



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

Научно-практический  
журнал

№2 (30) 2020

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).  
Регистрационный номер в реестре зарегистрированных СМИ  
Роскомнадзора ПИ № ФС77–72617 от 4 апреля 2018 г.

**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. Батъе-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. Ляшева, д-р с.-х. наук (г. Тюмень, Россия);  
Е.Н. Мартынова, д-р с.-х. наук (Ижевск, Россия);  
Л.А. Михайлова, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
С.Г. Мударисов, д-р техн. наук (г. Уфа, Россия);  
Ф.Ф. Мухамадьяров, д-р техн. наук (г. Киров, Россия);  
А.А. Овчинников, д-р с.-х. наук (г. Троицк, Россия);  
Л.Ю. Овчинникова, д-р с.-х. наук (г. Троицк, Россия);  
Ж.А. Первойко, 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. Сычева, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
Н.А. Татарникова, д-р ветеринар. наук (г. Пермь, Россия);  
Н.Н. Терин, 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 – А.С. Богатырева  
Перевод – О.В. Фотина*

Дата выхода в свет – 25.06.2020. Формат 60x84%. Усл. печ. л. 16,6.  
Тираж 500. Заказ № 61. Индекс издания ПР922.  
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, 2020

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).  
Roskomnadzor's mass media registration certificate number PI  
No. FS77-72617 dated April 4, 2018

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

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

Signed to print – 25.06.2020. Format 60x84%.  
Printed sheets 16.6. Ex. 500, Order No. 61. Postcode ПР922.  
Unfixed price. Printed at the Publishing and Polygraphic Cen-  
ter «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, 2020

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

- Мохнаткин В. Г., Поярко М. С., Горбунов Р. М.**  
Исследование рабочего процесса роторного измельчителя с осевой подачей материала ..... 4
- Солонщиков П. Н., Косолапов Е. В.**  
Оценка работы мобильного измельчителя-раздатчика грубых кормов различной плотности ..... 15
- Панова А. В.**  
Алгоритм оптимизации маршрутов движения техники и транспортных средств сельскохозяйственных предприятий ..... 20

### АГРОНОМИЯ

- Борисов Б. Б., Исламова Ч. М., Фатыхов И. Ш., Мазунина Н. И.**  
Экологическая пластичность и адаптивность сортов ярового ячменя в абиотических условиях Среднего Предуралья ..... 31
- Исмагилов К. Р.**  
Оценка агроклиматических условий возделывания кукурузы на территории Республики Башкортостан ..... 39
- Колесникова В. Г., Печникова Т. И.**  
Реакция овса посевного Яков на десикацию посевов урожайностью и качеством семян ..... 47
- Мудрых Н. М., Бессонова Л. В., Вяткина Р. И.**  
Оценка качества зерна плёнчатых и голозёрных сортов овса ..... 56
- Сафина Н. В., Кильянова Т. В.**  
Сафлор красильный в условиях Среднего Поволжья ..... 63
- Снигирева О. М., Ведерников Ю. Е.**  
Развитие болезней яровой пшеницы сорта Баженка при применении регуляторов роста в условиях Кировской области ..... 71
- Соколова Е. В., Тутова Т. Н., Иванова Т. Е., Несмелова Л. А., Мерзлякова В. М.**  
Особенности роста и развития гибридов томата в защищенном грунте Удмуртской Республики ..... 80
- Шишкин А. А., Акманаев Э. Д., Богатырева А. С.**  
Экономическая оценка способов посева и норм высева в агротехнике ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла в Среднем Предуралье ..... 89

---

## CONTENTS

### PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

- Mohnatkin V. G., Pojrkov M. S., Gorbunov R. M.**  
Study of the working process of a rotary shredder with an axial feed of material ..... 4
- Solonschchikov P. N., Kosolapov E. V.**  
Evaluating the performance of a mobile coarse feed shredder of various densities ..... 15
- Panova A. V.**  
The routes optimization algorithm of machinery and vehicles at agricultural enterprises ..... 20

