. Н. Влияние антистрессовых препаратов на развитие молодняка родительского стада // Птицеводство. 2014. № 1. С. 22–27.
8. Shatskikh E. V. et al. Epigenetic effects of an antioxidant composition in layer breeder diet // Proc. XXV World's Poultry Congress. Beijing, China. 2016. С. 5

9. Huwig A. et al. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents // Toxicology letters. 2001. Т. 122. № 2. С. 179–188.
10. Shariatmadari F. The application of zeolite in poultry production // World's Poultry Science Journal. 2008. Т. 64. № 01. Р. 76–84.
11. Шацких Е. В., Зеленская О. В. Карбитокс в рационе цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2012. № 4. С. 31–32.
12. Бураев М. Э., Луцкая Л. П., Шацких Е. В. Опыт применения минеральной сорбционной добавки БШ в рационе цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2015. № 1. С. 37–39.
13. . Применение добавки БШ в комбикормах для цыплят-бройлеров / Е. В. Шацких, Л. П. Луцкая, М. Э. Бураев [и др.]. Екатеринбург : УрГАУ, 2014. 38 с.
14. Шацких Е. В., Бураев М. Э., Луцкая Л. П., Котомцев В. В. Минеральная сорбционная добавка БШ в комбикормах для цыплят-бройлеров // Главный зоотехник. 2015. № 4. С. 45–53.
15. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы : рекомендации / разраб.: И. А. Егоров [и др.]; под общ. ред. В. И. Фисинина. Сергиев Посад : ВНИТИП, 2013. 52 с.

## FODDER SUPPLEMENTS OF SORPTION ACTION IN CHICKEN-BROILER RATIONS

**D. M. Galiev**, PhD student,  
Ural State University of Agriculture  
42, Karla Libknekhta, Ekaterinburg, 620075, Russia  
E-mail: [danigaliev@gmail.com](mailto:danigaliev@gmail.com)

### ABSTRACT

The paper presents the results of two experiments of inclusion the Karbitox and BSh fodder supplements with sorption properties according to various regimens. Both experiments were conducted at “Sredne-Uralskaya” poultry plant in Sverdlovskaya Oblast according to the similar methods. The control group did not receive fodder supplement. In the first experimental group, the dosage of fodder supplement was constant during the entire period of introduction and conformed to the recommendations of manufacturers. In the experimental groups 2 and 3, the dosage of fodder supplement gradually decreased to the end of grow-out period. The results of the first experiment showed that the European Production Efficiency Factor (EPEF) in the experimental groups 1, 2 and 3 was higher than in the control group by 3, 15 and 16 units, respectively. In the second experiment, the poultry of the experimental groups 1, 2 and 3 exceeded EPEF in the control group by 23.8, 21.8 and 22.4 units, respectively. According to the results of two experiments, it can be concluded that the regimens of the Karbitox and BSh enterosorbents with gradually reduction of fodder supplement dosage were equal or even more advantageous than the regimens with the same level of preparation dosage during the entire grow-out period. At the same time, more efficient consumption of fodder supplements was achieved.

*Key words: chicken-broilers, enterosorbents, productivity, European Production Efficiency Factor, economic efficiency.*

### References

1. Drozdova L. I., Shatskikh E. V. Sravnitel'naya morfologiya immunnykh organov tsyplyat-broilerov pri vozdeistvii v rannii postembrional'nyi period raznymi preparatami selena i ioda (Comparative morphology of the immune organs of broiler chickens at exposure to the early postembryonic period with various preparations of selenium and iodine), Agrarnyi vestnik Urala, 2009, No. 7 (61), pp. 73–75.
2. Maslyuk A. N. Vliyanie nikotinovoi kisloty na morfofunktional'noe sostoyanie organov immuniteta petushkov-broilerov (Influence of nicotinic acid on the morphofunctional state of immunity organs of male broilers), Agrarnyi Vestnik Urala, 2011, No. 12-1, pp. 38–40.
3. Ovchinnikov A. A., Lakomyi A. Produktivnost' tsyplyat-broilerov pri ispol'zovanii v ratsione biologicheskii aktivnykh dobavok (Productivity of broiler chickens when dietary supplements are used in the diet), Sovremennaya nauka – agropromyshlennomu proizvodstvu, Sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. Konf., posvyashch. 135-letiyu pervogo srednego uch. zavedeniya Zaural'ya – Aleksandrovskego real'nogo uchilishcha i 55-letiyu GAU Severnogo Zaural'ya, 2014, pp. 128–131.
4. Rogozinnikova I. V. Organicheskii istochnik medi v kormlenii tsyplyat-broilerov – al'ternativa neorganicheskoi soli (Organic source of copper in the feeding of broiler chickens - an alternative to inorganic salt), Materialy mezhdunar. nauch.-prakt.konf. «Innovatsionnye napravleniya i razrabotki dlya effektivnogo sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva», posvyashchennoi pamyati chlena-korrespondenta RAN V.I. Levakhina, 2016, pp. 171–174.
5. Shatskikh E. V. Organicheskii podkislitel' «Klim» v kormlenii tsyplyat-broilerov (Organic acidulant "Clim" in feeding chicken broilers), Agrarnyi vestnik Urala, 2015, No. 10, pp. 45–48.
6. Shatskikh E. V., Rogozinnikova I. V. Organicheskii istochnik medi v kormlenii broilerov (Organic source of copper in broiler feeding), Agrarnyi vestnik Urala, 2010, No. 9-10, pp. 69–71.
7. Shatskikh E. V., Latypova E. N. Vliyanie antistressovykh preparatov na razvitie molodnyaka roditel'skogo stada (Influence of anti-stress preparations on the development of the youngsters of the parent herd), Pitsevodstvo, 2014, No. 1, pp. 22–27.

8. Shatskikh E. V. et al. Epigenetic effects of an antioxidant composition in layer breeder diet, Proc. XXV World's Poultry Congress, Beijing, China, 2016, p. 5
9. Huwig A. et al. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents, Toxi-cology letters, 2001, T. 122, No. 2, pp. 179–188.
10. Shariatmadari F. The application of zeolite in poultry production, World's Poultry Science Journal, 2008, T. 64, No. 01, pp. 76–84.
11. Shatskikh E. V., Zelenskaya O. V. Karbitoks v ratsione tsyplyat-broilerov (Karbitoks in the diet of broiler chickens), Ptitse-vodstvo, 2012, No. 4, pp. 31–32.
12. Buraev M. E., Lutskaya L. P., Shatskikh E. V. Opyt primeneniya mineral'noi sorb-tсионnoi dobavki BSh v ratsione tsyplyat-broilerov (Experience of using the mineral sorption additive BSh in the diet of broiler chickens), Ptitsa i ptitseprodukty, 2015, No. 1, pp. 37–39.
13. Shatskikh E. V., Lutskaya L. P., Buraev M. E. et al. Primenenie dobavki BSh v kombikormakh dlya tsyplyat-broilerov (Mineral sorption additive BSh in mixed fodders for chicken-broilers), Ekaterinburg, UrGAU, 2014, 38 p.
14. Shatskikh E. V., Buraev M. E., Lutskaya L. P., Kotomtsev V. V. Mineral'naya sorbtсионnaya dobavka BSh v kombikormakh dlya tsyplyat-broilerov (Use of BSA supplementation in combi feeds for broiler chickens), Glavnyi zootekhnik, 2015, No. 4, pp. 45–53.
15. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokhozyaistvennoi ptitsy : rekomendatsii (Methods of scientific and industrial research on feeding of agricultural poultry: recommendations), razrab.: I. A. Egorov [i dr.], pod obshch. red. V. I. Fisnina, Sergiev Posad, VNIITP, 2013, 52 p.

УДК 636.2.087.72.085.25

## ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ В РАЦИОНАХ КОРОВ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПЕРЕВАРИВАНИЕ И УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Е. М. Кислякова**, канд. с.-х. наук, профессор;

**С. Л. Воробьева**, д-р с.-х. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, Россия, 426069

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

*Аннотация.* Кальций-МАГ – это нанодисперсная наноструктурированная аморфная форма кальциевой соли глюконовой кислоты с дисперсностью от десятков до сотен нм и размерами агломератов не более 500 нм впервые получена учеными физико-технического института УрО РАН г. Ижевска. Изучение сравнительного влияния различных физических форм глюконата кальция на переваримость и использование питательных веществ рациона коровами проведено в АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики. Для научно-хозяйственного опыта методом аналогичных групп было сформировано три группы нетелей черно-пестрой породы. Животные всех групп получали основной рацион, принятый в хозяйстве. В рационах кормления животных опытных групп в течение трех недель до даты планируемого отела и месяца после отела использовались Кальций-МАГ (первая группа) и кальций глюконат (вторая группа) в составе комбикорма по 0,08% от сухого вещества рациона. На фоне использования в рационах изучаемых добавок были проведены обменные опыты на коровах-первотелках по методике М. Ф. Томмэ (1970). Использование глюконата кальция различных форм оказывает положительное влияние на переваримость и использование питательных веществ рациона. При этом достоверное преимущество на стороне нанодисперсной формы глюконата кальция. Кальций-МАГ оказал положительное влияние на переваримость органического вещества рациона на 3,5% ( $P \geq 0,95$ ), клетчатки – на 4,83% ( $P \geq 0,95$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Значительно увеличился коэффициент переваримости жира – на 14,86% ( $P \geq 0,99$ ). У коров-первотелок, получавших Кальций-МАГ, отрицательный баланс азота был меньше на 5,56 г ( $P \geq 0,95$ ), баланс кальция – на 5,07 ( $P \geq 0,999$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Применение в рационах коров инновационной формы глюконата кальция физиологически обоснованно.

*Ключевые слова:* коровы-первотелки, рацион кормления, кальций глюконат, физическая форма, переваримость, баланс.

**Введение.** Многочисленные исследования ученых подтверждают, что на сохранение здоровья животных и получение высокой продуктивности можно влиять биологически активными добавками, способными активизировать биохимические и физиологические процессы [11,12,13,17].

Кальций является движущей силой метаболизма. Он участвует в нормализации обмена веществ, в работе нервной системы, обуславливает сердечную деятельность, влияет на работу опорно-двигательного аппарата, активизирует липазу поджелудочной железы, фосфатазу слюны и ряд ферментов в клеточных структурах, стабилизирует трипсин в кишечном химусе [5, 6, 8, 10]. Проблема создания кальцийсодержащих соединений, которые бы обладали высокой эффективностью, до сих пор остается актуальной и имеет глобальную социальную и экономическую значимость.

**Методика.** Учеными Физико-технического института УрО РАН г. Ижевска (Г. Н. Коныгин, Е. П. Елсуков, Д. С. Рыбин, 2008) впервые в мире была получена нанодисперсная наноструктурированная аморфная форма кальциевой соли глюконовой кислоты (механоактивированный глюконат кальция) с дисперсностью от десятков до сотен нм и размерами агрегатов не более 500 нм [1,4]. В настоящее время механоактивированный глюконат кальция (Кальций-МАГ) прошел государственную регистрацию и имеет сертификат, позволяющий использовать его как биологическую добавку. Рядом ученых в медицинских исследованиях установлено лучшее усвоение кальция организмом человека при использовании глюконата кальция ультрамикроскопической структуры в сравнении с традиционной формой препарата [7,16].

Кальций-МАГ впервые апробирован в кормлении высокопродуктивных коров. Цель наших исследований – определить степень влияния различных физических форм глюко-

ната кальция на переваримость и усвоение питательных веществ из рациона коровами. Исследования проведены в АО «Учхоз Июльское Ижевской ГСХА» Воткинского района Удмуртской Республики. Для научно-хозяйственного опыта методом аналогичных групп было сформировано три группы нетелей черно-пестрой породы за три недели до планируемого отела. Животные всех групп получали основной рацион, принятый в хозяйстве. В рационах кормления животных опытных групп в течение трех недель до даты планируемого отела и месяца после отела использовались Кальций-МАГ (первая группа) и кальций глюконат (вторая группа) в составе комбикорма по 0,08% от сухого вещества рациона. На фоне использования в рационах изучаемых добавок были проведены обменные опыты на коровах-первотелках по методике М. Ф. Томмэ [18]. Химический анализ кормов, остатков корма, кала проводили в Республиканском ветеринарно-диагностическом центре по общепринятым методикам: массовая доля сухого вещества – по ГОСТ Р 52838-2007; гигровлага – по ГОСТ Р 52838-2007; массовая доля золы – по ГОСТ 13496-14; кальций – комплекснометрическим методом по ГОСТ 26570-95; фосфор – с использованием ванадиевокислого и молибденовокислого аммония по ГОСТ 26657-97; сырой протеин – титриметрическим методом по ГОСТ 13496-93; сырой жир – методом экстрагирования в аппарате Сокслета; сырую клетчатку – путем обработки навески корма слабыми кислотами и щелочами по ГОСТ 52839-2007 [14].

**Результаты.** Состояние организма и показатели продуктивности животных зависят от переваримости питательных веществ рациона и их усвоения. Результаты исследований свидетельствуют о влиянии различных форм глюконата кальция на переваримость и усвоение питательных веществ рациона коровами-первотелками (табл. 1).

Таблица 1

Переваримость питательных веществ, % ( $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Органическое вещество	71,39±1,41	75,31±0,59*	73,12±1,67
Протеин	66,00±3,61	68,27±1,55	68,48±2,92
Жир	66,72±2,43	81,58±1,72**	77,38±3,15*
Клетчатка	64,12±0,64	68,95±0,34**	65,03±2,27
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)	75,63±1,61	79,08±0,97	77,11±1,19

Примечание: здесь и далее достоверность разницы показана в сравнении с контролем: \*  $P \geq 0,95$ ; \*\*  $P \geq 0,99$ ; \*\*\*  $P \geq 0,999$ .

Введение в рационы нанодисперсной формы глюконата кальция увеличивает переваримость органического вещества рациона. Преимуществом на 3,92% ( $P \geq 0,95$ ) и на 2,19% обладали коровы-первотелки, получавшие в рационах Кальций-МАГ, в сравнении с аналогами из контрольной и второй опытной групп соответственно. Наибольшая разница получена в переваривании жира – на 14,86% ( $P \geq 0,99$ ). Следует отметить, что достоверная разница в переваривании жира (10,66 %) установлена и при использовании простой формы

глюконата кальция ( $P \geq 0,95$ ). Также положительное влияние использования Кальций-МАГ установлено и в отношении переваривания клетчатки. Так, животными первой опытной группы клетчатка переваривалась лучше на 4,83% ( $P \geq 0,95$ ) по сравнению с аналогами из контрольной группы и на 3,92% – по отношению к сверстницам второй опытной группы.

В сложных процессах обмена веществ важное место принадлежит белковому обмену, который характеризуется балансом азота в организме (табл. 2).

Таблица 2

Использование азота коровами-первотелками,  $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Принято с кормом, г	353,33± 2,49	374,12 ± 15,17	361,83±13,22
Выделено в кале, г	123,77 ±15,33	116,15 ± 9,55	119,42 ± 8,55
Переварено, г	231,56	257,97	242,41
Выделено в моче, г	150,49 ± 13,81	148,67 ± 6,55	154,6 ± 6,13
Выделено в молоке, г	96,62 ± 1,77	109,06 ± 6,63	100,44±5,05
Баланс, г	-15,55± 1,16	-9,99 ± 0,27**	-12,62 ± 2,29
Использовано на образование молока от принятого, %	27,2	29,2	27,8
Использовано на образование молока от переваренного, %	41,7	42,5	41,4

Обменный опыт проводился в самый физиологически напряженный период лактации – во время раздоя. Этот период характеризуется пониженным аппетитом коров, сравнительно невысоким уровнем потребления сухого вещества рациона и отрицательным балансом как энергии, так и минеральных веществ. Высокую молочную продуктивность получают за счет резервов жирового и костного депо. В наших исследованиях у всех опытных животных был получен отрицательный баланс азота, что закономерно для высокопродуктивных животных. Однако у коров-первотелок, получавших кальций-МАГ, отрицательный баланс был меньше на 5,56 г (35,8%) по сравнению с животными контрольной группы ( $P \geq 0,95$ ) и на 2,63 г (20,8%) – по отношению к балансу азота коров второй опытной группы.

Коровы первой опытной группы на образование молока больше затрачивали азота, чем аналоги контрольной и второй опытной групп. Так, на образование молока от принятого с кормом азота они расходовали больше на 2,0 и

1,4%, а преимущество процентного отношения азота, пошедшего на молоко от переваренного, составило 0,8 и 1,1% соответственно.

Использование минеральных веществ коровами зависит от их обменных фондов и может достигать больших величин. Высокопродуктивные коровы на образование молока могут использовать из депо скелета до 40% минеральных веществ. При этом даже если минеральное питание молочных коров близко к нормам, мобилизация минеральных веществ из скелета физиологически обоснована и может достигать 20% [2, 3, 9, 15].

В наших исследованиях установлено, что баланс как кальция, так и фосфора (табл. 3) у животных сравниваемых групп был отрицательным. При этом меньшее выделение кальция и фосфора из организма наблюдалось у коров первой опытной группы. Коровы первой и второй опытных групп имели меньшее значение отрицательного баланса кальция на 5,07 ( $P \geq 0,99$ ) и 3,62 г по сравнению с контрольными животными.

Таблица 3

Использование кальция и фосфора коровами-первотелками,  $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Использование кальция			
Принято с кормом, г	79,98 ± 3,63	82,94 ± 2,95	85,01 ± 5,26
Выделено в кале, г	51,86 ± 3,66	46,16 ± 3,41	51,39 ± 4,35
Переварено, г	28,12	36,78	33,62
Выделено в моче, г	9,05 ± 0,76	8,17 ± 0,60	7,95 ± 1,08
Выделено в молоке, г	26,58 ± 1,19	30,59 ± 0,73*	28,21 ± 0,83
Баланс, г	-7,51 ± 0,44	-2,44 ± 0,32***	-3,89 ± 1,48
Использовано на образование молока от принятого, %	33,2	36,9	33,2
Использовано на образование молока от переваренного, %	94,5	83,2	83,9
Использование фосфора			
Принято с кормом, г	48,53 ± 0,28	49,7 ± 0,69	49,83 ± 1,28
Выделено в кале, г	28,52 ± 0,36	25,32 ± 1,08	26,96 ± 2,55
Переварено, г	19,90	24,38	22,90
Выделено в моче, г	2,36 ± 0,22	2,31 ± 0,21	2,51 ± 0,09
Выделено в молоке, г	19,93 ± 0,23	23,64 ± 1,25	22,71 ± 0,30
Баланс, г	-2,28 ± 0,44	-1,57 ± 0,50	-2,32 ± 0,99
Использовано на образование молока от принятого, %	41,07	47,57	45,57
Использовано на образование молока от переваренного, %	100	96,9	84,3

Следует отметить, что у коров первой опытной группы кальция от принятого в рационе на образование молока расходовалось больше на 3,7%, чем у сверстниц. Коровы контрольной группы практически весь всосавшийся в кишечнике кальций использовали на образование молока (94,5%), а на обменные процессы расходовался кальций костного депо. У этих животных был наибольший отрицательный баланс как кальция, так и фосфора. Обмен фосфора в организме коров-первотелок имел аналогичные характеристики. Наименьшее значение отрицательного баланса наблюдалось у коров, получавших кальций-МАГ.

**Выводы.** Использование глюконата кальция различных форм в рационах коров-первотелок в самый физиологически напряженный период лактации оказывает положительное влияние на переваримость и исполь-

зование питательных веществ рациона. При этом достоверное преимущество на стороне нанодисперсной рентгеноаморфной формы глюконата кальция. Использование Кальция-МАГ в рационах коров-первотелок увеличило переваримость органического вещества рациона на 3,5% ( $P \geq 0,95$ ), клетчатки – на 4,83% ( $P \geq 0,95$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Значительно вырос коэффициент переваримости жира – на 14,86% ( $P \geq 0,99$ ), наблюдалось лучшее использование азота, кальция и фосфора рациона. У коров-первотелок, получавших Кальций-МАГ, отрицательный баланс азота был меньше на 5,56 г ( $P \geq 0,95$ ), баланс кальция – на 5,07 ( $P \geq 0,999$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Применение в рационах коров инновационной формы глюконата кальция физиологически обоснованно.

**Литература**

1. Akhmetov M.M. et al. NMR investigation of conformational changes in calcium gluconate // Modern development of magnetic resonance. Kazan : Zavoisky Physical-Technical Institute, 2016. P. 114-115.
2. Cohn D. V., Elting J. Biosynthesis, processing, and secretion of parathormone and secretory protein-1 // Recent Prog. Horm. Res. 1983. № 39. P. 181.
3. Daniel R. C. W. Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia // Can J Comp Med. 1983. № 47. P. 276-280.
4. Goenko I. A., Petukhov V. Yu., Yatzyk I. V. et al. EPR Investigation of the Radiation-Induced Transformation in Calcium Gluconate // Abstracts of the international conference «Modern development of magnetic resonance», Kazan. 2016. P. 136-137.
5. Ledgard S. F. et al. Effect of calcium supplementation on milk production and hypocalcaemia // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 2004. № 66. P. 69–74.
6. McDougall S. Effects of periparturient diseases and conditions on the reproductive performance of New Zealand dairy cows // New Zealand Veterinary Journal. 2001. Vol. 49. P. 60-67.
7. Salata O. V. Applications of nanoparticles in biology and medicine [Электронный ресурс] : Journal of Nanobiotechnology. 2004. Vol. 2. Issue 3. Режим доступа: <http://www.jnanobiotechnology.com/content/2/1/3> (дата обращения: 15.12.2017).
8. Stevenson M. et al. The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk, milk fat and protein production, and fertility // New Zealand Veterinary Journal. 1999. Vol. 47. Issue 2. P. 53-60.



9. Talmadge R. V., VanderWiel C. J., Matthews J. L. Calcitonin and phosphate // *Mol. Cell Endocrinol.* 1981. № 24. P. 235.
10. Иванов Г. В., Иванов А. В. Кальций – это металл // *Ценовик.* 2011. № 5. С. 52-53.
11. Кислякова Е. М., Ачкасова Е. В. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров-первотелок в зависимости от состава рациона // *Зоотехния.* 2009. № 1. С. 20-22.
12. Кислякова Е. М., Березкина Г. Ю. Эффективность использования природных сорбентов в кормлении коров-первотелок // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета.* 2016. № 2 (38). С. 47-50.
13. Любимов А. И., Кислякова Е. М., Овчинникова И. В. Зависимость лактации и молочной продуктивности первотелок от сезона отела // *Аграрная наука.* 2007. № 1. С. 24.
14. Практикум по зоотехническому анализу кормов [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Ф. Драганов [и др.]; под общ. ред. И. Ф. Драганова, В. М. Косолапова, М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012. 320 с.
15. Оптимизация уровня концентратов в рационе коров в переходный период / В.Г. Рядчиков [и др.] // *Зоотехния.* 2012. №1. С. 10-12.
16. Нанодисперсная аморфная форма кальция глюконата: биохимическая совместимость и терапевтическая эффективность при лечении заболеваний, связанных с обменом кальция в организме / Н. С. Стрелков, Г. Н. Коньгин, Д. С. Рыбин [и др.] // *Альманах клинической медицины.* 2008. № 17-2. С. 366-370.
17. Сычёва Л.В. Использование биологически активных веществ в молочном скотоводстве : монография. Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. 162 с.
18. Томмэ М. Ф., Мартыненко Р. В. Переваримость кормов. Оценка питательности кормов и методы её измерения / М. Ф. Томмэ, Р. В. Мартыненко (СССР). Рабочая группа СЭВ. М. : Колос, 1970. 463 с.