### AGRONOMY

- Borisov B. B., Islamova Ch. M., Fatykhov I. Sh., Mazunina N. I.**  
Environmental plasticity and adaptivity varieties of barley ..... 31
- Ismagilov K. R.**  
Assessment of agro-climatic conditions of maize cultivation on the territory of the Republic of Bashkortostan ..... 39
- Kolesnikova V. G., Pechnikova T. I.**  
Reaction of oats sown Yakov to desiccation crop yield and seed quality ..... 47
- Mudrykh N. M., Bessonova L. V., Vyatkina R. I.**  
Evaluation of the grain quality of glumiferous and naked oat varieties ..... 56
- Safina N. V., Kilyanova T. V.**  
Safflower in the Middle Volga region ..... 63
- Snigireva O. M., Vedernikov Y. E.**  
Dependence of diseases development in spring wheat variety Bazhenka when applying growth regulators in the conditions of the Kirovskaya oblast ..... 71
- Sokolova E. V., Tutova T. N., Ivanova T. E., Nesmelova L. A., Merzlyakova V. M.**  
Features of growth and development of tomato hybrid in the protected soil of the Udmurt Republic ..... 80
- Shishkin A. A., Akmanaev E. D., Bogatyreva A. S.**  
Economic assessment of sowing methods and sowing rate in agro-technique of spring rapeseed of Ratnik variety and Smilla hybrid in the Middle Preduralie ..... 89

<b>Байдак Е. В., Никулина Н. Б., Аксенова В. М.</b> Гематологический статус молодых дойных коров в одном из хозяйств Пермского края .....	98	<b>Baydak E. V., Nikulina N. B., Aksenova V. M.</b> Hematologic status of young dairy cows in the farms of the Permskiy kray .....	98
<b>Бачурина Е. М., Полковникова В. И.</b> Оценка жеребцов-производителей орловской рысистой породы по экстерьеру, резвости и качеству потомства .....	107	<b>Bachurina E. M., Polkovnikova V. I.</b> Evaluation of orlov trotting breed stud horses on exterior, action and quality of offspring .....	107
<b>Сбоев А. А., Ситников В. А.</b> Влияние концентрации гуминовых кислот на рост и развитие бройлеров .....	114	<b>Sboev A. A., Sitnikov V. A.</b> The effect of humic acid concentration on the growth and development of broilers .....	114
<b>Улимбашева Р. А.</b> Компенсаторно-приспособительные механизмы овец к горной гипоксии в условиях вертикальной зональности территории .....	122	<b>Ulimbasheva R. A.</b> Compensatory-adaptive mechanisms in sheep to mountain hypoxia in the conditions of vertical zoning of the territory .....	122

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10030

УДК 631.363

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА РОТОРНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ С ОСЕВОЙ ПОДАЧЕЙ МАТЕРИАЛА

**В. Г. Мохнаткин**, д-р техн. наук, профессор;

**М. С. Поярков**, канд. техн. наук, доцент;

**Р. М. Горбунов**, канд. техн. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

Октябрьский проспект, 133, Киров, Россия, 610017

E-mail: Mohnatkin@vgsha.info

*Аннотация.* Для оценки рабочего процесса измельчителя кормов с целью конкретизации того или иного оценочного показателя по изучаемому процессу предложен частный критерий оценки качества измельченного корма, который определяется как степень соответствия гранулометрического состава измельченных частиц установленным зоотехническим требованиям. Строится эталонная кривая распределения измельченных частиц, являющаяся их нижней границей. Следовательно, любой класс, находящийся ниже этой кривой, не удовлетворяет установленным требованиям. Данная методика применена в опытах по оценке работы роторного измельчителя с вертикальной осевой подачей материала. В условиях учебно-опытного поля Вятской ГСХА проведены исследования измельчителя с вертикальным ротором при осевой подаче материала. С использованием однофакторных экспериментов изучено влияние влажности, подачи материала и частоты вращения ротора измельчителя на средневзвешенную длину частиц готового продукта и на удельные энергозатраты для трех типов рабочих органов - ножей прямоугольного сечения (аналог молотка), трапецидальных с острой режущей кромкой и ножей с острыми фигурными кромками. Установлено, что, с практической точки зрения, наиболее приемлемым является первый тип ножа – прямоугольного сечения, обеспечивающий более стабильную характеристику измельчителя и обладающий большей технологичностью в изготовлении. На втором этапе исследований изучалось совместное влияние длины ножей, частоты вращения ротора, подачи и влажности материала с использованием теории планирования активно-пассивного эксперимента, позволяющей получать математические модели при наличии не управляемых, но контролируемых факторов (подача, влажность материала).