## INNOVATIVE CALCIUM CONTAINING SUPPLEMENT IN COW RATION AND ITS INFLUENCE ON DIGESTION AND NUTRIENT ABSORPTION

**E. M. Kislyakova**, Cand. Agr. Sci., Professor;  
**S. L. Vorobiova**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
 FSBEI HE Izhevsk SAA  
 11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russia  
 E-mail: [mullan@inbox.ru](mailto:mullan@inbox.ru)

### ABSTRACT

Calcium-MAG is a nanodispersed nanostructured amorphous form of calcium salt of gluconic acid with tens to hundreds nanometers dispersion and no more than 500 nm of agglomerate sizes. For the first time, this form was obtained by scientists of Physical and Technical Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Izhevsk. The research of comparative influence of various physical forms of calcium gluconate on digestibility and ration nutrient absorption in cows was carried out in education and research farm of Izhevsk SAA in the Udmurt Republic. Three heifer groups of the Black-and-White breed were formed by the method of similar groups for scientific and economic experiment. Animals of all groups received the basic ration taken in the farm. For three weeks before the planned calving and during the month after, mixed fodder containing Calcium-MAG (the first group) and calcium gluconate (the second group) equal to 0.08% of ration dry matter was applied to the diet of animals in experimental groups. While the addition of investigated supplements into the ration, exchange experiments were carried out on first-calf cows according to the generally accepted method of Tomme M.F. (1970). Calcium gluconate of various forms had a positive effect on digestibility and ration nutrient absorption. In this, nanodispersed form of calcium gluconate performed a significant advantage. Calcium-MAG showed a positive effect on digestibility of ration organic matter by 3.5% ( $P \geq 0.95$ ), fiber by 4.83% ( $P \geq 0.95$ ) in comparison with the animals of control group. The digestibility coefficient of fat significantly increased by 14.86% ( $P \geq 0.99$ ). In comparison with the animals of control group, the decrease in negative nitrogen balance by 5.56 g ( $P \geq 0.95$ ) and balance of calcium by 5.07 ( $P \geq 0.999$ ) was observed in first-calf cows receiving Calcium-MAG. The application of innovative form of calcium gluconate in cows diet is physiologically justified.

*Key words: first-calf cows, diet, calcium gluconate, physical form, digestibility, balance.*

### References

1. Akhmetov M. M. et al. NMR investigation of conformational changes in calcium gluconate, Modern development of magnetic resonance, Kazan, Zavoisky Physical-Technical Institute, 2016, pp. 114-115.
2. Cohn D. V., Elting J. Biosynthesis, processing, and secretion of parathormone and secretory protein-1, *Recent Prog. Horm. Res.*, 1983, No. 39, p. 181.
3. Daniel R. C. W. Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia, *Can J Comp Med.*, 1983, No. 47, pp. 276-280.

4. Goenko I. A., Petukhov V. Yu., Yatzyk I. V. et al. EPR Investigation of the Radiation-Induced Transformation in Calcium Gluconate, Abstracts of the international conference «Modern development of magnetic resonance», Kazan, 2016, pp. 136-137.
5. Ledgard S. F. et al. Effect of calcium supplementation on milk production and hypocalcaemia, Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 2004, No. 66, pp. 69-74.
6. McDougall S. Effects of periparturient diseases and conditions on the reproductive performance of New Zealand dairy cows, New Zealand Veterinary Journal, 2001, Vol. 49, pp. 60-67.
7. Salata O. V. Applications of nanoparticles in biology and medicine [Elektronnyi resurs] : Journal of Nanobiotechnology, 2004, Vol. 2, Issue 3, Rezhim dostupa: <http://www.jnanobiotechnology.com/content/2/1/3> (data obrashcheniya: 15.12.2017).
8. Stevenson M. et al. The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk, milk fat and protein production, and fertility, New Zealand Veterinary Journal, 1999, Vol. 47, Issue 2, pp. 53-60.
9. Talmadge R. V., VanderWiel C. J., Matthews J. L. Calcitonin and phosphate, Mol. Cell Endocrinol, 1981, No. 24, p. 235.
10. Ivanov G. V., Ivanov A. V. Kal'tsii – eto metall (Calcium is a metal), Tsenovik, 2011, No. 5, pp. 52-53.
11. Kislyakova E. M., Achkasova E. V. Molochnaya produktivnost' i tekhnologicheskie svoystva moloka korov-pervotelok v zavisimosti ot sostava ratsiona (Dairy productivity and technological properties of milk cows-cows depending on the composition of the diet), Zootekhniya, 2009, No. 1, pp. 20-22.
12. Kislyakova E. M., Berezkina G. Yu. Effektivnost' ispol'zovaniya prirodnykh sorbentov v kormlenii korov-pervotelok (The effectiveness of the use of natural sorbents in feeding cows), Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, No. 2 (38), pp. 47-50.
13. Lyubimov A. I., Kislyakova E. M., Ovchinnikova I. V. Zavisimost' laktatsii i molochnoi produktivnosti pervotelok ot sezona otela (Dependence of lactation and milk productivity of cows calving season), Agrarnaya nauka, 2007, No. 1, p. 24.
14. Draganov I. F. et al. Praktikum po zootekhnicheskomu analizu kormov (Guide on zootechnical feed analysis), ucheb. posobie dlya vuzov, pod obshch. red. I. F. Draganova, V. M. Kosolapova, Moscow, Rossiiskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet – MSKhA im. K. A. Timiryazeva, 2012, 320 p.
15. Ryadchikov V. G. et al. Optimizatsiya urovnya konsentratov v ratsione korov v perekhodnyi period (Optimization level concentrates in the diet of cows in the transition period), Zootekhniya, 2012, No.1, pp. 10-12.
16. Strelkov N. S., Konygin G. N., Rybin D. S. et al. Nanodispersnaya amorfnaya forma kal'tsiya glyukonata: biokhimicheskaya sovmestimost' i terapevticheskaya effektivnost' pri lechenii zabozevanii, svyazannykh s obmenom kal'tsiya v organizme (Nanodispersion amorphous form of calcium gluconate: biochemical compatibility and therapeutic efficacy in the treatment of diseases associated with the exchange of calcium in the body), Al'manakh klinicheskoi meditsiny, 2008, No. 17-2, pp. 366-370.
17. Sycheva L. V. Ispol'zovanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v molochnom skotovodstve (The use of biologically active substances in dairy cattle), monografiya, Perm', Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2013, 162 p.
18. Tomme M. F., Martynenko R. V. Perevarimost' kormov. Otsenka pitatel'nosti kormov i metody ee izmereniya (Digestibility of forages. Assessment of nutritiousness of forages and methods of her measurement), M. F. Tomme, R. V. Martynenko (SSSR), Rabochaya gruppa SEV, Moscow, Kolos, 1970, 463 p.

УДК 579.62; 636.92

## ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ПЕЙЗАЖА КИШЕЧНИКА КРОЛЬЧАТ

**И. А. Кудреватых**, аспирант; **Н. Н. Шумилина**, д-р с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И.Скрябина,  
ул. Академика Скрябина, д. 23, г. Москва, Россия, 109472  
E-mail: [vania-zoo@ya.ru](mailto:vania-zoo@ya.ru)

*Аннотация.* Изучение микробного пейзажа слепой и прямой кишки проводилось на клинически здоровых крольчатах породы советская шиншилла в возрасте от 2 до 60 суток в кролиководческом хозяйстве ООО «Животноводческий центр «Прикамье» Пермского края. Для исследований брали общую пробу из прямой и слепой кишки крольчат после убоя в возрасте 2, 7, 14, 21, 30, 60 суток по 5 голов из каждой возрастной группы. В ходе исследований было обнаружено, что уже после рождения на 21 сутки содержание лактобактерий (*Lactobacillus*) составляло  $1 \times 10^1$  КОЕ/г, среднее количество колониеобразующих единиц *Bifidobacterium* в 1 г фекалий в начале исследований  $1 \times 10^3$  и  $1 \times 10^1$  КОЕ/г, к 14 суткам жизни кролика увеличилось до  $1 \times 10^7$  и  $1 \times 10^3$  КОЕ/г, грамположительные спорообразующие аэробные бактерии *Bacillus subtilis* рода *Bacillus* наблюдались во всех пробах кала из прямой кишки. С 30 по 60 сутки количество лактобактерий увеличивается до  $1 \times 10^5$  КОЕ/г. Колонии *E.coli* находились в допустимых пределах. Условно-патогенных бактерий, неспорообразующих анаэробных бактерий и грибов рода *Candida* у кроликов в возрасте с 2 до 60 суток не обнаружено. Данные по динамике возрастных изменений микробного пейзажа толстого отдела кишечника кроликов послужат полезной информацией для проведения диагностики расстройства пищеварения крольчат гнездового периода.

*Ключевые слова:* кролики, советская шиншилла, толстый кишечник, слепая и прямая кишка, микрофлора.

**Введение.** Основной отход молодняка кроликов наблюдается в гнездовой период – 10%, по данным Калугина Ю. А. [3,4]. Причиной отхода молодняка является ослабленный иммунитет и расстройство пищеварения [9]. Одной из причин гибели может быть состав микробного пейзажа толстого отдела кишечника и слепой кишки. Данные по составу микрофлоры кишечника крольчат при рождении отсутствуют. Кроме того, состав микроорганизмов толстого отдела кишечника тесно связан со скоростью роста молодняка [12]. Поэтому изучение состава микробиоты кишечника молодняка кроликов в гнездовой период до отсадки (45 дней) актуально.

Состав кишечной флоры кроликов весьма разнообразен, а взаимоотношения бактерий и организма хозяина носят характер физиологического симбиоза. В целом значение бактерий желудочно-кишечного тракта кролика можно свести к следующему:

- участие в переваривании питательных веществ корма и прежде всего клетчатки, которая переваривается только микробальной целлюлазой;
- улучшение биологической ценности низкокачественных белков;
- участие в углеводном и жировом обмене;
- синтез витаминов группы В и К [1, 3, 4, 6].

Целью нашего исследования являлось изучение как нормальной, так и патогенной, и

условно патогенной микрофлоры слепой и прямой кишки кролика от 2-х суток до двухмесячного возраста и определение наиболее часто встречающихся видов микроорганизмов.

**Материал.** Работа проводилась в генофондном хозяйстве Пермского края в ООО «Животноводческий центр «Прикамье» и лаборатории микробиологии МГАВМиБ-МВА имени К.И.Скрябина. Объектом исследования служили здоровые крольчата породы советская шиншилла в возрасте от 2-х до 60 суток, которые содержались с крольчихами в индивидуальных клетках с гнездовым отделением.

Материалом для исследований служило содержимое слепой и прямой кишки, из которого готовили общую пробу из каждой кишки. Материал для исследования брали у молодняка после убоя в возрасте 2, 7, 14, 21, 30, 60 суток, по 5 голов в каждой возрастной группе.

Для определения бактерий семейства *Enterobacteriaceae* делали посев на среду Эндо, бактерий семейства *Lactobacterius*, *Bifidobacterium*, *Fuzobakterium* – посевами на чашки с кровяным агаром (КА), желточно-солевым агаром (ЖСА) и на среду Сабуро. *Bacillus subtilis* выращивали в жидкой среде – мясопептонном бульоне (МПБ).

**Результаты.** Данные, отражающие изменение содержания микроорганизмов в кишках кроликов (количество микроорганизмов в 1 г исследуемого материала) у крольчат в разном возрасте представлены в таблице.

Таблица

Содержание микроорганизмов в кишечнике крольчат в разном возрасте

Место отбора образцов химуса и фекалий	Состав и количество (КОЕ/г) микроорганизмов в толстом отделе кишечника крольчат в разном возрасте								
	<i>Lactobacterius</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	другие условно-патогенные бактерии (в т.ч. НГОБ)	неспоробразующие анаэробные бактерии (бактероиды, <i>Fuzobakterium</i> )	грибы рода <i>Candida</i> /плесневые грибки	<i>B. subtilis</i>
2 сут									
слепая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	3,1×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 1×10 <sup>7</sup>	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	2,3×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 1×10 <sup>7</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>
7 сут									
слепая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	3,0×10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>	2,2×10 <sup>4</sup>	4*10 <sup>3</sup>	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 1×10 <sup>3</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>
14 сут									
слепая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>7</sup>	5,3×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 1×10 <sup>7</sup>	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1,0×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 1×10 <sup>3</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>
21 сут									
слепая кишка	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>	2,7×10 <sup>5</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 10 <sup>5</sup>	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>7</sup>	3,3×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobakterium</i> 10 <sup>3</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>

Окончание таблицы

Место отбора образцов химуса и фекалий	Состав и количество (КОЕ/г) микроорганизмов в толстом отделе кишечника крольчат в разном возрасте								
	<i>Lactobacterius</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	другие условно-патогенные бактерии (в т.ч. НГОБ)	неспоробразующие анаэробные бактерии (бактероиды, <i>Fuzobacterium</i> )	грибы рода <i>Candida</i> /плесневые грибки	<i>B. subtilis</i>
30 сут									
слепая кишка	0	1×10 <sup>7</sup>	2,8×10 <sup>7</sup>	2*10 <sup>5</sup>	0	0	<i>Fuzobacterium</i> 10 <sup>7</sup>	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>7</sup>	3,6×10 <sup>6</sup>	0	0	0	<i>Fuzobacterium</i> 10 <sup>7</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>
60 сут									
слепая кишка	1×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>7</sup>	2,4×10 <sup>7</sup>	0	0	0	<i>Fuzobacterium</i> 10 <sup>7</sup>	0	0
прямая кишка	1×10 <sup>5</sup>	1×10 <sup>7</sup>	2,4×10 <sup>7</sup>	0	0	0	<i>Fuzobacterium</i> 10 <sup>7</sup>	0	1×10 <sup>7</sup>

Примечание: НГОБ – неферментирующие грамотрицательные бактерии; 0 – роста нет

Результаты, представленные в таблице, показывают, что микроорганизмы, находящиеся в слепой и прямой кишках крольчат в разные возрастные периоды, отличаются количественным содержанием.

Из таблицы следует, что как в гнездовой период, так и после отъема в кишечной микрофлоре кроликов происходят количественные изменения.

В гнездовой период с 2-х и до 21 суток при питании молоком матери у крольчат наблюдается стабильное количество лактобактерий (*Lactobacillus*) – 1×10<sup>1</sup> КОЕ/г в обоих отделах толстого кишечника. С 30 по 60 день жизни крольчат наблюдаем увеличение колоний лактобактерий до 1×10<sup>5</sup> КОЕ/г, связано это со сменой питания, ростом организма и внутренних органов.

Установлено, что среднее количество колониеобразующих единиц *Bifidobacterium* в 1 г фекалий в слепой и прямой кишках составляло в начале исследований 1×10<sup>3</sup> и 1×10<sup>1</sup> КОЕ/г, с увеличением к 14 суткам жизни кролика до 1×10<sup>7</sup> и 1×10<sup>3</sup> КОЕ/г. После чего, количество *Bifidobacterium* в слепой кишке не изменялось, а в прямой на 21 сутки увеличилось до 10<sup>7</sup> КОЕ/г.

Колонии *E.coli* находились в допустимых пределах и соответствовали данным по взрослым животным (2,7×10<sup>5</sup>КОЕ/г)(2,3) не вызывая патогенности на протяжении 2 месяцев жизни крольчат.

В наших исследованиях с 2-х суток жизни крольчат обнаружены грамположительные спорообразующие аэробные бактерии *Bacillus subtilis* рода *Bacillus*, которые наблюдались во всех пробах кала из прямой кишки –

1×10<sup>7</sup> КОЕ/г. Их присутствие необходимо для молодняка, питающегося молоком, они подкисляют среду и обладают антимикробной активностью, подавляя рост патогенных и условно патогенных бактерий и грибов. В наших исследованиях количество *Enterococcus* и иных условно-патогенных бактерий (в т.ч. НГОБ), неспорообразующих анаэробных бактерий и грибов рода *Candida* у кроликов в возрасте с 2 до 60 суток не обнаружено (табл.).

В целом полученные нами результаты совпадают с данными других авторов и дополняют их в изучении микрофлоры кишечника у животных [1, 2, 3, 4, 7, 8, 10].

**Выводы.** Из представленных данных следует, что микрофлора кишечника кроликов в гнездовой период с использованием групповых проб кала в первый месяц после отъема от матери количественно изменяется как в слепой кишке, так и в прямой кишке. Максимальное количество *Lactobacterius* у клинически здоровых кроликов в слепой кишке обнаруживается в возрасте 60 суток и в возрасте 35–45 суток в толстом отделе кишечника. По данным исследований Калугина Ю. А. [3,4], в период 45-60 суток колонии микроорганизмов заселяют слепую кишку, а в период 35-45 суток обнаруживаются в толстом отделе кишечника. В гнездовой период крольчат наблюдается количественное преобладание молочнокислых бактерий лакто-и бифидобактерий. Выявлено доминирование колоний сенной палочки над лактобактериями и другими микроорганизмами, которые подавляют их рост.

Литература

1. Данилевская Н. В. Физиологическая роль основных представителей нормальной микрофлоры мелких домашних животных // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2008. № 1. С. 28–29.
2. Зыкин Л. Ф., Хапцев З. Ю. Клиническая микробиология для ветеринарных врачей. М. : Колос, 2006. 296 с.
3. Калугин Ю. А. Пищеварение у кроликов // Кролиководство и звероводство. 2009. № 5. С. 24–28.
4. Калугин Ю. А. Физиология питания кроликов. М. : Колос, 1980. 174 с.
5. Каничева И. В. Микробиоценоз содержимого толстого отдела кишечника ягнят раннего возраста // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 4. С. 107–109.
6. Мефед К. М. Новый споровый пробиотик Ирилис и его использование в ветеринарной практике : дис. ... канд. биол. наук наук: 03.00.07. М., 2007. 92 с.
7. Никитин Е. Б. Микробиология с основами иммунологии // Павлодар : Арман-ПВ, 2004. С. 59
8. Королюк А. М., Сбойчаков В. Б. Медицинская микробиология : учебное пособие. Санкт-Петербург : ЭЛБИ-СПб, 2002. 287 с.
9. Субботин В. В., Данилевская Н. В. Микрофлора кишечника собак: физиологическое значение, возрастная динамика, дисбактериозы // Ветеринар. 2004. № 4. С. 15–22.
10. Сорокин В. В., Тимошенко М. А., Николаева А. В. Нормальная микрофлора кишечника животных // Кишинев. 1973. 79 с.
11. Yan Rui Li, Chunxiu Fu Lizhi, Wang Xiaoyou. Intestinal Microbial Community Structure in Rabbits of Different Days // Chinese Journal of Veterinary Science. 2017. № 9. P. 1693-1698.
12. Zeng Bo, Zhang Zhi., Zaisin. Li. Construction and Analysis of ERIC-P ER Fingerprint of Intestinal Microbes in Rabbits // Journal of Southern Agriculture. 2017. №1. P. 139-143.

EVALUATION OF MICROBIAL LANDSCAPE OF THE INTESTINE IN RABBITS

I. A. Kudrevatykh, PhD student;

N. N. Shumilina, Dr. Agr. Sci., Professor,

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin

23, Akademika Skryabina St., Moscow, 109472, Russia

E-mail: [vania-zoo@ya.ru](mailto:vania-zoo@ya.ru)

ABSTRACT

The investigation of microbial landscape of the cecum and rectum was carried out on clinically healthy rabbits of Soviet Chinchilla breed at the age of 2 to 60 days in the "Prikamie" rabbit farm of Perm Krai. General sample from rectum and cecum in rabbits was taken after their slaughtering at the age of 2, 7, 14, 21, 30, 60 days, 5 heads from each age group. In the course of research, it was determined that the content of *Lactobacillus* on the 21<sup>st</sup> day after the birth was equal to  $1 \times 10^1$  CFU/g. At the beginning of research, the average number of colony-forming units of *Bifidobacterium* per 1 g of faeces was equal to  $1 \times 10^3$  and  $1 \times 10^1$  CFU/g, by the 14<sup>th</sup> day of life it increased up to  $1 \times 10^7$  and  $1 \times 10^3$  CFU/g. Gram-positive spore-forming aerobic bacteria belonging to the genus *Bacillus* - *Bacillus Subtilis* were observed in all samples of faeces taken from rectum. From 30 to 60 days, the number of *Lactobacillus* increased up to  $1 \times 10^5$  CFU/g. Colonies of *E. coli* were within the acceptable range. Opportunistic pathogenic bacteria as well as non-spore forming anaerobic bacteria and fungus of the genus *Candida* were not found in rabbits at the age of 2 to 60 days. The obtained data on dynamics of age-related changes in the microbial landscape of rabbit large intestine will serve as a useful source of information for the diagnosis of digestive disorders of rabbits in the nesting period.

*Key word: rabbits, Soviet Chinchilla breed, colon, cecum, rectum, microflora.*

References

1. Danilevskaya N. V. Fiziologicheskaya rol' osnovnykh predstavitelei normal'noi mikroflory melkikh domashnikh zhivotnykh (Physiological role of the main representatives of normal microflora in small pets), Rossiiskii veterinarnyi zhurnal. Melkie domashnie i dikiye zhivotnye, 2008, No. 1, pp. 28-29.
2. Zykin L. F., Khaptsev Z. Yu. Klinicheskaya mikrobiologiya dlya veterinarnykh vrachei (Clinical microbiology for veterinary physicians), Moscow, Kolos, 2006, 296 p.
3. Kalugin Yu. A. Pishchevarenie u krolikov (Digestion in rabbits), Krolikovodstvo i zverovodstvo, 2009, No. 5, pp. 24-28.
4. Kalugin Yu. A. Fiziologiya pitaniya krolikov (Physiology of nutrition in rabbits), Moscow, Kolos, 1980, 174 p.
5. Kanicheva I. V. Mikrobiotsenoz sodержimogo tolstogo otdela kishechnika yagnyat rannego vozrasta (Microbiocenosis of the contents of a thick intestine of lambs at early age), Vestnik OrelGAU, 2012, No. 4, pp. 107-109.
6. Mefed K. M. Novyi sporovyi probiotik Irilis i ego ispol'zovanie v veterinarnoi praktike (A new spore probiotic Irilis and its use in veterinary practice), dis. ... kand. biol. nauk nauk: 03.00.07, Moscow, 2007, 92 p.
7. Nikitin E. B. Mikrobiologiya s osnovami immunologii (Microbiology with basics of immunology), Pavlodar, Arman-PV, 2004, p. 59

8. Korolyuk A. M., Sboichakov V. B. Meditsinskaya mikrobiologiya (Medical microbiology), Sankt-Peterburg, ELBI-SPb, 2002, 287 p.
9. Subbotin V. V., Danilevskaya N. V. Mikroflora kishchnika sobak: fiziologicheskoe znachenie, vozrastnaya dinamika, disbakteriozy (The intestinal flora in dogs: the physiological importance, developmental dynamics, dysbiosis), Veterinar, 2004, No. 4, pp. 15–22.
10. Sorokin V. V., Timoshenko M. A., Nikolaeva A. V. Normal'naya mikroflora kishchnika zhivotnykh (The normal intestinal microflora in animals), Kishinev, 1973, 79 p.
11. Yan Rui Li, Chunxiu Fu Lizhi, Wang Xiaoyou Intestinal Microbial Community Structure in Rabbits of Different Days, Chinese Journal of Veterinary Science, 2017, No. 9, pp. 1693-1698.
12. Zeng Bo, Zhang Zhi., Zaisin. Li. Construction and Analysis of ERIC-P ER Fingerprint of Intestinal Microbes in Rabbits, Journal of Southern Agriculture, 2017, No. 1, pp. 139-143.

УДК 636.271.034.061

## ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛШТИНИЗИРОВАННЫХ КОРОВ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ГЕНЕРАЦИЙ

**Е. Н. Мартынова**, д-р с.-х. наук, профессор;  
**Ю. В. Исупова**, канд. с.-х. наук, доцент,  
 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,  
 ул. Студенческая, д. 11, г. Ижевск, Россия, 426069  
 E-mail: [ekate.martynova.55@mail.ru](mailto:ekate.martynova.55@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях Удмуртской Республики на базе АО «Путь Ильича» изучали экстерьерные особенности и молочную продуктивность холмогорских коров, улучшенных голштинской породой, разных генераций. В зависимости от года рождения, все животные были разделены на 4 генерации: 1-я – родившиеся до 2000 г., 2-я – родившиеся с 2000 по 2004 г., 3-я – родившиеся с 2005 по 2009 г., 4-я – родившиеся с 2010 по 2012 г. Экстерьер животных оценивался на основе 7 основных промеров: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, косая длина туловища, обхват груди, обхват пясти. Установлено, что линейные промеры коров разных генераций имеют определенные различия. У коров всех возрастов наблюдается уменьшение глубины груди с 1-й генерации к 4-й на 2,63 см. Полновозрастные коровы 4-й генерации превосходили сверстниц по следующим промерам: высоте в холке – на 7,03 см сверстниц 1 и 2-й генераций и на 2,81 см – 3-й генерации, ширине груди – на 0,12-2,27 см, косой длине туловища – на 1,27-6,34 см. Обхват груди за лопатками у коров 4-й генерации был меньше, чем у сверстниц, на 5,37-8,01 см. Обхват пясти у коров 4-й генерации на 0,41 см был больше, чем у коров 3-й генерации и на 0,37-0,45 см меньше, чем у сверстниц 1 и 2-й генерации. При сравнении молочной продуктивности у коров разных генераций видно, что наибольшую молочную продуктивность и живую массу имели коровы 4-й генерации.

*Ключевые слова:* экстерьер, промеры телосложения, генерация, коровы холмогорской породы, молочная продуктивность, живая масса.

**Введение.** Основная задача при создании высокопродуктивного скота – это формирование молочного типа, который способствует разведению крепких по конституции животных и обеспечивает высокую молочную продуктивность в течение длительного времени. Важным моментом при разведении специализированного молочного скота является создание гармонично развитых животных без существенных недостатков и пороков экстерьера [1, 3].

В последние десятилетия для совершенствования отечественных пород скота широко

используются лучшие мировые генетические ресурсы. Особенно возросли масштабы генетического влияния голштинского скота, обладающего самым высоким в мире потенциалом молочности, хорошим содержанием жира и белка в молоке [5, 6, 9, 14]. Использование мирового генофонда позволяет улучшить, наряду с продуктивными качествами, экстерьер и приспособляемость животных к условиям интенсивных технологий.

Конституция и экстерьер являются важными показателями племенных и продуктив-

ных качеств животных. Телосложение животных дает возможность иметь представление о выраженности породных признаков, направлении продуктивности и здоровье [3, 7, 13].

Экстерьер животного является породным признаком. Каждая порода характеризуется специфическими экстерьерными особенностями, которые создаются, главным образом, в результате соответствующего планового отбора и подбора животных по экстерьерным показателям, с учетом специализации, а также под влиянием определенных условий внешней среды [4, 8, 10].

Холмогорская порода является одной из старейших отечественных пород крупного рогатого скота. Завоз животных холмогорской породы на территорию Удмуртской Республики с целью улучшения крупного рогатого скота впервые был осуществлен в 1901 г. на ферму Глазовского сельскохозяйственного училища. Большую роль в распространении этой породы сыграло открытие в 1957 г. станций по искусственному осеменению – Завьяловской, Можгинской и Глазовской. До конца 90-х годов эта порода была самой распространенной в республике, ее удельный вес составлял 66,0% [11].

Животные холмогорской породы имеют типичный для молочного скота экстерьер. Коровы крупные, с удлиненным туловищем, с относительно высокими конечностями. Голова у коров сухая, средних размеров. Спина и поясница ровные, крестец несколько приподнят, грудь глубокая, но недостаточно широкая. Кожа средней толщины, эластичная, мускулатура плотная, удовлетворительно развитая. Вымя средних размеров, чашеобразной или округлой формы. Живая масса коров 500-550 кг, в племенных хозяйствах – до 550-600 кг, максимальная – 810 кг. Основные промеры взрослых коров (см): высота в холке 133-135, глубина груди – 70-72, косая длина туловища – 160-162, обхват груди – 196-198, обхват пясти – 19-20. Недостатками экстерьера являются: узкая грудь, свислозادость и крышеобразность зада, неправильная постановка конечностей [1].

По данным ГПК холмогорской породы промеры коров, записанных в ГПК по Удмуртской АССР, составляли (см): высота в холке 131-134, глубина груди 71-72, косая длина туловища 163-166, обхват груди за лопатками 190-194, обхват пясти 19 см [2].

По данным Соколова А. Л. [12], промеры коров-первотелок на 2-3 месяце лактации со-

ставляли: высота в холке – 127,2 (121-137) см; в крестце – 136,4 (129-144) см; глубина груди – 67,35 (57-72) см; ширина груди за лопатками – 40,5 (35-48) см; ширина в маклоках – 48,9 (43-54) см; косая длина туловища (промер лентой) – 164,5 (155-177) см; косая длина туловища (промер палкой) – 151,7 (138-164) см; обхват груди за лопатками – 182 (164-206) см; обхват пясти – 18,4 (17-20,5) см. Основные промеры коров после второго отела составляли: высота в холке – 129,2 (124-141) см; в крестце – 136,9 (129-146) см; глубина груди – 70,9 (66-76) см; ширина груди за лопатками – 41,5 (36-51) см; ширина в маклоках – 52,9 (49-59) см; косая длина туловища (промер лентой) – 174,5 (166-183) см; косая длина туловища (промер палкой) – 157,3 (147-169) см; обхват груди за лопатками – 189,8 (177-206) см; обхват пясти – 19,2 (17-20,5) см.

В Удмуртии за последние 30 лет при совершенствовании холмогорского и чернопестрого скота широко использовались производители голштинской породы различного происхождения, они оказали значительное влияние на продуктивные и экстерьерные качества скота. Поэтому возникла необходимость изучения молочной продуктивности и экстерьерных особенностей голштинизированных коров холмогорской породы разных генераций.

*Целью* исследований явилось изучение экстерьерных особенностей и молочной продуктивности холмогорских коров, улучшенных голштинской породой, разных генераций.

**Методика.** Исследования по изучению молочной продуктивности и экстерьерных особенностей голштинизированных коров холмогорской породы проводили в АО «Путь Ильича», которое является племенным заводом и базовым хозяйством по совершенствованию крупного рогатого скота. Для оценки были взяты данные молочной продуктивности и основные промеры коров, имеющих не менее трех законченных лактаций. Материалом для исследований служили данные программы «Селэкс», зоотехнического и племенного учета и собственные исследования. Для исследования в выборку было включено 580 голов коров, родившихся в период с 1995 по 2014 гг., имеющих не менее трех законченных лактаций. В зависимости от года рождения, все животные были разделены на 4 генерации: 1-я – родившиеся до 2000 г., 2-я – родившиеся с 2000 по 2004 г., 3-я – родившиеся с 2005 по 2009 г., 4-я – родившиеся с 2010 по 2012 г.

Кровность по голштинской породе у коров 1-й группы была до 50%, 2-й группы – 51-75 %, 3-й группы – 76-85%, 4-й группы – 86-93%. Экстерьер животных оценивался на основе 7 основных промеров: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, косая длина туловища, обхват груди, обхват пясти. Биометрическая обработка результатов оценки экстерьера проведена с использованием программы "Microsoft Excel" с применением общепринятых формул по Н. А. Плохинскому (1969).

**Результаты.** Анализ продуктивных качеств и экстерьерных особенностей коров холмогорской породы показал, что голштинская порода оказала существенное влияние на экстерьер коров (рис. 1-3) и уровень продуктивности (табл. 1). Так, промеры коров-первотелок всех генераций отличаются от промеров чистопородных холмогорских коров. При сравнении с данными А. Л. Соколова (1980) видно, что высота в холке увеличилась на 2,6-8,9%, глубина груди – на 2,0-4,7%, ширина груди – на 1,5-9,6%, ширина в макло-

ках – на 0-3,0 %, обхват груди – на 2,01-0,4%, обхват пясти у первотелок 1-й генерации увеличился на 4,5 %, а 4-й генерации стал меньше на 2,0%. Данная тенденция наблюдается по второй и третьей лактациям.

При сравнении линейных промеров коров разных генераций с возрастом установлено закономерное их увеличение. Так, высота в холке увеличивается к третьей лактации на 2,45-4,34 см ( $P \geq 0,95$ ), глубина груди – на 2,69-4,25 см ( $P \geq 0,95$ ), ширина груди – на 1,65-2,78 см ( $P \geq 0,95$ ), ширина в маклоках – на 1,45-2,77 см ( $P \geq 0,95$ ), косая длина туловища – на 3,43-7,17 см ( $P \geq 0,95$ ), обхват груди – на 3,69-7,40 см ( $P \geq 0,95$ ), обхват пясти – на 0,15-0,88 см ( $P \geq 0,95$ ). При этом наибольшей интенсивностью роста с возрастом отличались животные 3-й генерации (кроме промеров ширины в маклоках и косой длина туловища), а наименьшей – животные 4-й генерации.

При сравнении линейных промеров коров разных генераций по первой лактации видно, что они имеют существенные различия (рис. 1).

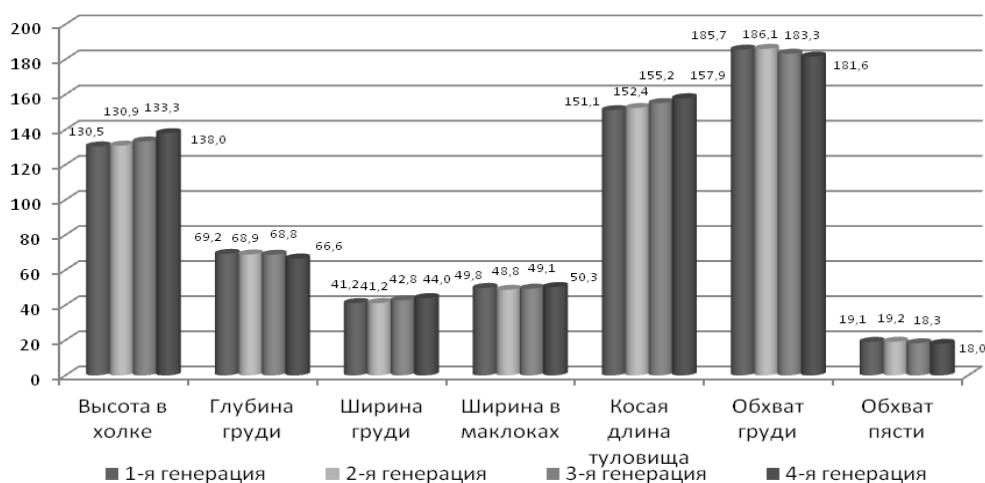


Рис. 1. Динамика промеров экстерьера коров 1-го отела разных генераций

Например, коровы-первотелки 4-й генерации имеют большие широтные промеры, чем сверстницы 1, 2 и 3-й генераций. По высоте в холке они превосходят сверстниц 1 и 2-й генерации на 7,54 см ( $P \geq 0,95$ ), 3-й генерации – на 4,7 см ( $P \geq 0,95$ ), по косой длине туловища – на 6,79-5,55-2,75 см соответственно ( $P \geq 0,95$ ). При этом первотелки 4-й генерации имеют более нежный тип, у них обхват груди меньше, чем у сверстниц 1-3-й генераций, на 4,04-1,66 см, обхват пясти – на 1,10-0,29 см. У коров всех возрастов наблюдается уменьше-

ние глубины груди с 1-й генерации к 4-й на 2,63 см ( $P \geq 0,95$ ).

При сравнении промеров коров разных генераций по второй лактации между собой (рис. 2) было выявлено, что коровы 4-й генерации сохранили превосходство над сверстницами 1, 2 и 3-й генераций по высоте в холке на 3,66-7,1 см ( $P \geq 0,95$ ), ширине груди – на 0,43-2,59 см ( $P \geq 0,95$ ), ширине в маклоках – на 0,24-0,85 см, косой длине туловища – на 1,5-6,07 см ( $P \geq 0,95$ ). Коровы 3-й генерации превосходили своих сверстниц по глубине груди



на 0,24-3,2 см. Обхват груди за лопатками на 3,41-5,6 см ( $P \geq 0,95$ ) был меньше у коров 4-й генерации. Обхват пясти у коров 4-й генера-

ции на 0,23 см ( $P \geq 0,95$ ) был больше, чем у коров 3-й генерации и на 0,54-0,68 см меньше, чем у сверстниц 1 и 2-й генераций.

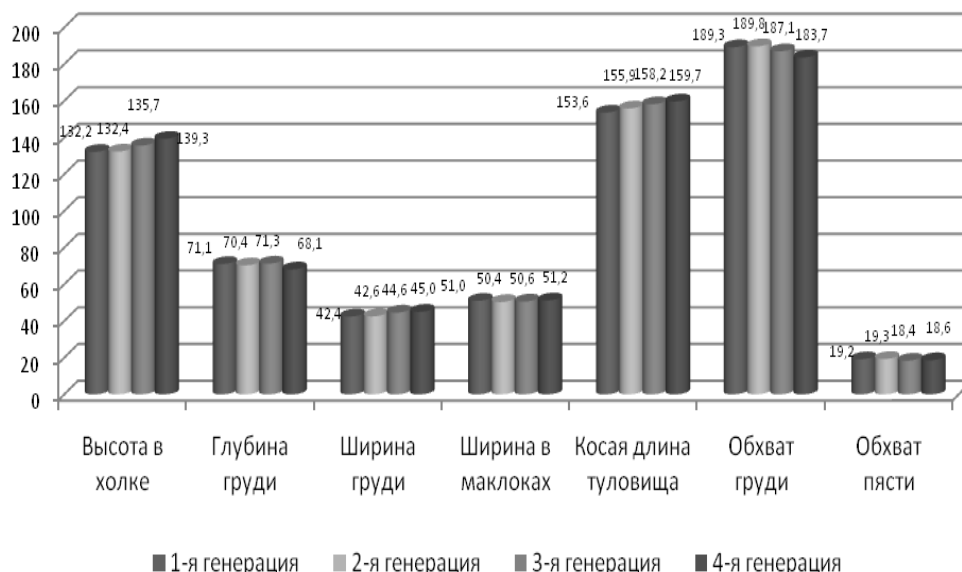


Рис. 2. Динамика промеров экстерьера коров 2-го отела разных генераций

Полновозрастные коровы 4-й генерации также превосходили сверстниц по промерам: высоте в холке – на 7,03 см ( $P \geq 0,95$ ) сверстниц 1 и 2-й генераций и на 2,81 см – 3-й генерации ( $P \geq 0,95$ ), ширине груди – на 0,12-2,27 см ( $P \geq 0,95$ ), косой длине туловища – на 1,27-6,34 см ( $P \geq 0,95$ ). По ширине в маклоках они превосходили на 0,23-0,58 см сверстниц 2 и 3-й генераций, но уступали сверстницам 1-й ге-

нерации на 0,46 см. Полновозрастные коровы 3-й генерации превосходили своих сверстниц по глубине груди на 0,79-3,71 см ( $P \geq 0,95$ ). Обхват груди за лопатками у коров 4-й генерации был меньше, чем у сверстниц, на 5,37-8,01 см ( $P \geq 0,95$ ). Обхват пясти у коров 4-й генерации на 0,41 см ( $P \geq 0,95$ ) был больше, чем у коров 3-й генерации и на 0,37-0,45 см ( $P \geq 0,95$ ) меньше, чем у сверстниц 1 и 2-й генераций.

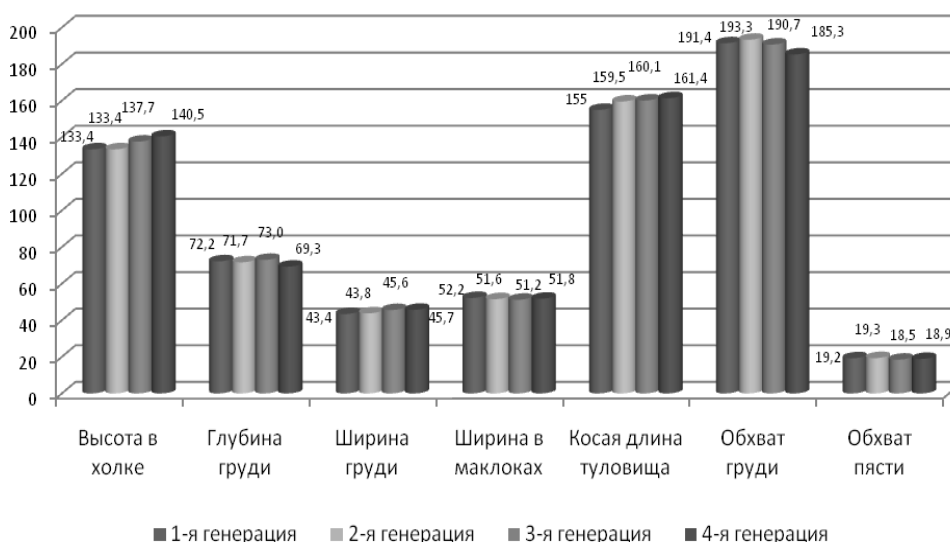


Рис. 3. Динамика промеров экстерьера коров 3-го отела разных генераций

Исследования молочной продуктивности коров (табл. 1) показали закономерное увеличение величины удоя за 305 дней лактации и

живой массы коров с возрастом, независимо от генерации. Наиболее интенсивный рост молочной продуктивности с возрастом имели

коровы 3 и 4-й генераций, их удой увеличился на 1369,8-1388,8 кг, в то время как у коров 1 и 2-й генераций он увеличился на 785 кг. При сравнении у коров разных генераций видно, что наибольшую молочную продуктивность и живую массу имели коровы 4-й генерации. Так, удой первотелок 4-й генерации был выше, чем у сверстниц, на 191,6-1524,8 кг ( $P \geq 0,95$ ), содержание жира в молоке на 0,08-0,21% ( $P \geq 0,95$ ), живая масса была больше на

8,4-45,4 кг ( $P \geq 0,95$ ). Удой полновозрастных коров 4-й генерации был достоверно выше, чем у коров 3-й генерации на 210,6 кг, 2-й генерации – на 1676,2 кг, 1-й генерации – на 2128,6 кг ( $P \geq 0,95$ ). Содержание жира в молоке у полновозрастных коров также было достоверно выше, чем у сверстниц других генераций на 0,05-0,17% ( $P \geq 0,95$ ). Полновозрастные коровы 4-й генерации были крупнее сверстниц на 35,1-44,0 кг ( $P \geq 0,95$ ).

Таблица 1

Молочная продуктивность коров разной генерации

Генерация	Показатели	1 лактация	2 лактация	3 лактация
I	Удой, кг	4237,7±79,3	4763,0±87,9	5022,7±82,7
	МДЖ,%	3,63±0,01	3,66±0,01	3,63±0,01
	Живая масса, кг	465,7±2,4	518,5±2,9	547,3±2,9
II	Удой, кг	4689,7±44,6	4979,3±53,8	5475,1±52,9
	МДЖ,%	3,70±0,01	3,74±0,01	3,75±0,01
	Живая масса, кг	485,1±0,8	521,6±1,0	545,6±1,1
III	Удой, кг	5570,9±53,8	6176,4±84,9	6940,7±52,1
	МДЖ,%	3,76±0,01	3,78±0,01	3,72±0,01
	Живая масса, кг	502,7±0,7	526,8±0,8	554,5±1,3
IV	Удой, кг	5762,5±30,9	6708,1±49,4	7151,3±80,1
	МДЖ,%	3,84±0,01	3,80±0,01	3,80±0,01
	Живая масса, кг	511,1±0,7	553,1±1,5	589,6±1,9

**Выводы.** Голштинская порода оказала существенное влияние на экстерьер и молочную продуктивность коров холмогорской породы. С увеличением кровности по голштин-

ской породе сформировался новый тип холмогорского скота, более высокорослый, с нежным тонким костяком, обладающий высокой молочной продуктивностью.

**Литература**

1. Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных в России и сопредельных странах / сост. Л.К. Эрнст, Н.Г. Дмитриев, И.А. Паронян. Санкт-Петербург : ВНИИРГЖ, 1994. 472 с.
2. Государственная племенная книга крупного рогатого скота холмогорской породы. Москва, 1984. Т. 23. 370 с.
3. Гринин В. Ф. Взаимосвязь молочной продуктивности первотелок различной селекции с параметрами тела // Аграрный вестник Урала. 2015. № 1 (131). С. 41–43.
4. Взаимосвязь между признаками линейной оценки экстерьера и молочной продуктивностью коров / Л. В. Ефимова [и др.] // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. №3 (44). С. 115–124.
5. Любимов А. И., Исупова Ю. В., Юдин В. М. Характеристика продуктивных качеств линий и ветвей в ОАО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики // Вестник Донского государственного университета. 2015. № 1-1 (15). С. 73–77.
6. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Анисимова М. Ю. Линейная оценка экстерьера быков-производителей черно-пестрой породы // Эффективность адаптивных технологий в животноводстве : материалы всерос. науч.-практ. конф. Ижевск : ИжГСХА, 2005. С. 88–92.
7. Любимов А. И., Мартынова Е. Н., Пушкарев О. Г. Экстерьерные типы холмогоро-голштинских коров // Аграрная наука – состояние и проблемы : Тр. регион. научно-практ. конф. Ижевск : ИжГСХА, 2002. Т. I. С. 179–180.
8. Мартынова Е. Н., Широбокова Ю. В. Экстерьерные особенности и продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы разных генераций // Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импорто-замещению сельскохозяйственной продукции : материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. С. 107–109.
9. Мартынова Е. Н., Девятова Ю. В. Линейная оценка экстерьера животных черно-пестрой породы и ее связь с молочной продуктивностью // Молочное и мясное скотоводство. 2004. № 8. С. 23.
10. Мартынова Е. Н., Тюлькина Г. Г. Экстерьерные особенности коров-первотелок разной селекции в ООО «Кипун» Шарканского района Удмуртской Республики // Зоотехническая наука на удмуртской земле. Состояние и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. С. 82–84.
11. Совершенствование молочного скота и формирование желательного типа, адаптированного к разведению в условиях Западного Предуралья / А. И. Любимов, С. Д. Батанов, Е. Н. Мартынова [и др.]. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 237 с.
12. Соколов А. Л. Состояние и направления совершенствования молочного скотоводства в Удмуртской АССР: дис. ... д-ра с.-х. наук М., 1980. 420 с.
13. Когут М. І., Братюк В. М., Даньків В. Я Связь экстерьера и молочной продуктивности у коров симментальской породы // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. № 59. С. 199–204.
14. Оценка быкопроизводящих коров белорусской черно-пестрой породы различных генеалогических комплексов по экстерьеру / И. Н. Коронец [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2008. Т. 43. № 1. С. 62–69.

## EXTERNAL CONFORMATION TRAITS AND MILK PRODUCTION OF HOLSTEINIZED COWS OF KHOLMOGORSKY BREED WITHIN DIFFERENT GENERATIONS

**E. N. Martynova**, Dr. Agr. Sci., Professor;  
**Yu. V. Isupova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor,  
 FSBEI HE Izhevsk SAA  
 11, Studencheskaya St., Izhevsk, 426069, Russia  
 E-mail: [ekate.martynova.55@mail.ru](mailto:ekate.martynova.55@mail.ru)

### ABSTRACT

The paper deals with the research of external conformation traits and milk production within different generations of Kholmogorsky cows improved by Holstein breed under the conditions of the Udmurt Republic. According to the year of birth, all animals were divided into four generations: 1<sup>st</sup> - born before 2000, 2<sup>nd</sup> - born from 2000 to 2004, 3<sup>rd</sup> - born from 2005 to 2009, 4<sup>th</sup> - born from 2010 to 2012. External conformation of animals was evaluated due to the seven basic measurements: height at withers, chest depth, chest width, width at hook bones, slanting body length, chest girth, pastern girth. It is established that linear measurements of cows within different generations have certain differences. Reduction of chest depth by 2.63 cm from the first generation to the fourth is observed in cows of all ages. Full-grown cows of the 4<sup>th</sup> generation also exceeded their herdmates in the following measurements: height at withers by 7.03 cm more than the herdmates of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> generations and by 2.81 cm than the 3<sup>rd</sup> generation, the chest width by 0.12-2.27 cm, slanting body length by 1.27-6.34 cm. The circumference of chest behind the shoulder blades of the 4<sup>th</sup> generation cows was by 5.37-8.01 less cm than herdmates. The pastern girth in the 4<sup>th</sup> generation of cows was by 0.41 cm more than in the 3<sup>rd</sup> generation and by 0.37-0.45 cm less than in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> generations. When comparing milk production in cows of different generations, it is clear that the cows of the 4<sup>th</sup> generation have the highest milk production and live weight.