Анализ полученных моделей показал, что на степень измельчения материала наибольшее влияние оказывает длина ножа. Причем это влияние наиболее существенно проявляется для ножей с фигурными кромками. Для ножей прямоугольного и трапециoidalного сечений повышению степени измельчения способствует увеличение частоты вращения ротора. Для всех трех типов ножей подача материала практически не влияет на степень измельчения продукта, тогда как влажность влияет значительно и особенно на ножи прямоугольного сечения. На энергоемкость процесса для всех трех типов ножей влияние исследуемых факторов одинаково, при этом вклад четвертого фактора по отношению к остальным оказывается незначительным. Таким образом, постановка и обработка данных активно-пассивного эксперимента позволила оценить вклад каждого из исследуемых факторов в работу роторного измельчителя. По материалам исследований выработаны конкретные рекомендации производству.

*Ключевые слова:* измельчитель, ротор, частота вращения, нож, математическая модель, стебель, влажность материала.

**Введение.** Для оценки рабочего процесса различного оборудования, в частности, измельчителей кормов, представленно-го как некоторая сложная система, используется целый комплекс критериев эффективности его функционирования [1-3].

С целью конкретизации того или иного оценочного показателя по изучаемому процессу исследователями предложены универсальные критерии, обеспечивающие сравнимость полученных результатов для конкретных условий протекания процесса или работы оборудования [4-8]. В то же время для оценки качества измельченного продукта ГОСТом предусмотрены требования к его качеству лишь для измельченного зерна (помол крупный, средний и мелкий). Для измельченных грубых кормов (сена и соломы) такие требования отсутствуют, имеется лишь рекомендация относительно крупности измельчения для крупного рогатого скота: средневзвешенный размер измельченных частиц 30...50 мм. В связи с этим требуется разработка более объективного показателя оценки качества измельченных стебельных материалов. Такой показатель предложен и апробирован в ходе

исследований рабочего процесса измельчителя с вертикальным ротором при осевой подаче материала. Такие устройства нашли свое применение в качестве измельчителей-смесителей в технологических линиях кормоцехов животноводческих ферм. В качестве рабочих органов на роторе устанавливаются ножи с острой режущей кромкой либо фигурные, что снижает надежность их работы из-за поломок в результате попадания недробимых частиц. В то же время опыт эксплуатации измельчителей с молотковыми рабочими органами подтверждает их высокую надежность, невосприимчивость к различного рода посторонним предметам. Однако применение молотковых рабочих органов преимущественно определено в измельчителях с горизонтальным расположением ротора, что предполагает наличие подающего устройства в виде, например, вращающегося бункера. С точки зрения энергоемкости процесса, молотковые рабочие органы уступают ножевым как более энергоемкие, но с учетом их высокой надежности данный тип рабочих органов нашел более широкое распространение в сравнении с ножевыми.

Что касается проблемы создания комприготовительной техники в целом, то следует отметить, что на уровне опытных образцов целым рядом научно-исследовательских институтов, учеными вузов и других организаций [2, 3, 6, 9, 10] такие машины созданы, и часть из них даже успешно прошла проверку на машинно-испытательных станциях. Однако машиностроительные предприятия страны неохотно переходят на серийное производство данного оборудования. В результате чего животноводческие предприятия АПК вынуждены закупать его у зарубежных производителей по более высокой цене с последующим дорогим обслуживанием, что могут себе позволить не все сельскохозяйственные предприятия, особенно крестьянско-фермерские хозяйства.

**Методика.** При исследованиях сельскохозяйственной техники в 70-х годах прошлого века четко наметились два направления, основоположниками которых выступили ученые Ленинградского сельскохозяйственного института А. Б. Лурье – исследования объектов в динамике [11] и С.В. Мельников – исследования объектов в статике с использованием теории планирования экспериментов [3]. При этом достаточно жесткие требования к использованию последней зачастую приводили исследователей в тупик, так как одним из условий

является требование поддержания значений исследуемых факторов на заданных уровнях, что не всегда выполнимо (например, влажность материала, физико-механические свойства, подача материала и т.п.) Нами в ходе исследований предложен метод активно-пассивного эксперимента, позволяющий получать математические модели в условиях дрейфа исследуемых факторов с последующей обработкой результатов и практического их использования.

Кроме того, для оценки эффективности работы ротора с различными типами рабочих органов нами предложен новый показатель. Так, учитывая, что при одинаковой степени измельчения получается различное качество готового продукта по гранулометрическому составу, нами предлагается частный критерий оценки качества измельченного корма, сущность которого заключается в том, что определяется степень соответствия гранулометрического состава частиц готового корма установленным зоотехническим требованиям.

Пусть имеется некая кривая распределения среднего размера частиц измельченного корма, полученная экспериментальным путем [9, 12, 13]. Тогда процентное содержание  $i$ -го класса (размера) может быть определено из выражения

$$P = \frac{P_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^k P_i \cdot l_i} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $P$  – содержание частиц  $i$ -того класса в % от общего количества;

$k$  – количество классов;

$P_i$  – масса частиц измельченного корма  $i$ -того класса, г;

$l_i$  – средневзвешенный размер частиц  $i$ -го класса, мм.

Согласно зоотехническим требованиям для различных видов животных на измельченные корма установлены пределы (ниж-

ная граница) по процентному содержанию того или иного размера частиц от общего их количества. То есть, в соответствии с зоотехническими требованиями может быть построена, так называемая эталонная кривая распределения частиц, являющихся их нижней границей. Тогда любой класс из-

мельченных частиц, находящийся ниже данной кривой, не удовлетворяет установленным требованиям и чем ниже он находится, тем сильнее выражено отклонение данного класса от эталонного. Следовательно, можно записать

$$\delta_i = \frac{P_{i \text{ эксп.}}}{P_{i \text{ этал.}}}, \quad (2)$$

где  $\delta_i$  – степень соответствия  $i$ -того класса установленным зоотехническим требованиям;

$P_{i \text{ эксп.}}$  – содержание частиц  $i$ -того класса в % от их общей массы;

$P_{i \text{ этал.}}$  – нижний предел содержания частиц  $i$ -того класса в % от их общей массы по зоотехническим требованиям.

Тогда качество измельченного продукта в целом определится выражением

$$\delta = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \dots \cdot \delta_i, \quad (3)$$

где  $\delta$  – степень соответствия качества измельченного материала зоотехническим требованиям;

$\delta_i$  – степень соответствия качества измельченного материала  $i$ -того класса установленным требованиям.

Данный показатель использовался нами в дальнейших опытах по оценке работы различных измельчителей [10], в частности, роторного измельчителя с вертикальной осевой подачей материала (рис.1).