*Key words: external conformation, stature measurements, generation, cows of Kholmogorsky breed, milk production, live weight.*

### References

1. Geneticheskie resursy sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh v Rossii i sopredel'nykh stranakh (Genetic resources of farm animals in Russia and neighbouring countries), sost. L.K. Ernst, N.G. Dmitriev, I.A. Paronyan, Sankt-Peterburg, VNIIRGZh, 1994, 472 p.
2. Gosudarstvennaya plemennaya kniga krupnogo rogatogo skota kholmogorskoj porody (State stud book of holmogorskaya breed cattle), Moscow, 1984, T. 23, 370 p.
3. Gridin V. F. Vzaimosvyaz' molochnoi produktivnosti pervotelok razlichnoi selektsii s parametrami tela (The relationship of fresh cows milk productivity of different breeding with the parameters of the body), Agrarnyi vestnik Urala, 2015, No. 1 (131), pp. 41–43.
4. Efimova L.V. et al. Vzaimosvyaz' mezhdru priznakami lineinoi otsenki ekster'era i molochnoi produktivnost'yu korov (The relationship between the linear evaluation of exterior signs and dairy cows), Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, No. 3 (44), pp. 115–124.
5. Lyubimov A. I., Isupova Yu. V., Yudin V. M. Kharakteristika produktivnykh kachestv linii i vetvei v OAO «Put' Il'icha» Zav'yalovskogo raiona Udmurtskoj Respubliki (Productive qualities characteristic lines and branches of JSC "Put' Ilyicha» Zav'yalovskiy District of the Udmurt Republic), Vestnik Donskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, No. 1-1 (15), pp. 73–77.
6. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Anisimova M. Yu. Lineinaya otsenka ekster'era bykov-proizvoditelei cherno-pestroi porody (Evaluation of linear score exterior of bulls of black and white breed), Effektivnost' adaptivnykh tekhnologii v zhivotnovodstve, Materialy vseros. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, IzhGSKhA, 2005, pp. 88–92.
7. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Pushkarev O. G. Ekster'ernye tipy kholmogoro-golshtinskikh korov (Exterior types of kholmogoro-holstein cows), Agrarnaya nauka – sostoyanie i problem, Tr. region. nauchno-prakt. konf., Izhevsk, IzhGSKhA, 2002, T. I, pp. 179–180.
8. Martynova E. N., Shirobokova Yu. V. Ekster'ernye osobennosti i produktivnost' korov-pervotelok cherno-pestroi porody raznykh generatsii (Exterior features and productivity of fresh cows of black and white breed of different generations), Rol' molodykh uchenykh-innovatorov v reshenii zadach po uskorennomu importozameshcheniyu sel'skokhozyaistvennoi produktsii, materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, FGBOU VO Izhevskaya GSKhA, 2015, pp. 107–109.
9. Martynova E. N., Devyatova Yu. V. Lineinaya otsenka ekster'era zhivotnykh cherno-pestroi porody i ee svyaz' s molochnoi produktivnost'yu (Linear esteem of exterior of black and white breed and its relationship with milk productivity), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2004, No. 8, p. 23.
10. Martynova E. N., Tyul'kina G. G. Ekster'ernye osobennosti korov-pervotelok raznoi selektsii v OOO «Kipun» Sharkanskogo raiona Udmurtskoj Respubliki (Exterior features of fresh cows of different breeding in LLC "Kipun", Shar-

kanskogo district, Udmurt Republic), Zootehnicheskaya nauka na udmurtskoi zemle. Sostoyanie i perspektivy, materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKhA, 2009, pp. 82–84.

11. Lyubimov A. I., Batanov S. D., Martynova E. N. et al. Sovershenstvovanie molochnogo skota i formirovanie zhelatel'nogo tipa, adaptirovannogo k razvedeniyu v usloviyakh Zapadnogo Predural'ya (Improvement of dairy cattle and the formation of the desired type, adapted to breeding in the Western Urals), Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKhA, 2007, 237 p.

12. Sokolov A. L. Sostoyanie i napravleniya sovershenstvovaniya molochnogo sko-tovodstva v Udmurtskoi ASSR (Status and directions of perfection of dairy cattle breeding in the Udmurt ASSR), dis. ... d-ra s.-kh. nauk, Moscow, 1980, 420 p.

13. Kogut M. I., Bratyuk V. M., Dan'kiv V. Ya Svyaz' ekster'era i molochnoi pro-ektivnosti u korov simmental'skoi porody (Link between exteriors and milk production in cows of Simmental breed), *Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarinnitstvo*, 2016, No. 59, pp. 199–204.

14. Koronets I. N. et al. Otsenka bykoproizvodyashchikh korov belorusskoi cherno-pestroi porody razlichnykh genealogicheskikh kompleksov po ekster'eru (Assessment of bull-producing cows of the Belarusian black-Motley breed of different genealogical complexes on the exterior), *Zootehnicheskaya nauka Belarusi*, 2008, T. 43, No. 1, pp. 62–69.

УДК 636.52/.58.087.7:636:612.015.3

## ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО ФАКТОРА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**А. А. Овчинников**, д-р с.-х. наук, профессор;

**Л. Ю. Овчинникова**, д-р с.-х. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,

ул. Гагарина, 13, г. Троицк Челябинская обл., Россия, 457100

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

*Аннотация.* Микотоксинами поражается до 70 и более процентов всех заготавливаемых зерновых кормов. Единственно радикальным методом снижения патогенной нагрузки на живой организм является использование кормовых добавок сорбционного действия. Целью проведенных исследований являлось сравнение продуктивности цыплят-бройлеров кросса «Иза-15» при использовании в рационе кормовых добавок Элитокс в дозе 0,13% и Пробитокс в количестве 0,10% от массы корма. Экспериментальная часть исследования была выполнена в условиях птицефабрики ООО «Чебаркульская птица» Чебаркульского района Челябинской области. При выращивании цыплят-бройлеров на полнорационном комбикорме Элитокс увеличил абсолютный и среднесуточный прирост живой массы бройлеров на 5,3%, Пробитокс – на 6,5%. В обеих опытных группах в сравнении с контрольной сохранность поголовья возросла на 4,0%. Наибольшие анаболические процессы обмена веществ в организме птицы были отмечены при использовании Пробитокса и характеризовались увеличением в крови гемоглобина, общего белка и липидов, бета-липопротеидов и снижением уровня мочевины. Элитокс в рационе птицы повысил убойный выход тушки на 1,1%, Пробитокс – на 1,42%. При этом в тушке цыплят-бройлеров, получавших Элитокс, в сравнении с контрольной, выход съедобных частей был выше на 6,3%, с добавкой Пробитокса – на 10,6% за счет мышечной ткани (на 79,20 г и 94,8 г), кожи с подкожным жиром (на 13,4 г и на 17,0 г) и внутреннего жира (на 4,40 г и 4,20 г). Кормовая добавка Элитокс позволила снизить затраты корма на единицу прироста живой массы бройлеров на 6,7-6,9%, с использованием Пробитокса – на 8,6-8,7%.

*Ключевые слова:* цыплята-бройлеры, кормовая добавка адсорбента, живая масса, морфобиохимические показатели крови, мясная продуктивность, затраты корма.

**Введение.** Рентабельность работы любого сельскохозяйственного предприятия во многом зависит не только от породного состава скота или кросса птицы, но и от качества используемых кормов [15, 22]. Питательная ценность зерновых кормов резко снижается из-за содержания в них антипитательных веществ – микотоксинов, являющихся проду-

центами роста и развития многих плесеней. Статистика показывает, что микотоксикозами в Российской Федерации поражается до 70% и более всех заготавливаемых кормов [6, 18]. Это, в свою очередь, снижает иммунный статус организма птицы, нарушает нормофлору желудочно-кишечного тракта, конверсию питательных веществ рациона в продукцию,

прирост живой массы и сохранность поголовья [2, 8, 20-21].

На сегодняшний день единственным возможным способом профилактики микотоксикозов и снижения патогенной нагрузки на живой организм является использование в рационах сельскохозяйственных животных и птицы адсорбирующих кормовых добавок минерального и органического происхождения [1-5, 9-10, 12, 14, 17, 19], которые в желудочно-кишечном тракте сорбируют на своей поверхности токсины, условно-патогенную микрофлору, метаболиты недоокисленных продуктов обмена веществ. Однако в последние годы природные адсорбенты стали использовать как матрицу для транспорта многих биологически активных веществ. Это, прежде всего пробиотические бактериальные культуры, которые в совокупности с адсорбентом увеличивают биологический эффект продуктивности [16]. Разнообразие кормовых добавок заставляет искать наиболее оптимальные, с точки зрения их стоимости и эффективности, биологически активные добавки, без которых невозможна реализация генетического потенциала продуктивности. Вот почему в условиях разных сельскохозяйственных предприятий применение одной и той же кормовой добавки может показать неодинаковые результаты продуктивности и экономики производства.

*Целью* проведенных исследований являлось сравнение эффективности использования в рационах цыплят-бройлеров кормовых добавок сорбционного действия Элитокс и Пробиотокс. В ходе выполнения исследований решались следующие задачи: проанализировать продуктивность цыплят-бройлеров, их сохранность в процессе выращивания, сравнить обмен веществ в организме и показатели мясной продуктивности, рассчитать затраты корма на единицу произведенной продукции.

**Методика.** Экспериментальная часть выполнена в условиях птицефабрики ООО «Чебаркульская птица», Чебаркульского района Челябинской области в 2015 году на птице мясного направления продуктивности

«Иза-15». Три группы цыплят-бройлеров, по 100 голов в каждой, в процессе выращивания получали стандартный полнорационный комбикорм ПК-5 и ПК-6, на фоне которого II группе дополнительно вводили кормовую добавку Элитокс в дозе 0,13%, а III опытной группе – Пробиотокс в количестве 0,10% от массы корма. Вся птица находилась в одинаковых условиях содержания в соответствии с требованиями для данного кросса.

Динамику живой массы бройлеров контролировали еженедельным индивидуальным взвешиванием [11], показатели мясной продуктивности определяли по результатам контрольного убоя птицы в возрасте 39 суток [13]. Контроль за обменом веществ в организме цыплят-бройлеров проводили путем взятия крови у 5 голов из каждой группы в возрасте 28 и 39 суток. Биологический материал исследовали по общепринятым методикам [7]. Затраты корма на единицу прироста живой массы рассчитывали на основании фактически потребленных кормов, полученного абсолютного прироста живой массы и сохранности поголовья за период выращивания птицы.

Полученный материал обрабатывали биометрически, достоверной считали разницу при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** Контроль за изменением живой массы цыплят-бройлеров показал, что обе адсорбирующие кормовые добавки положительно повлияли на рост и развитие птицы (табл. 1).

Достоверные изменения между группами цыплят-бройлеров были отмечены в возрасте четырех недель, когда живая масса птицы II группы превосходила аналогов I контрольной на 3,7%, III группа – на 5,0% ( $p \leq 0,001$ ), в 39 суток – на 5,2 и 6,4% ( $p \leq 0,001$ ). В результате чего во II опытной группе абсолютный и среднесуточный прирост живой массы превосходил I контрольную на 5,3%, в III группе – на 6,5% ( $p \leq 0,001$ ). При этом сохранность поголовья в опытных группах была на 4,0% выше в сравнении с I контрольной группой.

Таблица 1

Изменение живой массы и сохранности бройлеров за период опыта ( $X \pm S_x$ ,  $n=100$ )

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса цыплят (г) в возрасте, сутки:			
1	40,40±0,15	40,15±0,14	40,18±0,14
7	127,7±01,11	128,83±1,18	129,16±1,18
14	408,40±4,76	421,43±4,38	453,61±6,99
21	807,75±6,06	838,98±6,79	867,66±7,61

Окончание таблицы 1

Показатель	Группа		
	I	II	III
28	1350,30±2,51	1400,62±5,77***	1418,52±6,49***
39	2187,58±10,16	2300,44±12,09***	2327,79±9,51***
Абсолютный прирост, г	2147,18±10,13	2260,29±12,05***	2287,61±9,54***
Среднесуточный прирост, г	56,51±0,27	59,48±0,32***	60,20±0,25***
в % к I группе	100,0	105,3	106,5
Сохранность поголовья, %	93,0	97,0	97,0

Примечание: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  и далее

Полученное различие в живой массе объясняется течением обменных процессов в организме птицы. Наиболее интенсивно они

протекали в последние 11 суток выращивания цыплят-бройлеров, о чем свидетельствуют данные таблицы 2.

Таблица 2

Морфо-биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 39 суток ( $X \pm S_x$ ,  $n=5$ )

Показатель	Группа		
	I	II	III
Эритроциты, млн./мкл	3,73±0,13	4,02±0,13	4,04±0,12
Гемоглобин, г/л	116,20±1,74	121,40±1,03	123,20±1,71*
Общий белок, г/л	36,0±0,40	36,7±0,50	38,4±0,50**
Мочевина, ммоль/л	2,59±0,09	2,15±0,10**	2,09±0,11***
Глюкоза, ммоль/л	10,28±0,38	12,02±0,71*	11,77±0,42
Общие липиды, г/л	4,02±0,09	4,15±0,10	4,18±0,09
$\beta$ -липопротеиды, мг/л	118,20±1,28	123,40±1,89	131,00±1,05***
Кальций, ммоль/л	2,54±0,09	2,66±0,04	2,71±0,05
Фосфор, ммоль/л	1,95±0,02	1,99±0,06	1,78±0,07

Повышение гемоглобина в крови птицы опытных групп в сравнении с контрольной на 4,5 и 6,0% ( $p \leq 0,05$ ) с одновременным увеличением числа эритроцитов свидетельствует о более высоких окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организме. Однако в III опытной группе, где бройлеры получали кормовую добавку Пробиотекс, использование азотистых веществ и липидов корма было выше в сравнении с аналогами II группы. Так, разница в количестве общего белка в сыворотке крови составила 4,6% ( $p \leq 0,01$ ), в количестве бета-липопротеидов –

6,2% ( $p \leq 0,05$ ), а в сравнении с I контрольной группой – 6,7 и 10,8% ( $p \leq 0,01-0,001$ ). При этом уровень мочевины в сыворотке крови птицы II группы был ниже контрольной на 17,0%, в III группе – на 19,3% ( $p \leq 0,01-0,001$ ).

Более высокий уровень обменных процессов в организме цыплят-бройлеров опытных групп увеличил ретенцию азотистых веществ и липидов корма в развитии основных тканей тела. В результате чего убойный выход тушки бройлеров II группы в сравнении с I контрольной был выше на 1,10%, в III группе – на 1,42% (табл. 3).

Таблица 3

Результаты контрольного убоя птицы, ( $X \pm S_x$ ,  $n=5$ )

Показатель	Группа		
	I	II	III
Предубойная живая масса, г	2195,00±7,42	2302,00±17,72**	2328,80±8,91**
Масса полупотрошенной тушки, г	1762,60±8,91	1856,60±11,45**	1883,40±7,54**
Убойный выход полупотрошенной тушки, %	80,3±0,17	80,7±0,32	80,9±0,04
Масса потрошенной тушки, г	1558,80±14,59	1658,80±12,33**	1686,40±11,25**
Убойный выход потрошенной тушки, %	71,0±0,75	72,10±0,26	72,42±0,40

При этом в тушке цыплят-бройлеров опытных групп (рис.) количество мышечной ткани было выше контрольной группы на 79,20 г и 94,8 г ( $p \leq 0,05$ ), кожи с подкожным жиром – на 13,4 г и на 17,0 г, внутреннего жи-

ра – на 4,40 г и 4,20 г, что увеличило выход съедобных частей на 73,2 г, или на 6,3% – во II и на 123,60 г, или на 10,6% – в III группе ( $p \leq 0,01$ ).

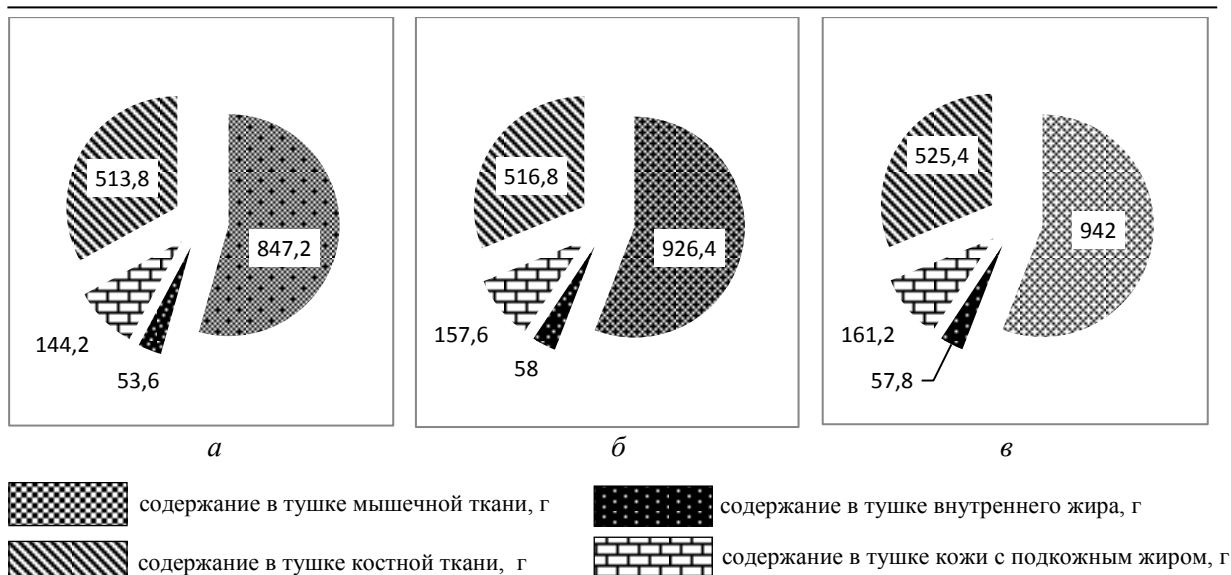


Рис. Морфологический состав тушки цыплят-бройлеров:  
а – I группы; б – II группы; в – III группы

Учет фактически скормленного комбикорма и полученного абсолютного прироста живой массы позволил провести расчет затрат корма на единицу прироста живой массы, который в I контрольной группе составил 1,64 кг комбикорма, 21,77 МДж обменной энергии и 324 г сырого протеина, во II группе эти показатели были ниже на 6,7-6,9%, в III группе – на 8,6-8,7%.

**Выводы.** 1. Адсорбирующие кормовые добавки в рационе цыплят-бройлеров повысили сохранность поголовья, ускорили рост и

развитие птицы. 2. Наиболее высокий обмен веществ в организме цыплят-бройлеров наблюдался при использовании Пробитокса, в меньшей степени – с добавкой Элитокса. 3. В тушке цыплят-бройлеров, получавших Пробитокс, количество съедобных частей превосходило аналогов с добавкой Элитокса и контрольную группу. 4. Наименьшие затраты корма на единицу прироста живой массы отмечены в группе с Пробитоксом, в меньшей степени – при использовании Элитокса.

#### Литература

1. Басыров А., Гадиев Р. Глауконит в рационах мясных гусят // Птицеводство. 2012. № 1. С. 35–36.
2. Галиев Д. М., Шацких Е. В. Качество мяса цыплят-бройлеров при использовании кормовой добавки «Карбитокс» // Аграрная наука – сельскому хозяйству : мат. междунар. науч.-практ. конф. Алтайского ГАУ. Барнаул, 2016. Т.7. С. 95–97.
3. Гулюшин С., Ковалев В. Какой сорбент лучше? // Птицеводство. 2009. № 11. С. 41–43.
4. Егоров И., Чесноков Н., Давтян Д. Микосорб снижает токсичность корма // Птицеводство. 2004. № 3. С. 29–30.
5. Измайлович И. Б. Энтеросорбент микотоксинов «Заслон» в рационах цыплят-бройлеров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. Горского ГАУ. Владикавказ. 2016. С. 228–237.
6. Ключевский В. Снижая риск микотоксинов // Свиноводство. 2016. № 3. С. 37.
7. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : учебник. Москва : КолосС, 2004. 520 с.
8. Ковальский П., Нарер К., Штаркль В., Хофштеттер У., Греньер Б., Сульок М. Влияние микотоксинов на организм птицы // Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России : мат. XVIII междунар. науч. конф. Всемирной научной ассоциации по птицеводству (ВНАП) Российское отделение НП «Научный центр по птицеводству». Сергиев Пасад, 2015. С. 160.
9. Кононенко С. И. Эффективность применения разных способов снижения риска афлатоксикоза при выращивании цыплят-бройлеров // Сб. науч. тр. Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 1–1. С. 4.
10. Кононенко С. И., Тедтова В. В., Витюк Л. А., Салбиева Ф. Т., Паючек В. Г. Эффективность применения разных способов снижения риска афлатоксикоза при выращивании цыплят-бройлеров // Сб. науч. тр. Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 3. № 1-1. С. 93–96.
11. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных : учебник. Москва: Колос, 1973. 312 с.
12. Латыпова Г. Южно-Уральские цеолиты в рационах кур // Птицеводство. 2006. № 11 С. 48.
13. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тешек и органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы / В. С. Лукашенко, М. А. Лысенко, Т. А. Столяр [и др.]. Москва : ВНИТИП, 2004. С.55 .
14. Овчинников А. А., Долгунов А. С. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при использовании в рационе различных сорбентов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2011. Т.208. С. 60–64.

15. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю. Состояние обмена веществ и продолжительность хозяйственного использования коров в зависимости от качества корма // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 1. С. 10–15.
16. Овчинников А.А., Фирсов А.С. Использование в рационе цыплят-бройлеров сорбента и пробиотика // Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. 2014. № 6. С.3–14.
17. Пыхтина Л. А, Ерисанова О. Е, Улитко В. Е, Туктагулов В. Г. Повышение продуктивности и сохранности бройлеров посредством использования в их рационах препаратов из местного минерального сырья // Актуальные вопросы аграрной науки и образования : мат. междунар. научно-практич. конф. Ульяновской ГСХА. Ульяновск, 2008. С. 139–144.
18. Селимов Р. Н., Джатроева А. А., Метальников П. С., Комаров А. А. Определение содержания микотоксинов в кормах и кормовом сырье методом ВЭЖК с масс-спектрометрическим детектором // Ветеринария. 2017. № 12. С. 53–57.
19. Шацких Е. В., Бураев М. Э., Луцкая Л. П., Котомцев В. В. Минеральная сорбционная добавка БШ в комбикормах для цыплят-бройлеров // Главный зоотехник. 2015. № 4. С. 45–53.
20. Huwing A. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents // Toxicology letters. 2001. № 122. P. 179–188.
21. Ivkovic S., Zabcic D. The effect of tribomechanically activated zeolite (TMAZ) on total antioxidant status of healthy individuals and patients with malignant disease // Free radical biology and medicine. 2002. № 33. Pp. 100–102.
22. Ominski K. H., Marquard R. R., Sinha R. N., Abramson D. Ecological Aspects of Growth and Micotoxin Production by Storage Fungi. Cambridge Univ. Press., 2010. P. 287–312.

## THE INFLUENCE OF FEED FACTOR ON CHICKEN-BROILERS PERFORMANCE

**A. A. Ovchinnikov**, Dr. Agr. Sci., Professor;

**L. Yu. Ovchinnikova**, Dr. Agr. Sci., Professor,

FSBEI HE South Ural State Agrarian University

13, Gagarina St., Troitsk, Chelyabinskaya Oblast, 457100, Russia

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

### ABSTRACT

Mycotoxins affect up to 70 percent and more of all prepared grain fodders. The only radical method for reducing the pathogenic burden on a living organism is the application of fodder supplements of sorption action. The aim of research was to compare broilers performance of the Iza-15 cross during the application of dietary supplements Elitox in a dose of 0.13% and Probitox equal to 0.10% of fodder weight. An experimental part of research was carried out at poultry plant in Chelyabinskaya Oblast. When chicken-broilers were raised on complete mixed fodder, Elitox increased a total and daily average gain of broiler live weight by 5.3%, Probitox by 6.5%. In comparison with the control group, the safety of poultry stock increased by 4.0% in both experimental groups. The largest anabolic processes of metabolism in poultry were observed with the application of Probitox and characterized by an increase in hemoglobin in blood, total protein and lipids, beta-lipoproteins and a decrease in urea level. Elitox in poultry ration increased the slaughter carcass yield of broilers by 1.1%, Probitox – by 1.42%. In carcass of chicken-broilers which received Elitox, the yield of edible parts in comparison with the control group was higher by 6.3%, with the addition of Probitox – by 10.6% due to muscle tissue (by 79.20 g and 94.8 g), skin with subcutaneous fat (by 13.4 g and by 17.0 g) and internal fat (by 4.40 g and 4.20 g). Fodder supplement Elitox allowed reducing feed costs per unit of live weight gain of broilers by 6.7-6.9%, with the application of Probitox – by 8.6-8.7%.