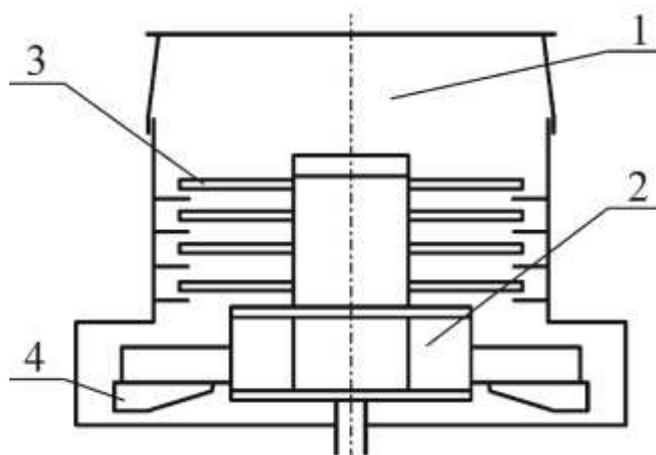


Рис. 1. Схема экспериментального измельчителя:  
1 – загрузочная горловина; 2 – ротор; 3 – ножи; 4 – крылачат.

**Результаты.** С целью определения влияния различных факторов на выходные характеристики роторного измельчителя первоначально был выполнен цикл исследований с использованием однофакторных экспериментов. В ходе опытов изучалось

влияние влажности и подачи материала, частоты вращения ротора, геометрических и конструктивных особенностей измельчителя на средневзвешенную длину части готового продукта, соответствие его гранулометрического состава установленным зоо-

техническим требованиям и удельным энергозатратам. Причем влияние указанных факторов на выходные характеристики было исследовано для трех типов рабочих органов – ножей прямоугольного и трапецеидального сечений (с острой режущей кромкой) и ножей с фигурными кромками. Необходимость этого вызвана тем, что завод-изготовитель комплектует измельчитель ножами трапецеидального сечения и с фигурными кромками. Эти ножи сложны в изготовлении и быстро выходят из строя при попадании в рабочую камеру недробимых предметов. Нами же предполагалось исследовать ножи прямоугольного сечения (по типу молотковых рабочих органов роторных измельчителей), как наиболее простые в изготовлении и менее чувствительные к посторонним предметам.

В практике приготовления кормов известны измельчители с вертикальным расположением ротора, имеющего рабочие органы ножевого типа [10]. Положительным в конструкции таких машин является то, что подача материала к рабочим органам осуществляется сверху вниз под действием гравитационных сил, не требуя специальных подающих устройств. Такие измельчители при подаче в них нескольких предва-

рительно подготовленных компонентов успешно используются в качестве смесителей [6]. Однако эти устройства обладают рядом существенных недостатков, среди которых – высокая энергоемкость процесса при измельчении грубых кормов, неустойчивая работа из-за забивания рабочих органов, отличающихся сложностью в изготовлении. Данный тип измельчителя выбран в качестве объекта исследования еще и потому, что устанавливается он как вторая ступень технологической линии по приготовлению кормов. Например, в линии ЛИС-3 на второй ступени измельчения установлен измельчитель с вертикальным ротором ИСК-3. С целью определения работоспособности различных факторов и степени их влияния на выходные характеристики измельчителя выполнен цикл исследований на экспериментальной установке, изготовленной на базе измельчителя ИСК-3. В ходе опытов изучалось влияние влажности измельчаемого материала на средневзвешенную длину частиц готового продукта и удельные энергозатраты. Причём, влияние данного фактора на выходную характеристику исследовано для трёх типов ножей: прямоугольного и трапецеидального сечения и фигурного (при виде сверху) (рис.2).

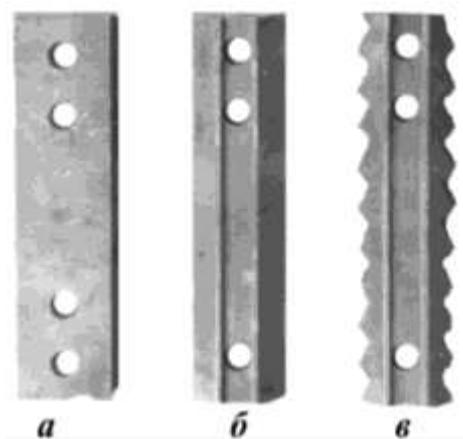


Рис. 2. Типы исследуемых ножей:

а – прямоугольного сечения; б – трапецеидального сечения; в – фигурный.