*Key words: chicken-broilers, adsorbent fodder supplement, live weight, morpho-biochemical indicators of blood, meat productivity, feed costs.*

### References

1. Basyrov A., Gadiev R. Glaukonit v ratsionakh myasnykh gusyat (Glauconite in rations of meat goslings), Ptitsevodstvo, 2012, No. 1, pp. 35–36.
2. Galiev D. M., Shatskikh E. V. Kachestvo myasa tsyplyat-broilerov pri ispol'zovanii kormovoi dobavki «Karbitoks» (Quality of meat of broiler chickens using the feed additive "Karbitoks"), Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu, mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Altaiskogo GAU, Barnaul, 2016, T.7, pp. 95–97.
3. Gulyushin S., Kovalev V. Kakoi sorbent luchshe? (Which sorbent is better?), Ptitsevodstvo, 2009, No. 11, pp. 41–43.
4. Egorov I., Chesnokov N., Davtyan D. Mikosorb snizhaet toksichnost' korma (Mycosorb reduces the toxicity of food), Ptitsevodstvo, 2004, No. 3, pp. 29–30.
5. Izmailovich I. B. Enterosorbent mikotoksinov «Zaslon» v ratsionakh tsyplyat-broilerov (Enterosorbent mycotoxins "Zaslon" in rations of broiler chickens), Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva, sb. nauch. tr. Gorskogo GAU, Vladikavkaz, 2016, pp. 228–237.
6. Klyuchevskii V. Snizhaya risk mikotoksinov (Reducing the risk of mycotoxins), Svinovodstvo, 2016, No. 3, p. 37.
7. Kondrakhin I. P. Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki : uchebnyk (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: a textbook), Moscow, KolosS, 2004, 520 p.



8. Koval'skii P., Narer K., Shtarkl' V., Khofshtetter U., Gren'er B., Sul'ok M. Vliyanie mikotoksinov na organizm ptitsy (Influence of mycotoxins on the poultry organism). Innovatsionnoe obespechenie yaichnogo i myasnogo ptitsevodstva Rossii. mat. XVIII mezhdunar. nauch. konf. Vsemirnoi nauchnoi assotsiatsii po ptitsevodstvu (VNAP) Rossiiskoe otdelenie NP «Nauchnyi tsentr po ptitsevodstvu», Sergiev Pasad, 2015, p. 160.
9. Kononenko S. I. Effektivnost' primeneniya raznykh sposobov snizheniya riska aflatoksiKOza pri vyrashchivanii tsyplyat-broilerov (Efficiency of application of different ways to reduce the risk of aflatoxicosis in growing chicken broilers), Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva, 2014, T. 3, No. 1–1, p. 4.
10. Kononenko S. I., Tedtova V.V., Vityuk L. A., Salbieva F. T., Payuchek V. G. Effektivnost' primeneniya raznykh sposobov snizheniya riska aflatoksiKOza pri vyrashchivanii tsyplyat-broilerov (Efficacy of the use of different ways to reduce the risk of aflatoxicosis in growing chicken broilers), Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva, 2012, T. 3, No. 1-1, pp. 93–96.
11. Kravchenko N. A. Razvedenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh : uchebnik (Agricultural Breeding : Textbook), Moscow, Kolos, 1973, 312 p.
12. Latypova G. Yuzhno-Ural'skie tseolity v ratsionakh kur (South-Ural zeolites in rations of hens), Ptitsevodstvo, 2006, No. 11, p. 48.
13. Lukashenko V. S., Lysenko M. A., Stolyar T. A. et al. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu anatomicheskoi razdelki teshek i organolepticheskoi otsenki kachestva myasa i yaits sel'skokhozyaistvennoi ptitsy (Methodological recommendations for the anatomical cutting of the testes and an organoleptic assessment of the quality of meat and eggs of agricultural birds), Moscow, VNITIP, 2004, p. 55 .
14. Ovchinnikov A.A., Dolgunov A.S. Myasnaya produktivnost' tsyplyat-broilerov pri ispol'zovanii v ratsione razlichnykh sorbentov (Meat production of broiler chickens when using different sorbents in the diet), Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N.E. Baumana, 2011, T.208, pp. 60–64.
15. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.Yu. Sostoyanie obmena veshchestv i prodolzhitel'nost' khozyaistvennogo ispol'zovaniya korov v zavisimosti ot kachestva korma (The state of metabolism and the duration of economic use of cows, depending on the quality of feed), Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo, 2015. No. 1, pp. 10–15.
16. Ovchinnikov A.A., Firsov A.S. Ispol'zovanie v ratsione tsyplyat-broilerov sorbenta i probiotika (Use of sorbent and probiotic broiler chickens in the diet), Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i tekhnologiya kormov, 2014, No. 6, pp. 3–14.
17. Pykhtina L. A., Erisanova O. E., Ulit'ko V. E., Tuktagulov V. G. Povyshenie produktivnosti i sokhrannosti broilerov posredstvom ispol'zovaniya v ikh ratsionakh preparatov iz mestnogo mineral'nogo syr'ya (Increase the productivity and safety of broilers by using in their rations preparations from local minerals), Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki i obrazovaniya, mat. mezhdunar. nauchno-praktich. konf. Ul'yanovskoi GSKhA, Ul'yanovsk, 2008, pp. 139–144.
18. Selimov R. N., Dzhatroeva A. A., Metal'nikov P. S., Komarov A. A. Opredelenie soderzhaniya mikotoksinov v kormakh i kormovom syr'e metodom VEZhK s mass-spektrometricheskimi detektorami (Determination of the content of mycotoxins in feed and feed stuffs using the HPLC method with a mass spectrometric detector), Veterinariya, 2017, No. 12, pp. 53–57.
19. Shatskikh E. V., Buraev M. E., Lutsкая L. P., Kotomtsev V. V. Mineral'naya sorbtsionnaya dobavka BSh v kombi-kormakh dlya tsyplyat-broilerov (Mineral sorption additive BSH in mixed fodders for chicken-broilers), Glavnyi zootekhnik, 2015, No. 4, pp. 45–53.
20. Huwing A. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents, Toxicology letters, 2001, No. 122, pp. 179–188.
21. Ivkovic S., Zabcic D. The effect of tribomechanically activated zeolite (TMAZ) on total antioxidant status of healthy individuals and patients with malignant disease, Free radical biology and medicine, 2002, No. 33, pp. 100–102.
22. Ominski K. H., Marquard R. R., Sinha R. N., Abramson D. Ecological Aspects of Growth and Micotoxin Production by Storage Fungi, Cambridge Univ. Press., 2010, pp. 287–312.

УДК 619.8:617

## ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АРТЕРИЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР ГЛАЗА КОШКИ

**К. М. Пладистая**, аспирант;

**Н. А. Татарникова**, д-р ветеринар. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

E-mail: [pkm.ru@rambler.ru](mailto:pkm.ru@rambler.ru); [tatarnikova-n-a@ya.ru](mailto:tatarnikova-n-a@ya.ru)

*Аннотация.* В 2016-2018 гг. на базе кафедры инфекционных болезней Пермского ГАТУ проводили макро- и микроследование глазных яблок и внеглазных структур кошек для изучения возрастных изменений артерий различных структур глаза. Материал для исследования (глазное яблоко с окружающими тканями) отобран у 16-ти кошек в возрасте от 8 до 20 лет после наступления естественной смерти, либо эвтаназии. После удаления глазное яблоко подвергалось биометрическому исследованию, в процессе которого проводилось измерение размеров органа, определялась его форма, цвет и консистенция, наличие внешне видимых очаговых из-

менений. Далее производилась вырезка материала, которая предполагает взятие адекватного для исследования объема ткани, разной по структуре и свойствам. Полученные срезы исследовали в световом микроскопе фирмы Axioscop 40 с окуляром x10, при увеличениях объектива x5; x40; x100. Выявлено, что глазное яблоко и окружающие его ткани могут повреждаться при различных воздействиях на них, в том числе и естественным образом с течением жизни животного. Кровоснабжение глазного яблока осуществляется целым комплексом артериальных и венозных сосудов, обеспечивающих трофику внутриглазных и внеглазных тканей. Сосуды глаза имеют свои особенности гистологического строения, различные во внеглазных тканях, сосудах сетчатки, взаимосвязанные в единой системе кровообращения. В структурах глазного яблока преобладают артерии мышечного типа. На исследуемом материале стенки артерий мышечного и мышечно-эластического типа утолщались за счет гипертрофии, отека, плазматического пропитывания, склероза мышечной оболочки, а также за счет увеличения ядродержащих участков эндотелиальных клеток, выступающих в сосудистые просветы.

*Ключевые слова:* кошка, глаз, возрастные изменения, гистология, артерия.

**Введение.** Глазное яблоко и окружающие его ткани могут повреждаться при различных воздействиях на них, в том числе и естественным образом с течением жизни животного [2, 4]. Здесь следует отметить ослабление нейроэндокринного влияния со стороны центральной нервной системы и желез внутренней секреции, которые претерпевают изменения с течением жизни [5].

Кровоснабжение глазного яблока осуществляется целым комплексом артериальных и венозных сосудов, обеспечивающих трофику внутриглазных и внеглазных тканей [1, 3]. Сосуды глаза имеют свои особенности гистологического строения, различные во внеглазных тканях, сосудах сетчатки, взаимосвязанные в единой системе кровообращения [6].

Артерии смешанного типа, занимающие среднее положение между артериями эластического и мышечного типов, могут изменять ширину просвета и в то же время способны противостоять высокому давлению крови благодаря эластическим структурам в стенках [7, 8].

В структурах глазного яблока преобладают артерии мышечного типа. Строение стенок мышечных артерий существенно отличается от артерий эластического и смешанного типов [10]. У всех артерий мышечного типа имеется фенестрированная внутренняя эластическая мембрана, которая в световом микроскопе выглядит как волнистая ярко-розовая полоска.

Артерии мышечного типа регулируют региональное кровоснабжение (приток крови в сосуды микроциркуляторного русла), поддерживают артериальное давление [10, 12].

По мере уменьшения диаметра артерии все их оболочки истончаются, уменьшается

толщина подэндотелиального слоя и внутренней эластической мембраны. Постепенно убывает количество гладких миоцитов и эластических волокон в средней оболочке, исчезает наружная эластическая мембрана. В наружной оболочке уменьшается количество эластических волокон [9, 11].

*Цель* данного исследования – подробно рассмотреть изменения со стороны артерий глаза в возрастном аспекте.

**Методика.** Материал для исследования (глазное яблоко с окружающими тканями) отбирался у животных в возрасте от восьми до двадцати лет, после наступления естественной смерти, либо эвтаназии на базе кафедры инфекционных болезней Пермского ГАТУ.

После удаления глазное яблоко подвергалось биометрическому исследованию, в процессе которого проводилось измерение размеров органа, определялась его форма, цвет и консистенция, наличие внешне видимых очаговых изменений.

Далее производилась вырезка материала, которая предполагает взятие адекватного для исследования объема ткани, разной по структуре и свойствам. Именно поэтому глазное яблоко является одним из наиболее сложных объектов для гистологической проводки.

Полученные срезы исследовали в световом микроскопе фирмы Axioscop 40 с окуляром x10, при увеличениях объектива x5; x40; x100. В процессе изучения гистологического образца проводилось подробное описание его морфологического строения, на основании которого определялась структура тканей глаза (эпителиальный компонент, строма органа и сосудистая сеть, нервные ткани, хрусталик, стекловидное тело).

**Результаты.** На нашем материале, полученном от кошек в возрасте от восьми до девятнадцати лет, стенки артерий мышечного и мышечно-эластического типа утолщались за счет гипертрофии, отека, плазматического

пропитывания, склероза мышечной оболочки, а также за счет увеличения ядросодержащих участков эндотелиальных клеток, выступающих в сосудистые просветы (рис. 1).

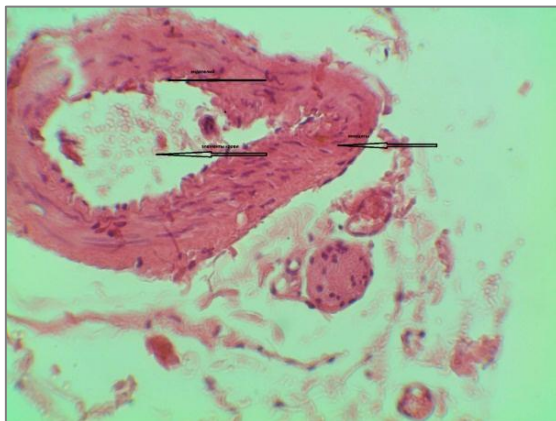


Рис. 1. Артерия мышечно-эластического типа глаза. Утолщение средней оболочки, десквамация эндотелиальных клеток. x40. Гематоксилин и эозин

Поры между эндотелиальными клетками расширились, клетки слущивались в просветы сосудов, тем самым, обнажая участки базальной мембраны. Эластический каркас сосудистой стенки истончался, волокнистые структуры подвергались дезорганизации, набухали. В связи с описанными изменениями стенки сосудов утолщались, при этом повышалась сосудистая проницаемость с возможностью

формирования отека мягких тканей, при длительном существовании переходящего в склероз (рис. 2). В просветах сосудов формировались эритроцитарные скопления – сладж – феномен в связи с изменениями реологических свойств крови, обусловленных нарушением сосудистого тонуса.

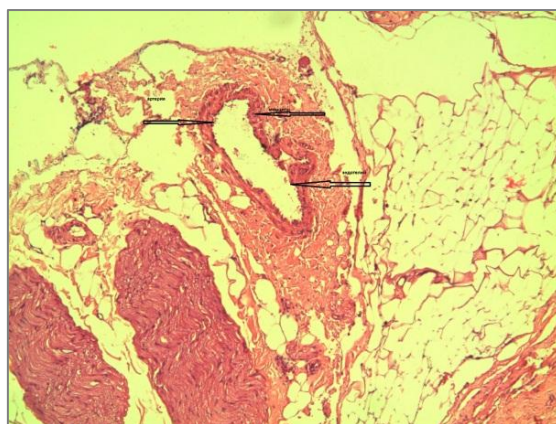


Рис. 2. Артерия мышечно-эластического типа глаза. Распространенный периартериальный отек. x10. Гематоксилин и эозин

Обнаруженные процессы расценивались нами как необратимые, способствующие прогрессированию дистрофических и атрофических изменений мышечной ткани.

Просветы мелких артериальных сосудов довольно значительно сужались как за счет

плазморрагии, так и за счет распространенного периваскулярного отека (рис. 3), что нарушало приток крови к структурам глазного яблока, особенно существенно ухудшалось кровоснабжение сетчатки как наиболее сложно организованной системы.

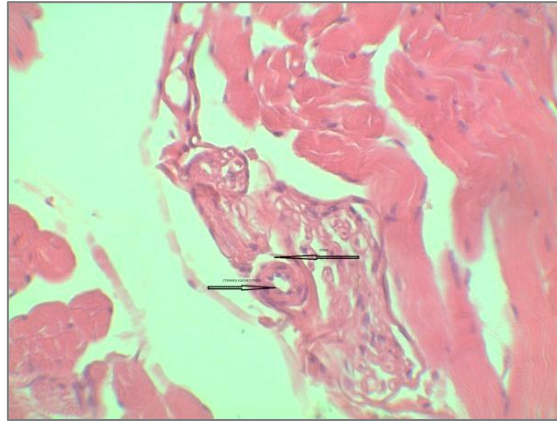


Рис. 3. Артерия мышечного типа глаза. Выраженное утолщение стенки за счет плазморрагии. Распространенный периартериальный отек. x40. Гематоксилин и эозин

Стенки артерий деформировались ввиду развития склероза, просветы их выглядели неравномерными (рис 4).

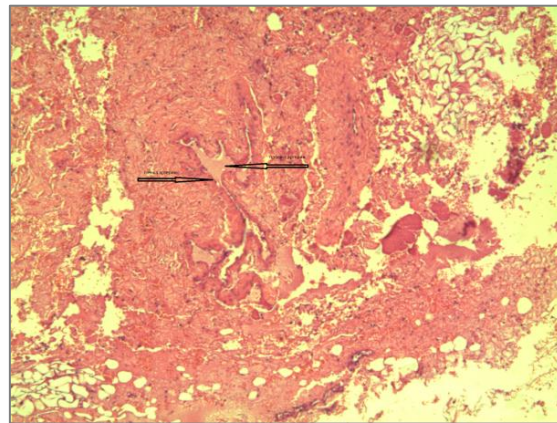


Рис. 4. Артерия мышечно-эластического типа глаза. Выраженная деформация стенки и просвета за счет склероза. x10. Гематоксилин и эозин

В качестве компенсаторного механизма, направленного на улучшение кровоснабжения тканей глаза, мы наблюдали формирование сосудистых коллатералей (рис. 5, 6), которые не всегда адекватно могли справляться с возложенной на них функцией.

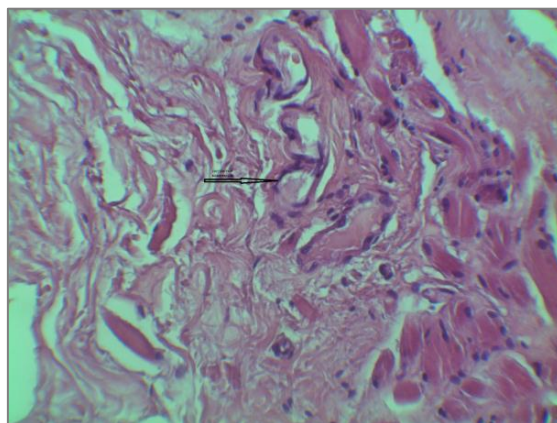


Рис. 5. Сосудистые коллатерали. Тесно расположенные сосуды малого калибра. x40. Гематоксилин и эозин

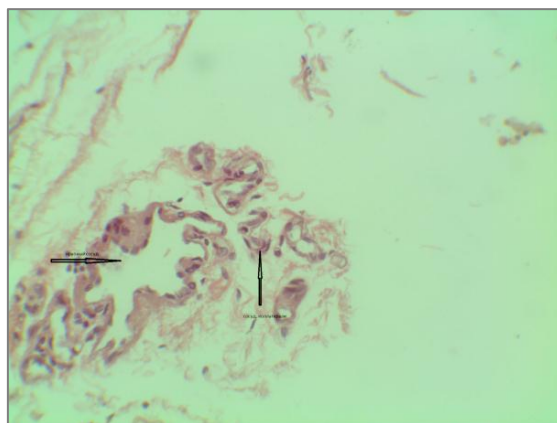


Рис. 6. Сосудистые коллатерали вокруг стенки крупного сосуда. Тесно расположенные сосуды малого калибра. х40. Гематоксилин и эозин

Патологические изменения стенок сосудов глаза кошек в возрастном аспекте можно представить следующим образом: при изменении гормонального и эндокринного фона организма ухудшается иннервация преимущественно мышечной оболочки, изменяется ее тонус. При этом увеличивается объем мышечных волокон за счет дистрофических изменений, мышечная оболочка утолщается за счет отека межмышечных прослоек. При длительном существовании таких изменений в стенке сосуда формируются склеропластические изменения, гиалиноз, сосуд превращается в плотную трубочку, с отсутствием тонуса стенок.

Периваскулярный отек усугубляет тканевую гипоксию и нарушает активный транспорт питательных веществ и продуктов обмена, тем самым замыкая порочный круг существующих изменений.

Известно, что сосуды пронизывают основные структурные компоненты глаза. Следовательно, описанные изменения затрагивают внеглазные и внутриглазные компоненты.

В результате обнаруженных нами возрастных изменений ткани можно сделать вывод: глаза теряют эластичность, прочность, внутреннюю связь, что, в конечном итоге, приводит к ослаблению зрения и слепоте.

**Выводы.** Старение и изнашивание основных оболочек сосудистой стенки приводит к нарушениям кровообращения в жизненно важных структурах глаза, а именно, сетчатке и зрительном нерве, при повреждении которых глаз не может адекватно функционировать.

При изучении патологии сосудистой стенки нами прослежен целый ряд изменений, укладываемых в общепатологические: дистрофия, склероз, нарушения регенераторных механизмов, атрофия.

В процессе старения организма изменяется гормональный и эндокринный фон, поражаются органы центрального значения (головной мозг, подкорковые ядра, зрительный центр) и периферические органы (щитовидная железа, надпочечники, половые железы). При этом ослабевает контролирующее и регулирующее воздействие на основные структуры организма.

#### Литература

1. Esson, Douglas W. Clinical atlas of canine and feline ophthalmic disease. Danvers : Willey Blackwell, 2015. P. 1–14.
2. Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern Veterinary Ophthalmology. UK Oxford : Willey Blackwell, 2013. P. 39–208.
3. Land, M. F., Fernald, R. D. The evolution of eyes // Annual Review of Neuroscience. P. 1–29.
4. Анатомия собаки и кошки / Б. Фольмерхаус, И. Фревейн [и др.]; Пер. с нем. Е. Болдырева, И. Кравец. М. : «Аквариум БУК», 2003. 580 с.
5. Цыбулькин А. Г., Полойко Т. В. Особенности морфологии ретробульбарного нервного сплетения и ресничного узла // Сб. Функциональная нейроморфология: Фундаментальные и прикладные исследования. Минск, 2001. С. 189–192.
6. Авроров В. Н., Лебедев А. В. Ветеринарная офтальмология. М. : Агропромиздат, 1985. 271 с.
7. Василенко Е. Г., Черванев В. А., Тарасенко П. А., Черненко В. В. Профилактика болезней глаз у животных. Брянск : Издательство Брянской ГСХА, 2010. 48 с.

8. Лебедев А. В. Ветеринарная офтальмология. М. : Колос, 2004. 200 с.
9. Риис Р. К. Офтальмология мелких домашних животных. М. : Аквариум-Принт, 2006. 280 с.
10. Магда И. И. Оперативная хирургия. М. : Агропромиздат, 1990. 333 с.
11. Peterson-Jones S.M., Crispin S.M. BSAVA – Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA Release Date, 2002. 316 p.
12. Ketring K. L., Glaze M. B. Atlas of Feline Ophthalmology. Wiley, 2012. 182 p.

## AGE-RELATED CHANGES IN ARTERIES OF DIFFERENT STRUCTURES OF EYE IN CATS

**К. М. Pladistaya**, PhD student;  
**N. A. Tatarnikova**, Dr. Vet. Sci., Professor,  
 Perm State Agro-Technological University  
 23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
 E-mail: [tatarnikova-n-a@ya.ru](mailto:tatarnikova-n-a@ya.ru); [pkm.ru@rambler.ru](mailto:pkm.ru@rambler.ru)

### ABSTRACT

In 2016-2018, macro and micro investigations of eyeballs and extraocular structures in cats aimed at the study of the age-related changes in arteries of different structures of eye were conducted within the Department of Infectious Diseases at the Perm SATU. Investigation material was selected in sixteen 8-20 year old cats after natural death or euthanasia. After removing, the eyeball became a subject of biometric investigation with the measurement of the organ size, the determination of its shape, color and consistency and presence of externally visible focal changes. The next step was the excision of material that involves taking an adequate for the investigation amount of tissue, different in structure and properties. The obtained slices were investigated in a light microscope Axioscop 40 with eyepiece x10, at magnifications of x5 lens; x40; x100. It is established that the eyeball and its surrounding tissues can be damaged by different effects on them including natural during the life of an animal. Blood supply of the eyeball is carried out by a whole complex of arterial and venous vessels that provides trophicity of intraocular and extraocular tissues. Blood vessels in the eye have their own peculiarities of histological structure which are various in extraocular tissues and blood vessels of retina, but interconnected in a single circulatory system. Muscle-type arteries are dominating in the eyeball structures. In investigating material, the walls of muscle and muscle-elastic type arteries thickened due to hypertrophy, edema, plasma impregnation, sclerosis of the muscular layer as well as increasing the nucleated areas of endothelial cells protruding into the vascular lumina.

*Key words: cat, eye, age-related changes, histology, artery.*

### References

1. Esson, Douglas W. Clinical atlas of canine and feline ophthalmic disease, Danvers, Willey Blackwell, 2015, pp. 1–14
2. Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern Veterinary Ophthalmology, UK Oxford, Willey Blackwell, 2013, pp. 39–208.
3. Land, M. F., Fernald, R. D. The evolution of eyes, Annual Review of Neuroscience, pp. 1–29.
4. Fol'merkhaus B., Frevein I. et al. Anatomiya sobaki i koshki (Anatomy of dogs and cats), per. s nem. E. Boldyreva, I. Kravets, Moscow, «Akvarium BUK», 2003, 580 p.
5. Tsybul'kin A. G., Poloiko T. V. Osobennosti morfologii retrobul'narnogo nervnogo spleteniya i resnichnogo uzla (Features of morphology of retrobulbar nerve plexus and ciliary ganglion), Sb. Funktsional'naya neiromorfologiya : Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya, Minsk, 2001, pp. 189–192.
6. Avrorov V. N., Lebedev A. V. Veterinarnaya oftal'mologiya (Veterinary ophthalmology), Moscow, Agropromizdat, 1985, 271 p.
7. Vasilenko E. G., Chervanev V. A., Tarasenko P. A., Chernenok V. V. Profilaktika boleznei glaz u zhivotnykh (Prevention of eye diseases in animals), Bryansk, Izdatel'stvo Bryanskoj GSKhA, 2010, 48 p.
8. Lebedev A. V. Veterinarnaya oftal'mologiya (Veterinary ophthalmology), Moscow, Kolos, 2004, 200 p.
9. Riis R. K. Oftal'mologiya melkikh domashnikh zhivotnykh (Ophthalmology of small pets), Moscow, Akvarium-Print, 2006, 280 p.
10. Magda I. I. Operativnaya khirurgiya (Operative Surgery), Moscow, Agropromizdat, 1990, 333 p.
11. Peterson-Jones S.M., Crispin S.M. BSAVA – Manual of Small Animal Ophthalmology, BSAVA Release Date, 2002, 316 p.
12. Ketring K. L., Glaze M. B. Atlas of Feline Ophthalmology, Wiley, 2012, 182 p.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АНТИВИР» В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Л. В. Сычева**, д-р с.-х. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [lvsycheva@mail.ru](mailto:lvsycheva@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская» изучали влияние кормовой добавки «Антивир» на рост цыплят-бройлеров, а также на убойные качества и химический состав мякоти. Цыплятам опытной группы в состав основного рациона вводили кормовую добавку в количестве 1 кг/т полнорационного комбикорма собственного производства, который соответствовал программе выращивания: стартовый (0–10 дней); ростовой (11–28 дней); финишный (28–42 дня). Абсолютный прирост в опытной группе был выше по сравнению с контрольной на 4,44%, среднесуточный прирост живой массы цыплят – на 4,53%. Масса полупотрошенной и потрошенной тушки была также больше в опытной группе по сравнению с контрольной на 6,69 и 7,37% соответственно. В мясе цыплят-бройлеров опытной группы содержание белка находилось на уровне 23,9%, что выше контроля на 1,8%, а содержание жира составило 7,13%, что превышает контроль на 0,16%, содержание минеральных веществ увеличилось на 0,23% по сравнению с контрольной группой. При проведении опыта отход птицы в обеих группах был незначительным, в результате этого сохранность поголовья находилась в пределах 96–97 %. Для увеличения абсолютного прироста живой массы и улучшения качественных показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров целесообразно рекомендовать введение кормовой добавки «Антивир» в состав рационов в количестве 1 кг/т комбикорма.

*Ключевые слова:* цыплята-бройлеры, кормовая добавка, белок, жир, сухое вещество, калорийность.

**Введение.** Птицеводство как одна из важных отраслей животноводства занимает значительное место в решении задач по удовлетворению потребностей населения в продуктах питания. Устойчивое увеличение производства продуктов питания возможно на базе организации полноценного кормления животных и эффективного использования кормов. В птицеводстве прослеживается новая тенденция – обеспечение экологической чистоты и безопасности продукции. В сложившихся условиях возникла необходимость в дешевых, безвредных и пригодных для массового применения кормовых средствах, повышающих общую и иммунологическую резистентность организма птицы, увеличивающих ее продуктивность, снижающих затраты корма и улучшающих качество получаемой продукции [1-6].

Долгое время главными улучшателями пищеварения и контроля микрофлоры кишечника птицы были антибиотики. Затем к ним прибавились кормовые ферменты, комплексы органических кислот и пробиотики, а также различные препараты на основе естественных продуктов из растений, обладающих росто-

стимулирующим и антимикробным действием – аналогичным антибиотикам [7]. Одной из таких добавок является противовирусная кормовая добавка «Антивир». Она представляет собой многокомпонентную смесь из лекарственных трав (душица, зверобой, крапива, мята, чистотел и др.), морских водорослей, эраконда, серы кормовой, фитонцидов. В качестве наполнителя используется минеральный сорбент. Кремнийсодержащий сорбент, обладая уникальным свойством создавать электрически заряженные системы, приклеивает на свою поверхность вирусы, бактерии и выводит их из организма. Полезная же микрофлора кишечника (лакто- и бифидобактерии) не обладают свойством приклеиваться, они остаются в желудочно-кишечном тракте и нормализуют процессы пищеварения. Целесообразность использования природных сорбентов в рационах сельскохозяйственной птицы доказана в работах отечественных и зарубежных ученых [8-10].

Сочетание биологических свойств экологически чистых компонентов в препарате при его применении активизирует обменные процессы в организме, повышает его устойчи-

вость ко многим заболеваниям бактериальной и вирусной этиологии [11].

*Цель работы* – изучить влияние кормовой добавки «Антивир» на рост и развитие цыплят-бройлеров и мясную продуктивность.

*Задачи:*

1. Определить влияние кормовой добавки «Антивир» на рост и развитие цыплят-бройлеров;
2. Провести оценку качественных показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров.

**Методика.** Исследования проведены в условиях АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская» Пермского края. Материалом для исследования послужили цыплята-бройлеры кросса «Смена-7». Для проведения исследований было сформировано 2 группы суточных цыплят-бройлеров по 72 головы в каждой. Продолжительность эксперимента составила 42 дня. Опытные и контрольные цыплята содержались в трехъярусных клеточных батареях марки БКМ-3б. Температурный и световой режимы, влажность, фронт кормления и поения соответствовали рекомендациям ВНИТИП [12]. Цыплята-бройлеры контрольной группы получали основной рацион, состоящий из полнорационных комбикормов собственного производства. Цыплята опытной группы – комбикорм, содержащий в своем составе кормовую добавку «Антивир» в дозе 1 кг/т комбикорма. По завершению опыта проведён контрольный убой по методике ВНИТИП [13] в убойном цехе птицефабрики. Из каждой группы для проведения анализа мясной продуктивности было отобрано по

шесть тушек цыплят, соответствующих средним показателям по массе и упитанности. По результатам контрольного убоя определили химический состав и калорийность мяса. Содержание общего белка в образцах мышечной ткани определяли методом Кьельдаля; жира – методом Сокслета [14], золы – предварительным озолением образцов в тиглях на электрических плитках с последующим прокаливанием в муфельной печи при температуре + 400...450°С до постоянной массы. Энергетическую ценность мяса рассчитывали с использованием коэффициентов для белка 23,865 кДж (5,7 ккал) и жира 39,775 кДж (9,5 ккал). Полученные результаты подвергались [15] обработке в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «MicrosoftOffice» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты.** При организации выращивания цыплят-бройлеров необходимо учитывать такой показатель, как живая масса по периодам роста, с тем, чтобы контролировать получение оптимальной массы, характерной для данного кросса. Анализ динамики живой массы предполагает рассмотрение таких показателей, как абсолютный, среднесуточный и относительный приросты живой массы цыплят-бройлеров, которые определяют общее развитие птицы, а также хозяйственную и физиологическую зрелость (табл. 1).

Таблица 1

Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г

Возраст птицы, дней	Группа	
	контрольная	опытная
1	45,4 ± 0,35	45,8 ± 0,41
7	164,1 ± 1,32	163,3 ± 0,99
14	426,2 ± 1,42	427,4 ± 1,83
21	710,5 ± 18,71	787,3 ± 15,37***
28	1170,6 ± 27,76	1270,1 ± 38,21**
35	1697,4 ± 49,36	1800,2 ± 45,17*
42	2076,3 ± 43,61	2166,1 ± 39,19*
Абсолютный прирост, г	2030,60 ± 36,12	2120,70 ± 31,74*
Среднесуточный прирост, г	48,30 ± 1,13	50,49 ± 0,98*

Анализ динамики живой массы цыплят-бройлеров показывает, что при формировании групп для проведения опыта по живой массе существенных различий между группами не обнаружено. В возрасте один день на начало

опыта живая масса составляла 45,4 – 45,8 г. Различия по живой массе цыплят-бройлеров опытной группы по сравнению с контрольной отмечены, начиная с 14-дневного возраста, однако эта разница была недостоверной. В



возрасте 21 день живая масса цыплят опытной группы находилась на уровне 787,3 г, что достоверно выше контрольной группы на 76,8 г ( $P \leq 0,001$ ). В последующие возрастные периоды 28 и 35 дней была отмечена аналогичная закономерность, цыплята опытной группы по живой массе достоверно превосходили своих аналогов в контрольной группе ( $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ ). К моменту окончания периода выращивания цыплят-бройлеров в возрасте 42 дня живая масса находилась на уровне в опытной группе – 2166,1 г, а в контрольной – 2076,3 г. Достоверное превышение опытной группы над контрольной составило 89,8 г ( $P \leq 0,05$ ). В результате этого абсолютный прирост живой массы бройлеров за период выращивания в опытной группе был на уровне 2120,7 г, а в контрольной группе – 2030,6 г, что достоверно выше на 4,43% ( $P \leq 0,05$ ), и как следствие, среднесуточный прирост живой массы был также достоверно выше в опытной группе и составил 50,49 г ( $P \leq 0,05$ ).

Таким образом, скормливание исследуемой кормовой добавки в течение всего периода выращивания цыплятам-бройлерам отразилось положительно на динамике их живой

массы, абсолютном и среднесуточном приростах в опытной группе по сравнению с контрольной группой.

Мясо является одним из основных продуктов, обеспечивающих организм всеми необходимыми элементами питания: белками, жирами, минеральными и биологически активными веществами, которые необходимы для нормального роста и развития. Мясо цыплят-бройлеров относится к диетическому, так как оно содержит достаточное количество полноценного белка, витаминов, небольшое количество жира и легко усваивается. Оценивают мясную продуктивность в бройлерном птицеводстве по результатам убоя и данным химического анализа мякоти тушек.

Для изучения убойных качеств и химического состава мяса в конце опыта был проведен контрольный убой цыплят-бройлеров (по 6 голов из каждой группы).

Результаты контрольного убоя представлены в таблице 2. Данные, полученные в опыте, свидетельствуют о том, что наивысшая предубойная масса отмечена в опытной группе и составила 2166,1 г, что выше по сравнению с контрольной группой на 4,32% ( $P \leq 0,05$ ).

Таблица 2

Результаты убоя цыплят-бройлеров, г

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная живая масса	2076,30 ±33,61	2166,10 ±39,19*
Масса полупотрошенной тушки	1648,08±34,69	1758,40 ±31,66**
Выход полупотрошенной тушки, %	79,38±0,57	81,16±0,49
Масса потрошенной тушки	1488,40 ±31,89	1598,20 ±28,66**
Выход потрошенной тушки, %	71,67±0,76	73,77±0,51

Масса полупотрошенной тушки цыплят-бройлеров опытной группы превысила массу контрольной группы на 110,32 г, или на 6,69% ( $P \leq 0,01$ ). Самая высокая масса потрошенной тушки была также отмечена в опытной группе и составила 1598,2 г, что выше по

сравнению с контрольной группой на 7,37% ( $P \leq 0,01$ ).

Одним из наиболее объективных показателей питательной ценности мяса цыплят-бройлеров является его химический состав и энергетическая ценность (табл.3).

Таблица 3

Химический состав и энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров, (n=6)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество, %	31,22±0,31	31,81±0,23
Белок, %	22,1±0,99	23,9±0,65
Жир, %	6,97±0,12	7,13±0,23
Зола, %	0,9±0,19	1,13±0,12
Энергетическая ценность, ккал	162,4±0,06	165,2±0,15

Данные таблицы показывают, что скормливание кормовой добавки «Антивир» в составе рациона цыплят-бройлеров оказало положительное влияние на химический состав мяса. Проведенный анализ мышечной ткани показал, что мясо цыплят получавших данную добавку, содержало несколько больше сухого вещества, однако полученная разница не существенна. Кормовая добавка способствовала увеличению содержания в мясе птицы опытной группы белка, жира и минеральных веществ на 1,8%; 0,16%; и 0,23% соответственно. На основании данных химического анализа мяса была проведена оценка его калорийности, которая показала, что мясо цыплят, которым скормливали кормовую добавку, было

калорийнее мяса цыплят контрольной группы на 2,8 ккал.

**Выводы.** Скармливание в составе рациона для цыплят-бройлеров кормовой добавки «Антивир» способствовало увеличению абсолютного и среднесуточного прироста живой массы, положительно повлияло на качественные показатели мяса и энергетическую ценность. Основываясь на полученных данных, можно предположить, что данная добавка обладает ростостимулирующим эффектом за счет оптимального сочетания ингредиентов, и поэтому ее целесообразно рекомендовать для включения в комбикорма в течение всего периода выращивания птицы.

#### Литература

1. Сычева Л. В., Юнусова О. Ю. Корма и кормление сельскохозяйственной птицы : монография. Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2010. 126 с.
2. Голубов И. Кормовые средства нового поколения // Птицеводство. 2012. № 3. С. 23–27.
3. Егоров И., Мухина Н., Мартынова И., Которотков А. Натуральный стимулятор роста «MFeed» – альтернатива кормовым антибиотикам // Птицеводство. 2010. № 8. С. 6–7.
4. Кожевников С. В., Суханова С. Ф. Биологически активные вещества в кормах для цыплят-бройлеров // Зоотехния. 2010. № 4. С. 16–17.
5. Никулин В. Н. Эффективность комплексного применения препарата йода, селена и лактоамиловарина при выращивании цыплят-бройлеров // Зоотехния. 2012. № 3. С. 17.
6. Сенько А., Сизов Е., Корнилова В. Использование БАВ в кормлении индеек // Птицеводство. 2012. № 3. С. 31–32.
7. Менькин В. К. Кормление животных. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колосс, 2003. 360 с.
8. Тухбатов И. А. Эффективность использования в рационе цыплят-бройлеров природного сорбента и пробиотика // Нива Урала. 2006. № 8. С. 19–21.
9. Kvashali N. et. al. Natural zeolites of Georgia in feeding of broiler chickens.-6<sup>th</sup> European poultry conference. Hamburg. 1980. 3. Section 2. P. 65–73.
10. Mumpton F. Natural zeolites. Occurrence. Properties. Uze. Oxford. New York. Pergamon Press. 1978. P. 3–27.
11. Определение эффективности препарата «Антивир» в комбикормах для цыплят-бройлеров. Практические рекомендации ВНИТИП. Сергиев Посад, 2006. 11 с.
12. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / Ш. А. Имангулов, И. А. Егоров, Т. М. Окололова [и др.]. Сергиев Посад : ВНИТИП, 2004. 43 с.
14. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы, и морфология яиц / В. С. Лукашенко, М. А. Лысенко, Т. А. Столяр [и др.]. Сергиев Посад : ВНИТИП, 2004. 27 с.
15. Мысик А. Т., Белова С. М., Фомичёв Ю. П. Справочник по качеству продуктов животноводства. М. : Агропромиздат, 1986. С. 154–171.
16. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.

## THE USE OF A FEED ADDITIVE "ANTIVIR" IN BROILER CHICKEN DIETS

**L. V. Sycheva**, Dr. Agr. Sci., Professor,  
FSBEI HE Perm SATU  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
E-mail: [lvsycheva@mail.ru](mailto:lvsycheva@mail.ru)

#### ABSTRACT

The influence of feed additive “Antivir” on the growth of broiler chickens as well as slaughter qualities and chemical composition of flesh was studied in the conditions of the Joint stock company “PRODO Poultry plant Permskaya”. The basic diet of the experimental group’s chickens was added with 1 kg/t of self-produced combined fodder that corresponds with the programme of breeding: start (0-10 days); growing (11-28 days); finish (28-42 days). The absolute increase in the experimental group was higher compared to the control by 4.44%, average daily gain weight chicks – by 4.53%.

The mass of half-viscerated and viscerated carcass was also higher in the experimental group compared to the control by 6.69 and 7.37%, respectively. In broiler meat of the experimental group, protein content was at 23.9%, that is higher by 1.8% than in the control group; and fat content totaled 7.13%, higher than in the control group at 0.16%, mineral content was higher by 0.23% compared with the control group. When conducting experiment, wastes in both groups was insignificant, that resulted in preservation of livestock within the 96-97%. To increase the absolute weight gain and meat quality of broilers it is appropriate to recommend the introduction of a feed additive "Antivir" into the ration composition in the amount of 1 kg/t fodder.

*Key words: broiler chickens, feed additive, protein, fat, dry matter, calorific value.*

#### References

1. Sycheva L.V., Yunusova O.Yu. Korma i kormlenie sel'skokhozyaistvennoy ptitsy: monografiya, (Fodders and feeding of poultry), Perm': Izd-vo FGOU VPO «Permskaya GSKhA», 2010, 126 p.
2. Golubov I. Kormovye sredstva novogo pokoleniya (Fodders of the next generation) Ptitsevodstvo, 2012, No. 3, pp. 23–27.
3. Egorov I., Mukhina N., Martynova I., Kotorotkov A. Natural'nyy stimulyator rosta «MFeed» - alternativnyy kormovyye mantibiotikam (Natural growth stimulant "MFeed" – an alternative for forage antibiotics), Ptitsevodstvo, 2010, No. 8, pp. 6–7.
4. Kozhevnikov S.V., Sukhanova S.F. Biologicheski aktivnyye veshchestva v kormakh dlyatsy plyat-broilerov (The biologically active substances in feed for broiler chickens) Zootekhniya, 2010, No. 4, pp. 16–17.
5. Nikulin V.N. Effektivnost' kompleksnogo primeneniya preparatov ioda, selena i laktoamilovarin pri vyrashchivaniisyy plyat-broilerov (The effectiveness of the integrated application of iodine, selenium and laktoamilovarina when growing broiler chickens) Zootekhniya, 2012, No. 3, pp. 17.
6. Sen'ko A., Sizov E., Kornilova V. Ispol'zovanie BAV v kormlenii indek (The use of biologically active supplements in feeding turkeys), Ptitsevodstvo, 2012, No. 3, pp. 31–32.
7. Men'kin V. K. Kormlenie zhivotnykh (Animals feeding), 2-e izd., pererab. idop. M.: Koloss, 2003, 360 p.
8. Tukhbatov I.A. Effektivnost' ispol'zovaniya v ratsionetsy plyat-broilerov prirodno gosorbenta i probiotika (Efficiency in broiler chicken diets natural sorbent and probiotic), Niva Urala, 2006, No. 8, pp. 19–21.
9. Kvashali N. et. al. Natural zeolites of Georgia in feeding of broiler chickens. -6th European poultry conference. Hamburg, 1980, 3, Section 2, pp. 65–73.
10. Mumpton F. Natural zeolites. Occurrence. Properties. Uze.-Oxford.-New York. Pergamon Press, 1978, pp. 3–27.
11. Opredeleniye effektivnosti preparata «Antivir» v kombi kormakh dlyatsy plyat-broilerov (Determining the effectiveness of "Antivir" in compound feeds for chickens-broilers), Prakticheskiye rekomendatsii VNITIP. Sergiev Posad, 2006.
12. Imangulov Sh.A., Egorov I.A., Okololova T.M. i dr. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy i pokormleniya sel'skokhozyaistvennoy ptitsy (The methodology of scientific and industrial research on feeding of poultry), Sergiev Posad: VNITIP, 2004, 43 p.
14. Lukashenko V.S., Lysenko M.A., Stolyar T.A. i dr. Metodicheskiye rekomendatsii po provedeniyu anatomicheskoy razdelki tushek i organolepticheskoy otsenki kachestva myasa i yaits sel'skokhozyaistvennoy ptitsy, i morfologiyai yaits (Methodical recommendations for anatomical cutting of carcasses and organoleptic evaluation of the quality of poultry meat and eggs, and egg morphology), Sergiev Posad: VNITIP, 2004, 27 p.
15. Mysik A.T., Belova S.M., Fomichev Yu.P. Spravochnik pokachestvu produktov zhivotnovodstva (Handbook of quality of animal products), M.: Agropromizdat, 1986, pp. 154–171.
16. Plokhinskiy N.A. Rukovodstvo po biometrii dlyazoozotekhnika (Guide to biometrics for animal), M.: Kolos, 1969, 256 p.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630. 03; 630.32

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ СБОРА ТОПЛЯКОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ  
В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ВОДОХРАНИЛИЩ: АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ**

**В. А. Иванов**, д-р техн. наук, профессор;  
**Ю. В. Морнова**, аспирант,  
ФГБОУ ВО «Братский государственный университет»,  
ул. Макаренко., д.40, г. Братск, Россия 665709  
E-mail: [Alisa19851@yandex.ru](mailto:Alisa19851@yandex.ru)

*Аннотация.* В статье рассматривается актуальная на сегодняшний день проблема освоения затопленной, плавающей, стоящей на корню древесины в акватории водохранилищ. Проведено теоретическое исследование упрощенной технологии для сбора топляковой древесины, а также технологии с применением плавающих топлякоподъемных устройств в зоне водохранилищ гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского региона. Обоснована необходимость в совершенствовании технологических процессов сбора топляковой древесной массы и транспортировки ее к местам переработки на товарную продукцию. Представлены технологические схемы очистки береговой зоны водохранилищ от затопленной и плавающей древесной массы, основанные на использовании оборудования гидроманипуляторного типа и канатной трелевочной установки, позволяющие наиболее эффективно использовать технические и технологические ресурсы и значительно увеличить производительность технологического процесса сбора топляковой древесины, а также решить проблемы локализации источников загрязнения водной среды, вовлекая в производство дополнительные объемы лесных ресурсов, при этом сохраняя от вырубки тысячи гектаров лесных массивов.

*Ключевые слова:* затопленная древесина, транспортировка, техника, технологический процесс, водохранилище, береговая зона, лесные ресурсы.

**Введение.** Вторая половина двадцатого столетия исторически отмечена интенсивным развитием промышленности, в результате чего возникла необходимость в создании крупных объектов гидроэнергетики.

Строительство и эксплуатация крупных гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского региона, а также использование водохранилищ в качестве лесотранспортных путей привели к образованию в водных объектах огромного количества затопленной древесины.

По результатам исследований влияния скоплений древесины на водные экосистемы, проведенные ГосНИОХР [1-4], долговременное нахождение в водной среде плавающей

древесины способствует изменению гидрохимического состава воды. Таким образом, наблюдается отрицательное воздействие на экологическое состояние водоемов, снижается эффективность рыбного хозяйства. Образование скоплений древесной массы также значительно затрудняет судоходство, процесс лесосплава, появляются трудности гидроэнергетического характера, заключающиеся в снижении выработки электроэнергии.

Одним из основных направлений научной деятельности кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов Братского государственного университета является вовлечение дополнительных древесных ресурсов в

деревообрабатывающую отрасль. Технологический процесс и комплексное использование древесного сырья в промышленности связаны с необходимостью использования инновационных технологий переработки деловой древесины, а также поиском ее эффективных заменителей.

Решению этой задачи, по-нашему мнению, способствует использование топляковой древесины в качестве сырья для дальнейшей переработки на товарную продукцию.

В настоящее время разработаны и прошли апробацию различные технические и технологические решения по сбору и транспортировке древесного сырья, находящегося в ложах водохранилищ [5; 14-15]

Существующая техника и технологии, используемые для подъема затонувшей древесины, не позволяют проводить очистительные работы в должных объемах. По оценке специалистов, для очистки русел бывших молевых рек от затонувших стволов деревьев потребуется не менее 3-4 десятилетий, а объемы затонувшей древесины только в Европейской части России могут превысить 10 млн м<sup>3</sup> [6, 10-13].

Актуальной остается проблема сохранения лесных ресурсов посредством разработки инновационных технологий сбора древесины с береговых объектов с целью ее дальнейшей транспортировки к местам переработки на товарную продукцию.

**Анализ применяемых технологий.** В ходе проведения исследования рассмотрим особенности технологий, использующихся для освоения затопленной древесной массы в береговых зонах водохранилищ гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского, а также область их применения.

Очистку водохранилищ от затопленной, плавающей, стоящей на корню древесной массы на практике принято осуществлять по упрощенной технологии и с применением плавающих топлякоподъемных устройств.

Упрощенная технология заключается в следующем: береговая зона разделяется на ряд участков, в зависимости от запасов древесной массы, гидрологических условий участка и водных путей, ландшафтной картины территории затопления. На каждом участке органи-

зуется объект для собранной древесной массы, обозначается объект выгрузки накопленной древесины. В данном случае, технология очистки водохранилищ основывается на способе траления акватории, зачистки пляжного откоса, формировании транзитного кошеля и буксировки его к месту накопления и выгрузки древесины.

Расчистка дна, а также прибрежных зон водохранилищ плавающей древесной массы производится специальным оборудованием в зависимости от природных и производственных условий. Среди них: топлякоподъемные агрегаты, гидроманипуляторы, плашкоуты, лебедки, плавающие реакторы, оборудование для подводного срезания деревьев, буксиры и др. [7-9].

Наиболее распространенная на сегодняшний день технология освоения топляковой древесины заключается в сборе древесины в кошеля, буксировке к прибрежному рейдовому участку, оснащенный сортировочной сеткой на 3-5 двориках и лебедкой для сплотки, где древесина разделяется бензопилами и сплавивается в пучки, формируется в плоты и отправляется к местам переработки [16-20] (рис. 1, 2, 3).

Недостатком данной технологии является низкая маневренность оборудования и, как следствие, – низкая эффективность сбора древесины в местах ее большого скопления.

В прибрежных зонах водохранилищ при плотной сформированности древесных масс сбор древесины затруднителен. В этом случае применяются технологические схемы, основанные на применении буксирного катера, оснащенного якорем-кошкой, позволяющем разбирать одно- или многорядные скопления древесины (рис. 2).

Буксирный катер (1) вплотную подходит к скоплению древесины, вспомогательный рабочий с помощью якоря-кошки, закрепленного на трос (2), осуществляет разборку скоплений древесины (3) и вытягивает из пыжа освобожденную древесину. Процесс повторяется многократно, после чего древесина формируется в кошель, загружается в буксирный катер и доставляется к местам лесопереработки

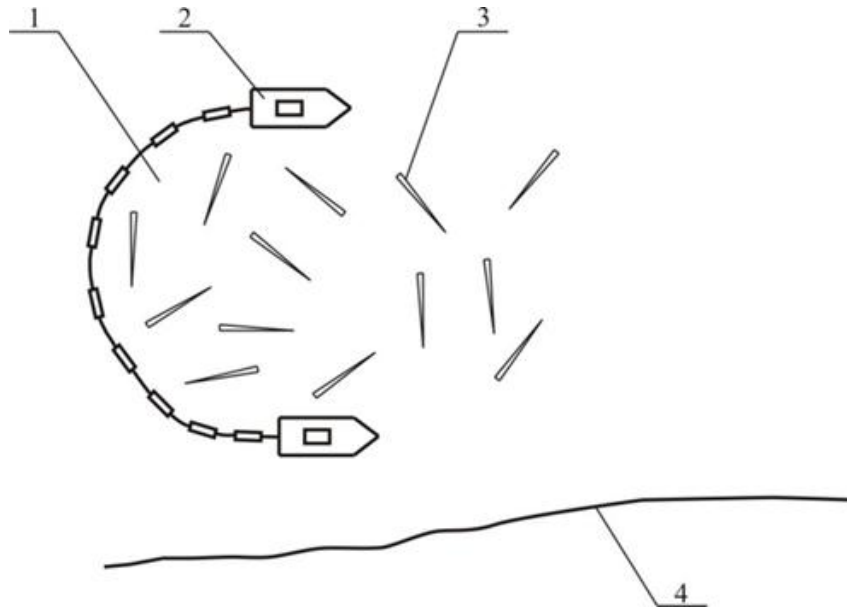


Рис. 1. Технологическая схема сбора затопленной древесины в кошель:  
1 – кошель; 2 – буксировочный катер; ; 3 – плавающая древесина; 4 – береговая зона

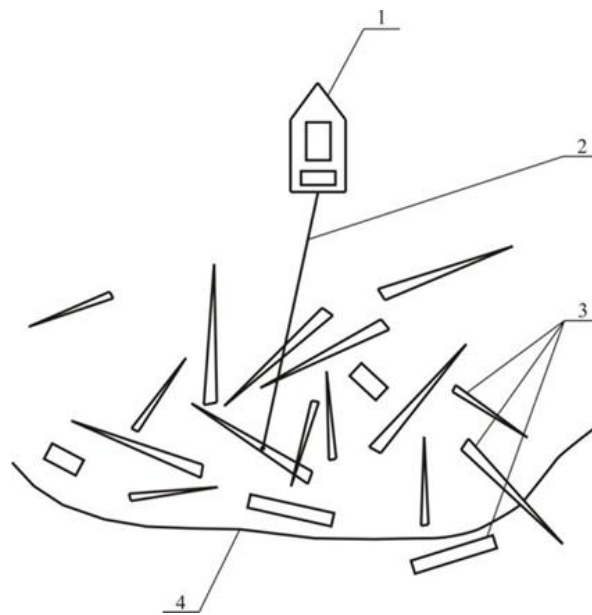


Рис. 2. Технологическая схема разбора древесных скоплений посредством троса с якорем-кошкой:  
1 – буксирный катер; 2 – трос, оснащенный якорем-кошкой; 3 – скопления древесины; 4 – береговая зона

Существенным недостатком данной технологии является слабый уровень механизации, и, как следствие, – низкая производительность технологического процесса.

Для сбора древесной массы в труднодоступных местах используются тракторные установки с плавучим основанием на базе колесных машин, а также гусеничных тракторов,

в состав которых входят бревнотолкатель с челюстным захватом и технологическая лебедка, позволяющие очищать береговые зоны от обсохшей древесной массы, транспортировать лесоматериалы по воде и укладывать небольшие, до 2 м, штабеля древесины на берегу (рис. 3).

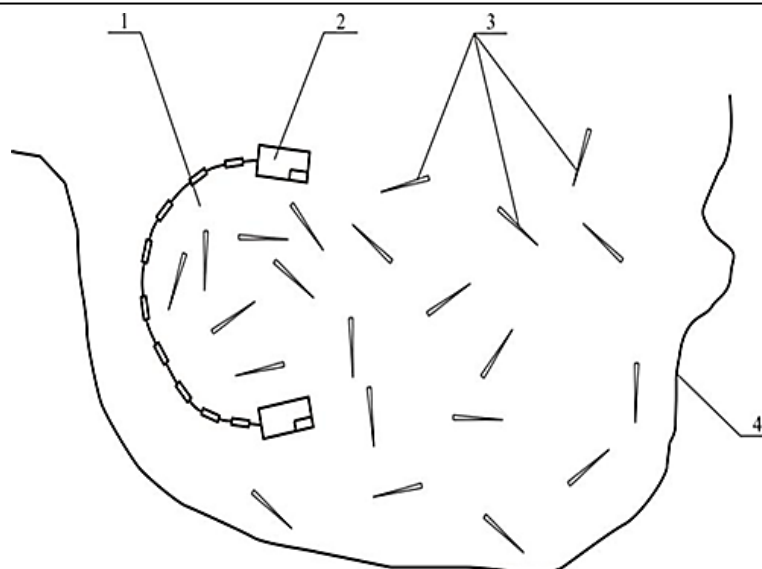


Рис. 3. Схема сбора древесины в кошелю с использованием тракторных установок на плавучем основании:

1 – кошелю ; 2 – тракторная установка; 3 – плавающая древесина; 4 – береговая зона

Существенным недостатком данного технологического решения является функционирование тракторных установок на значительно удаленном расстоянии от береговой зоны.

Одной из существенных проблем очистки береговых зон водохранилищ является большое количество разбросанной обсохшей древесины. Сбор разнесенной вдоль береговой линии древесины осуществляется с помощью механизированных устройств, оснащенных гидроманипуляторными установками (рис. 4). Технология очистки береговых отмелей заключается в сборе древесной массы, погружении древесины в воду при помощи граблей,

установленных на стреле манипуляторного типа, погружении в кошелю, который, по мере наполнения, стягивается буксирным катером, и транспортировки древесины к местам переработки.

Анализируя основные технологические схемы сбора древесной массы с береговой зоны и акватории водохранилищ, можно сделать вывод о целесообразности использования оборудования манипуляторного типа, позволяющее собирать плавающую, полузатопленную, затопленную, древесину с береговых зон водохранилищ.

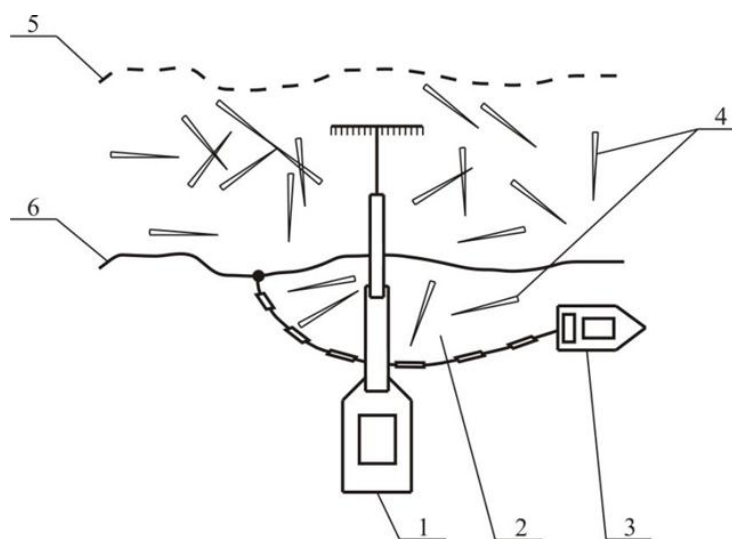


Рис. 4. Схема сбора древесной массы с береговой зоны с помощью гидроманипулятора: 1 – катер со стрелой манипуляторного типа, оснащенный граблями; 2 – кошелю, 3 – буксирный катер; 4 – разнесенная древесная масса; 5 – урез воды при максимальном уровне; 6 – урез воды при минимальном уровне

**Результаты.** В результате проведенного теоретического обоснования целесообразности применения топлякоподъемного оборудования гидроманипуляторного типа нами предложено технологическое решение, основанное

на использовании подвижной тягово-канатной трелевочной установки, предназначенной для сбора и транспортировки древесной массы с береговых объектов водохранилищ (рис. 5).

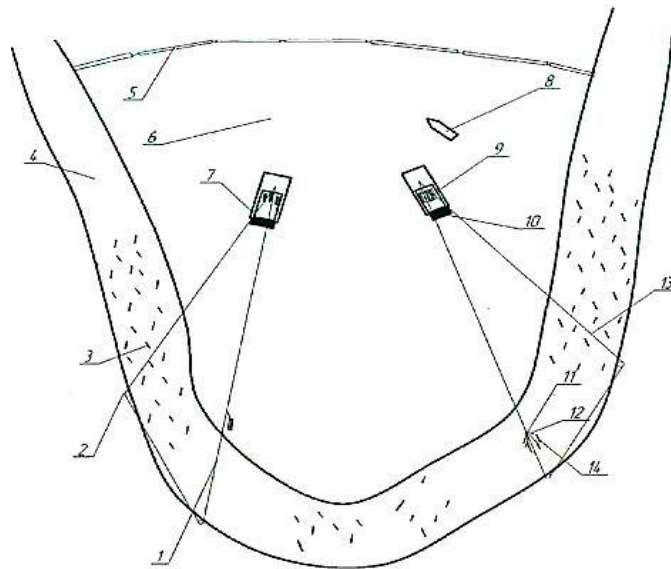


Рис. 5. Технологический процесс очистки прибрежных зон от древесной массы с использованием тяговой канатно-трелевочной установки:

- 1 – подвижный тягово-несущий канат; 2 – опоры для канатной установки; 3 – транспортируемая древесина; 4 – береговой объект; 5 – боновое ограждение; 6 – акватория водохранилища; 7 – оборудование для сбора и транспортировки древесины; 8 – буксирно-моторный катер; 9 – древесина, собранная в трюм буксирного катера; 10 – борт-рампа с рольгангами; 11 – прицепное устройство; 12 – чокера; 13 – возвратный канат; 14 – собранная на берегу древесина.

При подготовке береговых объектов к сбору древесины территория очистки перекрывается боновым ограждением (5), доставляется необходимое оборудование. По периметру акватории водохранилища (6) закрепляются плавучие основания устройств для сбора и транспортировки древесины (7), натягивается подвижный тягово-несущий канат (1). Канат крепится к береговой зоне с помощью блоков, расположенных на опорах канатной трелевочной установки (2). Опорами могут служить растущие по территории береговой зоны деревья (4). На береговом объекте вдоль пролета подвижного тягово-несущего каната (1) осуществляется сбор древесной массы (3) с помощью чокеров (12), затем прикрепляется к рабочему канату с помощью прицепного устройства (11) и доставляется к топлякоподъемному устройству. Устройство опускает в воду борт-рампу с рольгангами (10), после чего производится загрузка древесины в

трюм буксирно-моторного катера (8), после чего прицепное устройство отцепляется, и возвратный канат (13) приводит его в первичное положение. С помощью буксирно-моторного катера (8) собранная аварийная древесина доставляется к месту ее дальнейшей переработки.

Среди достоинств данного технологического решения можно отметить возможность осуществления трелевки деревьев, хлыстов, полухлыстов; использование сравнительно небольшого количества техники, участвующей в очистке береговых зон от аварийной древесины, а также возможность транспортировки на плавучее основание с береговых объектов уже сформированного пучка бревен [16-20]. Использование тягово-канатных трелевочных установок дает возможность передачи значительного тягового усилия на сравнительно дальние расстояния (1-1,5 км).



Также одним из предлагаемых авторами видов технологических схем, используемых для очистки береговой зоны от древесной массы, является применение тракторной топликоподъемной установки, оснащенной манипуляторами, расположенными на плавучих основаниях устройства, а также использова-

ние канатной установки для доставки древесины на судно для лесосплава (рис. 6).

Данная технология предназначена для очистки прибрежных зон водохранилища от древесины посредством ее механизированного сбора и укладки на палубу с помощью тягово-канатной трелевочной установки.

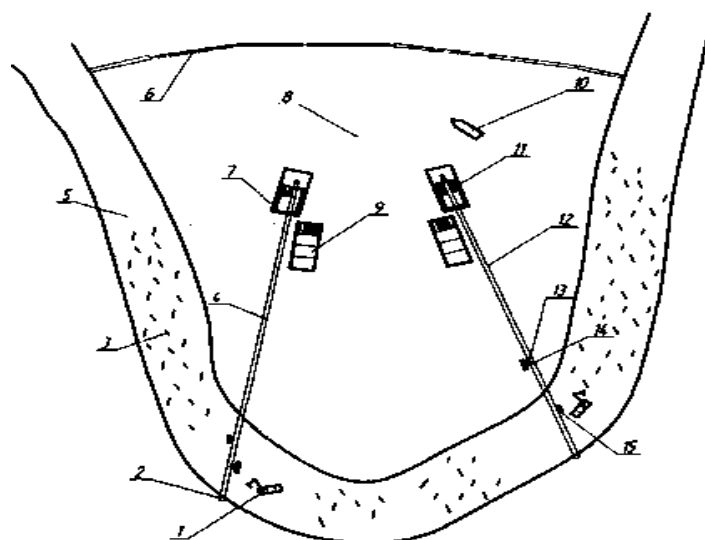


Рис. 6. Технологический процесс очистки береговой зоны от древесной массы с применением гидроманипулятора и канатной трелевочной установки:

- 1 – трактор с гидроманипулятором; 2 – опоры для крепления канатной установки;
- 3 – древесная масса; 4 – тягово-канатная установка; 5 – береговая зона; 6 – боновое ограждение; 7 – оборудование для очистки береговой зоны; 8 – акватория водохранилища;
- 9 – судно для транспортировки собранной древесины; 10 – буксирно-моторный катер;
- 11 – накопитель с древесиной; 12 – канатная установка; 13 – тяговая каретка;
- 14 – транспортируемая пачка древесины; 15 – собранная по периметру береговой зоны древесная масса

На начальном этапе проведения работ территория огораживается боновым перекрытием (6), с помощью якорей устанавливаются плавучие основания оборудования для очистки береговой зоны (7), фиксируется канатно-блочная система, состоящая из несущего каната (12), по которому перемещается тяговая каретка (13) с древесной массой и тягово-канатная установка (4). Канатная установка крепится по периметру береговой зоны (5) с помощью блоков, расположенных на опорах, в качестве которых используются растущие деревья. На берегу древесина собирается трактором с гидроманипулятором, укладывается в пачки (15) и прицепляется к тягово-подъемной канатной установке. Далее тяговая каретка (13) с собранной древесиной перемещается по несущему канату к понтону, располагающемуся в акватории водохранилища, где древе-

сина выгружается на палубу (9) для дальнейшей транспортировки.

Использование данной технологической схемы способствует сокращению периода простоя лесозаготовительной техники, снижению количества топликоподъемного оборудования, используемого в сборе аварийной древесины, а также способности проводить топликоподъемные работы на малых реках, ранее используемых для молевого сплава. В данной схеме следует отметить и возможность транспортировки свежесрубленной древесины.

**Выводы.** 1. В ходе проведенного теоретического исследования способов сбора и транспортировки топликовой древесины нами обоснована необходимость совершенствования технологического процесса очистки береговых зон водохранилищ от затопленной древесной массы.

2. Представлены технологические схемы, основанные на использовании трактора с гидроманипулятором, а также применении тягово-канатной установки для осуществления трелевки собранной древесной массы с береговых зон.

3. На основании проведенного исследования можно сделать вывод о возможности использования вышеописанных технологических решений, применение которых способ-

ствует вовлечению в производство дополнительного объема древесины, повышению производительности технологического процесса сбора и транспортировки топликовой древесины, рациональному выполнению вспомогательных работ на лесосплавных рейдах а также комплексному использованию всей биомассы заготовленной древесины, что позволит сохранить часть древостоя от вырубки.

#### Литература

1. Гусев А. Г., Лесников Л. А. Рыбное хозяйство и лесосплав. М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1983. 48 с.
2. Карпачев С. П. Методические указания по оценке экологического состояния водных объектов при лесосплаве. М. : МГУЛ, 1994. 12 с.
3. Корпачев В. П. Рациональное использование водных ресурсов – Водохранилища ГЭС и лес : монография. Красноярск : СибГТУ, 1998. 153 с.
4. Чельшева И. Н., Гилева К. В., Жук А. Ю. Обоснование некоторых параметров модификации затопленной древесины сосны // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 1 (33). С. 113–117.
5. Жук А. Ю., Сорокин Д. А. Экономические предпосылки освоения «бесхозной» древесины, находящейся в прибрежных акваториях и береговой зоне водохранилищ // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 319–322.
6. Кондратьев В. М. Флот на лесосплаве : учебное пособие. С-Пб., 1998. 235 с.
7. Рассудова Б. А., Шапин В. С. Опыт топликоподъемных работ. Л. : Гослесбумиздат, 1958. 45 с.
8. Худогов В. Н. Исследование сил, необходимых при освоении аварийной древесины / В. Н. Худогов, А. В. Соколькова, М. М. Чебых, В. И. Котых // Использование и восстановление ресурсов АЕР : Всесоюз. науч.-пр. конф. Красноярск. 1992. С. 45–49.
9. Pearce F. The logger of the lake // New Scientist, 11 August 2001. P. 38.
10. Klingbeil C. Lost treasures // Tracks & treads. Spring. 2011. P. 17–19.
11. Harvesting an underwater forest [Электронный ресурс] // International Forest Industries Magazine. Electronic data. Режим доступа: URL: <http://www.internationalforestindustries.com> (дата обращения: 11.12.2016).
12. Perham R.E. Elements of floating-ebri control systems. Final report. Department of the Army. US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory. Washington, 1988. 52 p.
13. Шамаев В. А. Модификация древесины. М. : Экология, 1991. 128 с.
14. Жук А. Ю. Организационно-правовые аспекты реализации технологических процессов освоения древесины в прибрежных акваториях и береговой зоне водохранилищ [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/121-19122> (дата обращения: 15.10.2016).
15. Иванов В. А., Степанищева М. В., Иванова А. В., Козик П. С. К развитию моделей процесса лесовосстановления // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-4 (16-4). С. 287–291.
16. Пат. на полезную модель RUS 125962 Устройство для пачковой заготовки топликовой древесины / В. А. Иванов, П. В. Бырдин, В. М. Разумков, А. А. Вологжин; опубл. 20.03.2013, введ. 11.07.2012.
17. Иванов В. А., Вовченко Н. Д., Степанищева М. В. Теоретические исследования заготовки затопленных деревьев, стоящих на корню // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 9. С. 137–140.
18. Щелгунов Ю. В., Кутуков Г. М. Технология и оборудование лесопромышленных предприятий. М. : Лесн. пром-сть, 2006. 589 с.
19. Иванов В. А. Обоснование технологии и оборудования для освоения древесины прибрежной зоны и ложа водохранилищ: дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.01. Санкт-Петербург, 2008. 278 с.
20. Патакин В. И., Овчинников М. М., Дмитриева И. Н. Методические указания. Л. : ЛТА, 1991. 44 с.

## THE IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR SUNKEN WOOD COLLECTING IN THE COASTAL ZONE OF RESERVOIRS: ANALYSIS OF TECHNOLOGIES

V. A. Ivanov, Dr. Tech. Sci., Professor; Yu. V. Mornova, PhD student,  
FSBEI HE Bratsk State University  
40, Makarenko St., Bratsk, 665709, Russia  
E-mail: [Alisa19851@yandex.ru](mailto:Alisa19851@yandex.ru)

### ABSTRACT

The article is devoted to the pressing issue of exploitation of flooded, floating and underwater standing trees in water area of reservoirs. Theoretical study of a simplified technology for sunken wood collecting as well as a technology with the application of floating lifting devices for sunken wood was

carried out in reservoir zone of hydroelectric power stations in Angara-Yenisei region. The importance of improving the technological processes of sunken wood collecting and wood transportation to the sites of its processing for sale is justified. It is established that represented technological schemes of clearing the coastal zone of reservoirs from flooded and floating wood, being based on hydromanipulating type equipment and a rope skidder installation, enable to use technical and technological resources in the most effective way and significantly increase the productivity of technological process of sunken wood collecting. Moreover, they allow to solve localization problems of water pollution sources through the involving an additional volume of forest resources in production, while saving from cutting thousands of forest hectares.

*Key words: flooded wood, transportation, technique, technological process, reservoir, coastal zone, forest resources.*

#### References

1. Gusev A. G., Lesnikov JI. A. Rybnoe khozyaistvo i lesosplav (Fisheries and timber floating), Moscow, Legkaya i pishch. prom-t', 1983, 48 p.
2. Karpachev S. P. Metodicheskie ukazaniya po otsenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'ektov pri lesosplave (Methodological guidelines for the assessment of the ecological state of water bodies in the case of timber floating), Moscow, MGUL, 1994, 12 p.
3. Korpachev V. P. Ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov – Vodokhranilishcha GES i les : monografiya (Rational use of water resources - Water reservoirs of HPP and forest), Krasnoyarsk, SibGTU, 1998, 153 p.
4. Chelysheva I. N., Gileva K. V., Zhuk A. Yu. Obosnovanie nekotorykh parametrov modifikatsii zatoplennoi drevesiny sosny (Justification of some parameters of the modification of the flooded pine wood), Sistemy. Metody. Tekhnologii, 2017, No. 1 (33), pp. 113–117.
5. Zhuk A. Yu., Sorokin D. A. Ekonomicheskie predposylki osvoeniya «beskhoznoi» drevesiny, nakhodyashcheisya v pribrezhnykh akvatoriyakh i beregovoi zone vodokhranilishch (Economic preconditions for the development of "orphan" wood, located in coastal water areas and the coastal zone of reservoirs), Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta, Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki, 2014, T. 1, pp. 319–322.
6. Kondrat'ev V. M. Flot na lesosplave : uchebnoe posobie (Fleet on a timber floating site : textbook), Saint-Peterburg, 1998, 235 p.
7. Rassudova B. A., Shchapin V. S. Opyt toplyakopodjemnykh rabot (Experience of sinker-raising works), Leningrad, Goslesbumizdat, 1958, 45 p.
8. Khudonogov V. N., Sokol'vak A. V., Chebykh M. M., Kotykh V. I. Issledovanie sil, neobkhodimyykh pri osvoenii avariinoy drevesiny (Investigation of the forces necessary for work with damaged wood), Ispol'zovanie i vosstanovlenie resursov AER, Vsesoyuz. nauch.-pr. konf., Krasnoyarsk, 1992, pp. 45–49.
9. Pearce F. The logger of the lake, New Scientist, 11 August 2001, p. 38.
10. Klingbeil C. Lost treasures, Tracks & treads. Spring, 2011, pp. 17–19.
11. Harvesting an underwater forest, Elektronnyi resurs, International Forest Industries Magazine. Electronic data. Rezhim dostupa: URL: <http://www.internationalforestindustries.com> (data obrashcheniya: 11.12.2016).
12. Perham R.E. Elements of floating-ebri control systems, Final report, Department of the Army, US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Washington, 1988, 52 p.
13. Shamaev V. A. Modifikatsiya drevesiny (Modification of wood), Moscow, Ekologiya, 1991, 128 p.
14. Zhuk A. Yu. Organizatsionno-pravovye aspekty realizatsii tekhnologicheskikh protsessov osvoeniya drevesiny v pribrezhnykh akvatoriyakh i beregovoi zone vodokhranilishch (Organizational and legal aspects of the implementation of technological processes of timber development in coastal water areas and the coastal zone of reservoirs), Elektronnyi resurs, Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, No. 1, Rezhim dostupa: URL: <http://www.science-education.ru/121-19122> (data obrashcheniya: 15.10.2016).
15. Ivanov V. A., Stepanishcheva M. V., Ivanova A. V., Kozik P. S. K razvitiyu modelei protsessa lesovosstanovleniya (To the development of reforestation process models), Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika, 2015, T. 3, No. 5-4 (16-4), pp. 287–291.
16. Pat. na poleznuyu model' RUS 125962 Ustroistvo dlya pachkovoi zagotovki toplyakovoi drevesiny (The device for the parcel billet of wood), V. A. Ivanov, P. V. Byrdin, V. M. Razumkov, A .A.Vologzhin, opubl. 20.03.2013, vved. 11.07.2012.
17. Ivanov V. A., Vovchenko N. D., Stepanishcheva M. V. Teoreticheskie issledovaniya zagotovki zatoplennykh derev'ev, stoyashchikh na kornyu (Theoretical studies of harvesting of flooded trees standing on the stump), Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2009, No. 9, pp. 137–140.
18. Shchelgunov Yu. V., Kutukov G. M. Tekhnologiya i oborudovanie lesopromyshlennykh predpriyatii (Technology and equipment of timber industry enterprises), Moscow, Lesn. prom-st', 2006, 589 p.
19. Ivanov V. A. Obosnovanie tekhnologii i oborudovaniya dlya osvoeniya drevesiny pribrezhnoi zony i lozha vodokhranilishch (The substantiation of technology and the equipment for development of wood of a coastal zone and a bed of water basins), dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.21.01, Sankt-Peterburg, 2008, 278 p.
20. Patyakin V. I., Ovchinnikov M. M., Dmitrieva I. N. Metodicheskie ukazaniya (Methodical instructions), Leningrad, LTA, 1991, 44 p.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

**А. В. Скок**, канд. биол. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,  
пр-т Станке-Димитрова, 3, г. Брянск, Россия, 241037  
E-mail: [s.anna.v@mail.ru](mailto:s.anna.v@mail.ru)

*Аннотация.* Хвойные виды растений чувствительны даже к незначительному загрязнению воздуха. Их считают индикаторами экологической ситуации. Жизнеспособность пыльцы может служить показателем уровня загрязнения территории, на которой произрастают хвойные насаждения. Объектами исследования являлись скверы, парки и насаждения общего пользования Бежицкого района города Брянска. На территории проведена инвентаризация насаждений, выполнена оценка санитарного и эстетического состояния деревьев и кустарников. Определена жизнеспособность пыльцы ели колючей (*Picea pungens Engelm*) в зависимости от загазованности участков произрастания деревьев. На территории скверов, парков и зеленых зон Бежицкого района произрастает 6 видов хвойных растений: ель европейская (*Picea excelsa Link.*), ель колючая (*Picea pungens Engelm*), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris L.*), туя западная (*Thuja occidentalis L.*), можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina L.*), лиственница европейская (*Larix decidua Mill.*). Наиболее распространенный вид – это туя западная (*Thuja occidentalis L.*) – 47,19% от общего количества деревьев, затем ель европейская (*Picea excelsa Link.*) – 24,43%, ель колючая (*Picea pungens Engelm*) – 14,52%, сосна обыкновенная (*Pinus silvestris L.*) – 10,89%, лиственница европейская (*Larix decidua Mill.*) – 1,98%, можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina L.*) – 0,99%. Высокую устойчивость к условиям городской среды и эстетическую оценку имеет можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina L.*), низкую устойчивость и эстетическую оценку – туя западная (*Thuja occidentalis L.*). Уровень загазованности атмосферного воздуха в г. Брянске колеблется от низкого до повышенного. С увеличением техногенного загрязнения окружающей среды у ели колючей (*Picea pungens Engelm*) происходит закономерное снижение количества проросших пыльцевых зерен и увеличение числа аномалий развития пыльцевых трубок.

*Ключевые слова:* хвойные виды, техногенное загрязнение, ель колючая (*Picea pungens Engelm*), пыльца, аномалии пыльцевых трубок.

**Введение.** Формирование оптимальных условий для проживания человека возможно при создании экологического баланса биосферы. Оценка качества среды необходимо проводить по реакциям растительных организмов на условия произрастания [1, 11]. Системный подход к исследованию зеленых насаждений позволяет выявить особенности функционирования растений в условиях техногенных процессов [12].

Растения занимают ведущую роль в обезвреживании атмосферных токсикантов и нормализации биогеохимических циклов в городских районах [3, 7]. Выполнение древесной растительностью очистительных свойств зависит от уровня техногенных воздействий и пространственной структуры насаждений [2, 5].

Хвойные виды растений чувствительны даже к незначительному загрязнению воздуха.

Их считают индикаторами экологической ситуации [4, 6]. Жизнеспособность пыльцы может служить индикатором уровня загрязнения участка, на котором произрастают хвойные растения [10].

**Методика.** Целью научного интереса являлось изучение экологического состояния хвойных растений.

Объектами исследования служили скверы, парки и насаждения общего пользования Бежицкого района города Брянска.

Учетные площадки (УП) располагались на территории с разным уровнем техногенного загрязнения: сквер «Пролетарский» располагается в непосредственной близости от транспортной магистрали и Брянского машиностроительного завода (УП № 4), сквер имени Камозина – в непосредственной близости от автомобильных дорог (УП № 3), парк Металлургов расположен в удалении от заводов и

транспортных дорог (УП № 2). Контролем служили насаждения Учебно-опытного лесхоза Брянского государственного инженерно-технологического университета (УП № 1).

Загрязнение воздуха определялось газоанализатором ГАНК – 4. Учет проводился на высоте 1 м от поверхности земли.

Проведена инвентаризация насаждений. Выполнена оценка санитарного и эстетического состояния деревьев и кустарников на объектах [9].

Жизнеспособность пыльцы определялась у ели колючей (форма голубая) (*Picea pungens* Engelm).

Стробилы с модельных деревьев (4-10 шт. на УП) собирали в мае, в средней части кроны (южная сторона), перед вылетом пыльцы. В лаборатории стробилы просушивали, через 1-2 дня пыльцу собирали в бюксы и хранили в холодильнике, затем в трехкратной повторности проращивали в термостатах при  $t$  около  $+ 25^{\circ}\text{C}$  на 10% растворе сахарозы во влажной камере (по методу «висячей» капли). Просмотр препаратов (до 400-900 зёрен в каждом) вели под микроскопом МБИ-6 на 2-й или 3-й день проращивания при увеличении  $\times 350$ . Учитывали проросшие и непроросшие пыльцевые зерна. Проросшими считали зерна,

у которых длина трубки была равна её диаметру или имела больший размер. К аномальным относили пыльцевые зерна с одной трубкой, но с двумя и более разветвлениями; с двумя трубками – с разветвлениями или без них. Все количественные показатели пыльцы проанализированы статистически [8].

**Результаты.** На территории скверов, парков и зеленых зон Бежицкого района произрастает 6 видов хвойных растений: ель европейская (*Picea excelsa* Link.), ель колючая (*Picea pungens* Engelm), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina* L.), лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.). Наиболее распространённый вид – туя западная (*Thuja occidentalis* L.) – 47,19% (143 шт) от общего количества деревьев, затем ель европейская (*Picea excelsa* Link.) – 24,43% (74 шт), ель колючая форма голубая (*Picea pungens* Engelm) – 14,52% (44 шт), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) – 10,89% (33 шт), лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.) – 1,98% (6 шт), можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina* L.) – 0,99% (3 шт).

Характеристика ассортимента по объектам приведена в таблице 1.

Таблица 1

Ассортимент хвойных растений

Название территории	Наименование вида	Количество, шт.
Парк «Первомайский»	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	12
	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	33
Парк Metallургов	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	7
	Лиственница европейская ( <i>Larix decidua</i> Mill.)	6
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	22
	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	4
Сквер Metallургов	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	8
Сквер имени Камозина	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	13
	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	63
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	29
	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	9
Сквер имени Морозова	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	10
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	3
Зеленая зона у администрации Бежицкого района	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	5
	Туя западная «Смарагд» ( <i>Thuja occidentalis</i> 'Smaragd' )	8
	Туя западная «Даника» ( <i>Thuja occidentalis</i> 'Danica' )	6
	Можжевельник казацкий ( <i>Juniperus sabina</i> L.)	3
	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	6
Сквер имени Виноградова	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	2
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	2
Сквер «Пролетарский»	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	18
	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	10
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	2
Зеленая зона у школы искусств имени Николаевой	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	6
	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	1
Сквер у памятника Артиллеристам	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	4
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	1
Зеленая зона у памятника Болгарским патриотам	Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	2
	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	6
	Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	2

Самую высокую устойчивость к условиям городской среды (табл. 2) проявили можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) (СКС=1) и лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.) (СКС=1,33), а самую низкую – туя западная (*Thuja occidentalis* L.) (СКС=1,82).

Таблица 2

Распределение видов хвойных растений по категориям санитарного состояния

Вид	Общее количество деревьев, шт.	Количество деревьев по категориям санитарного состояния, % от общего числа деревьев			Средне-взвешенная категория состояния (СКС)
		1	2	3	
Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	74	40,5	45,9	13,6	1,73
Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	44	56,8	40,9	2,3	1,46
Лиственница европейская ( <i>Larix decidua</i> Mill.)	6	66,7	33,3	0	1,33
Можжевельник казацкий ( <i>Juniperus sabina</i> L.)	3	100,0	0	0	1,0
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	33	36,4	54,5	9,1	1,73
Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	143	36,4	45,4	18,2	1,82

Высокую эстетическую оценку имеет можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.), а самую низкую – туя западная (*Thuja occidentalis* L.) (табл. 3).

Таблица 3

Распределение видов хвойных растений по шкале эстетической оценки

Вид	Общее количество деревьев, шт.	Количество деревьев по категориям эстетической оценки, % от общего числа деревьев			Средне-взвешенная категория эстетической оценки
		1	2	3	
Ель европейская ( <i>Picea excelsa</i> Link.)	74	44,6	32,4	23,0	1,78
Ель колючая ф. голубая ( <i>Picea pungens</i> Engelm)	44	63,6	22,7	13,7	1,54
Лиственница европейская ( <i>Larix decidua</i> Mill.)	6	83,3	16,7	0	1,17
Можжевельник казацкий ( <i>Juniperus sabina</i> L.)	3	100,0	0	0	1,0
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)	33	45,4	36,4	18,2	1,73
Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)	143	36,4	34,3	29,3	1,93

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Брянске (табл. 4) колеблется от низкого до повышенного. Высокая экологическая напряженность воздушного бассейна наблюдается на территории города (УП № 2, 3, 4). На контрольном участке (УП №1) относительно низкий уровень загрязнения воздушного бассейна.

Таблица 4

Загрязнение воздуха на территории города Брянска

Наименование загрязняющих веществ	Класс опасности	ПДК мг/м <sup>3</sup>	ПДК, (превышение раз)			
			УП № 4	УП № 3	УП № 2	УП № 1
Бензапирен	1	0,000005	0,6-2,0	0,4	0,4	0,001
Диоксид азота	2	2,0	0,8-2,0	0,3-0,4	0,3-0,4	0,1
Формальдегид	2	0,05	0,7-2,0	0,05	0,05	0,03
Фенол	2	0,007	0,007	0,005	0,005	0,001
Диоксид серы	3	10,0	0,02-0,04	0,002	0,002	0,001
Взвешенные вещества	3	0,5	0,6-0,7	0,1-0,3	0,2-0,4	0,1
Оксид азота	3	0,4	0,4	0,8	0,7	0,2
Оксид углерода	4	50,0	0,9	0,7	0,7	0,5

Исследования пыльцы ели колючей (*Picea pungens* Engelm) 2016 года (табл. 5) позволяют сделать вывод: жизнеспособность пыльцевых зерен зависит от уровня техногенного загрязнения места произрастания модельных деревьев.

Внутрипопуляционная изменчивость жизнеспособности пыльцы и развития пыльцевых трубок

№ УП	Доля пыльцевых зерен, %					непроросших
	проросших					
	всего	с одной трубкой			с двумя трубками без разветвлений	
всего		без разветвлений	с разветвлениями			
4	68,12±5,58	67,15±2,51	66,22±2,51	0,93±0,56	0,97±1,42	31,88±5,57
3	74,56±3,55	73,27±2,67	72,49±2,90	0,78±0,52	1,29±0,38	25,44±2,35
2	85,79±6,13	84,49±4,55	84,00±3,48	0,49±0,56	1,30±0,64	14,21±2,20
1	92,09±3,22	92,09±3,22	92,09±3,23	0,23±1,21	0,41±1,11	7,91±3,64

На наиболее загрязненном объекте (УП № 4) жизнеспособность пыльцы (68,12%) достоверно снижена по сравнению с контролем ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=99\%$ ). На менее загрязненных территориях (УП № 2, № 3) проросших пыльцевых зерен оказалось также меньше, чем на УП № 1 ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=95\%$ ).

У всех модельных деревьев преобладают проросшие пыльцевые зерна с одной трубкой без разветвлений. С увеличением уровня техногенного загрязнения возрастает количество пыльцевых трубок с аномалиями развития.

На наиболее загрязненном объекте (УП № 4) количество зерен с разветвленной трубкой (0,93%), с двумя трубками (0,97%) значительно ниже, чем в контроле ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=99\%$ ).

На менее загрязненной территории (УП № 3) количество зерен с разветвлениями пыльцевой трубки снижено по сравнению с контролем и составляет 0,78%, количество зерен с двумя трубками – 1,29% ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=95\%$ ).

На УП № 2 количество пыльцевых зерен с разветвлениями трубки оказалось почти вдвое меньше (0,49%), чем при большем техногенном загрязнении на УП № 4 ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=95\%$ ). Число пыльцевых зерен с двумя трубками (1,30%) увеличено по сравнению с контролем и УП №4 ( $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ , при  $P=95\%$ ).

**Выводы.** Для формирования комфортной городской среды необходимо создавать ландшафтные группы по экологическим принципам.

В городе Брянске высокую устойчивость и эстетическую оценку имеет можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.), хотя встречается в небольшом количестве. Низкие устойчивость и эстетическая оценка у туи западной (*Thuja occidentalis* L.), но встречаемость её в городе высокая.

Проращивание пыльцы ели колючей (*Picea pungens* Engelm) показывает, что с увеличением загрязнения окружающей среды происходит закономерное снижение количества проросших пыльцевых зерен.

С точки зрения мутационной изменчивости, особый интерес представляют аномалии развития пыльцевых трубок (с разветвлениями и двумя пыльцевыми трубками). В контрольных насаждениях число пыльцевых зерен с аномалиями развития достоверно ниже по сравнению с городскими посадками. Эти нарушения у ели, по-видимому, можно считать маркерами поражения мужской генеративной сферы.

Учитывая относительно удовлетворительную экологическую ситуацию в городе, необходимо проводить регулярный контроль за состоянием хвойных насаждений для разработки рекомендаций по снижению наносимого ущерба окружающей среде.

#### Литература

1. Авдеева Е. В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск, 2008. 32 с.
2. Коробова Н. Л. Биоиндикация загрязнения атмосферы урбосистем с помощью высших растений // Лесное хозяйство. 2008. № 5. С. 25–26.
3. Коровин Н. В., Степанчик В. В., Холодилова Л. В. Негативное влияние техногенного атмосферного загрязнения на сосновые насаждения и пути его снижения (на примере Гомельского промышленного района). Брянск, 2003. 143 с.
4. Ларионов М. В. Экологический мониторинг городской среды : монография. Саратов : Саратовский источник, 2015. 104 с.
5. Ларионов М. В., Ларионов Н. В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий // Научное обозрение. 2012. № 4. С. 98–106.
6. Николаевский В. С. Современное состояние проблемы газоустойчивости растений // Научные труды Пермского гос. университета. Пермь, 1969. № 222, вып. 1. С. 5–33.
7. Николаевский В. С. Эколого-физиологические основы газоустойчивости растений : учебное пособие. М., 1989. 65 с.
8. Свалов Н. Н. Вариационная статистика. М. : Лесн. промышленность, 1997. 120 с.

9. Озеленение населенных мест : справочник / В. И. Ерохина [и др.]; под ред. В. И. Ерохиной. М. : Стройиздат, 1987. 480 с.
10. Тарханов С. Н. Хвойные насаждения в условиях атмосферного загрязнения // Лесное хозяйство. 2004. № 3. С. 18–20.
11. Rodionov S. S. Environmental management in the present state of the information // The Strategies of Modern Science Development: Proceedings of the III Intern. conf. Yelm, WA, USA:+ Science Book Publishing House, 2013. P. 183–186.
12. Ziegler I. The effect of SO<sub>2</sub> pollution on plants metabolism // Residue Revs. 1975. Vol. 56. P. 79–105.

## ASSESSMENT OF ECOLOGICAL CONDITION OF CONIFEROUS PLANTS IN THE URBANIZED TERRITORY

**A. V. Skok**, Cand. Bio. Sci., Associate Professor,  
Bryansk State Engineering and Technological University  
3, Stanke-Dimitrova Prospekt, Bryansk, 241037, Russia  
E-mail: [s.anna.v@mail.ru](mailto:s.anna.v@mail.ru)

Coniferous plant species are sensitive even to insignificant air pollution. They are considered indicators of the ecological situation. Viability of pollen can serve as an indicator of pollution level of the territory where coniferous plantations grow. The objects of research were public gardens, parks and plantings of Bezhitsky district of Bryansk. Inventory procedures of plantings was carried out in the territories, the sanitary and aesthetic state of trees and shrubs was assessed. The viability of Blue Spruce pollen (*Picea pungens* Engelm) has been estimated depending on the contamination of tree growth areas. Six species of coniferous plants grow on the territory of public gardens, parks and green areas of Bezhitsky district: European Spruce (*Picea excels* Link.), Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm), Scots Pine (*Pinus silvestris* L.), Eastern Arborvitae (*Thuja occident* L.), Savin Juniper (*Juniperus Sabina* L.), European Larch (*Larix decidua* Mill.). The most widespread species is *Thuja occident* L. – 47.19% of the total number of trees, then European Spruce (*Picea excelsa* Link.) – 24.43%, Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm) – 14.52%, *Pinus silvestris* L. – 10.89%, *Larix decidua* Mill. – 1.98%, *Juniperus sabina* L. – 0.99%. The *Juniperus sabina* L. has a high aesthetic evaluation and it is highly resistant to urban environment. At the same time, *Thuja occidentalis* L possess low stability and aesthetic evaluation. The level of gas air pollution in Bryansk ranges from low to high. With the increase in technogenic pollution, there is a regular decrease in the amount of germinating pollen grains and an increase in the number of abnormality in the development of pollen tubes for Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm).

*Key words:* coniferous species, industrial pollution, *Picea pungens* Engelm, pollen, abnormalities of pollen tubes.

### References

1. Avdeeva E. V. Zelenye nasazhdeniya v monitoringe okruzhayushchei sredy krupnogo promyshlennogo goroda (Green areas in the environmental monitoring of large industrial city), avtoref. dis. ... d-ra s.-kh., Krasnoyarsk, 2008, 32 p.
2. Korobova H. L. Bioindikatsiya zagryazneniya atmosfery urbosistem s pomoshch'yu vysshikh rastenii (Bioindication of atmospheric pollution by higher plants in urban systems), Lesnoe khozyaistvo, 2008, No. 5, pp. 25–26.
3. Korovin N. V., Stepanchik V. V., Kholodilova L. V. Negativnoe vliyaniye tekhnogennoy atmosfery na sosnovyye nasazhdeniya i puti ego snizheniya (na primere Gomel'skogo promyshlennogo raiona) (The negative impact of anthropogenic atmospheric pollution on pine plantations and the ways of its reduction (on the example of Gomel industrial region)), Bryansk, 2003, 143 p.
4. Larionov M. V. Ekologicheskii monitoring gorodskoi sredy : monografiya (Ecological monitoring of urban environment: monograph), Saratov, Saratovskii istochnik, 2015, 104 p.
5. Larionov M. V., Larionov N. V. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya i ustoichivosti drevesnykh nasazhdenii urbanizirovannykh territorii (Assessment of ecological status and sustainability of trees in urbanized areas), Nauchnoe obozrenie, 2012, No. 4, pp. 98–106.
6. Nikolaevskii B. C. Sovremennoe sostoyaniye problemy gazoustoichivosti rastenii (Current status of plant gas-resistance issue), Nauchnye trudy Permskogo gos.universiteta, Perm', 1969, No. 222, vyp. 1, pp. 5–33.
7. Nikolaevskii B. C. Ekologo-fiziologicheskie osnovy gazoustoichivosti rastenii : uchebnoye posobie (Ecological and physiological basis of plant gas-resistance: textbook), Moscow, 1989, 65 p.
8. Svalov N. N. Variatsionnaya statistika (Variational statistics), Moscow, Lesn. promyshlennost', 1997, 120 p.
9. Erokhina V. I., Zherebtsova G. P., Vol'ftrub T. I. et al. Ozeleneniye naseleennykh mest : spravochnik (Greenery measurements of populated places: reference book), pod red. V. I. Erokhinoi, Moscow, Stroiizdat, 1987, 480 p.
10. Tarkhanov S. N. Khvoynye nasazhdeniya v usloviyakh atmosferynoy zagryazneniya (Coniferous plantations in conditions of atmospheric pollution), Lesnoe khozyaistvo, 2004, No. 3, pp. 18–20.
11. Rodionov S. S. Environmental management in the present state of the information, The Strategies of Modern Science Development: Proceedings of the III Intern. conf. Yelm, WA, USA, Science Book Publishing House, 2013, pp. 183–186.
12. Ziegler I. The effect of SO<sub>2</sub> pollution on plants metabolism, Residue Revs, 1975, Vol. 56, pp. 79–105.



## 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 микотоксикологией и иммунология; 06.02.05 Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена 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 обоснование 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 информационно 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 включённым 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 штриховка; все элементы, относящиеся к изображению, должны быть сгруппированы. Все используемые в статье изображения должны иметь подрисуночную 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 расшифровка 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.

### Условия публикации статей

Для публикации статей автор (или авторы, если в статье их несколько) должен оформить подписку на полугодие. Подписка оформляется после утверждения статьи к публикации. Каталожная стоимость подписки на 2-е полугодие 2018 г. составляет 1200 руб. (2 номера). От аспирантов подписка не требуется. 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» (индекс издания 83881)*.

### 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. *Петропавловская, 23, издательско-полиграфический центр «ПрокростЪ»* или электронной почтой на адрес *pgshavestnik@mail.ru*. Отправляемые по электронной почте скан-копии документов (с расширениями \*.ipeg 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 Распономарев Иван Леонидович, ответственный секретарь;  
(342) 217-95-42 Корепанова Ольга Кузьминична, директор издательско-полиграфического центра