Исследование данных типов рабочих органов вызвано необходимостью изучения возможности использования в измельчителях с вертикальным ротором ножей прямоугольного сечения, как более простых в изготовлении и не чувствительных к посторонним предметам.

На рисунке 3 показаны зависимости  $l_{cp} = f(W)$  и  $\mathcal{E} = f(W)$  для каждого типа ножей (опыты проводились на измельчении соломы).

Анализ представленных графиков свидетельствует о том, что изменение средне-

взвешенной длины частиц готового продукта с увеличением влажности материала для прямоугольного типа ножей имеет обратно пропорциональную зависимость первого порядка. В то же время для остальных типов ножей эта зависимость может быть аппроксимирована уравнением не ниже второго порядка. Следовательно, с практической точки зрения, наиболее приемлемым является первый тип ножа – прямоугольный, обеспечивающий более стабильную характеристику измельчителя.

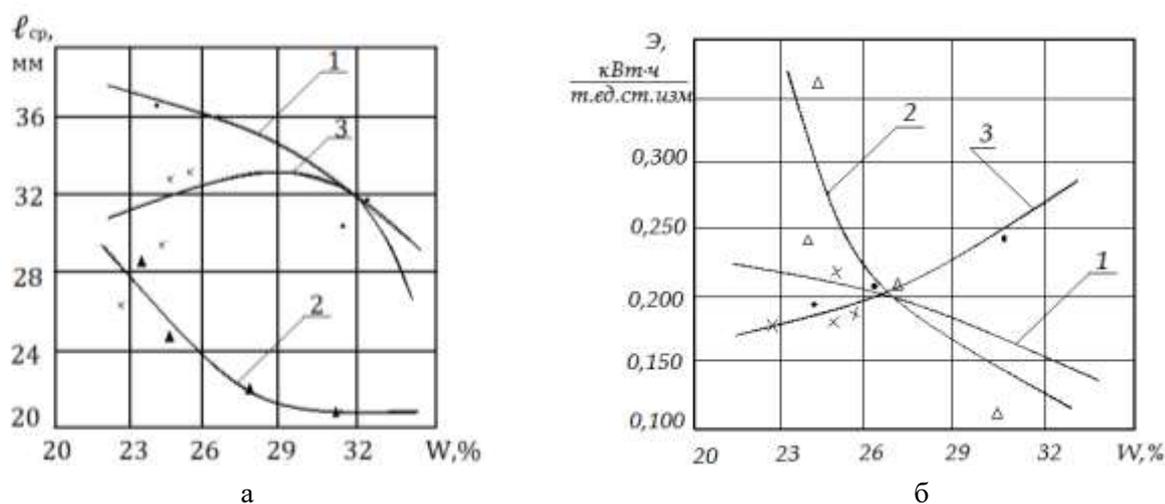


Рис. 3. Влияние влажности материала на средневзвешенную длину измельченных частиц (а) и удельную энергоёмкость процесса (б): 1 – для ножей прямоугольного сечения; 2 – для ножей фигурных; 3 – для ножей трапецидального сечения.

Значительное положительное влияние влажности измельченного материала на его качественный показатель – степень соответствия гранулометрического состава установленным требованиям ( $\delta$ ) – отчетливо прослеживается лишь для прямоугольного типа ножей. И хотя для ножей трапецидального сечения характер изменения данного показателя почти аналогичен, степень влияния исследуемого фактора значительно ниже. Для фигурных же ножей зависимость  $\delta = f(W)$  носит параболический характер с экстремумом в нижней точке.

Кроме того, при одинаковых значениях влажности материала лучшие показатели работы измельчителя наблюдаются опять же при установке ножей прямоугольного сечения, причем с увеличением влажности энергоёмкость процесса снижается.

Таким образом, представленные выше зависимости показывают, что выходные характеристики измельчителя с вертикальным ротором имеют лучшие показатели и более стабильную характеристику при установке ножей прямоугольного сечения. Поэтому для данного типа ножей были ре-

лизованы дополнительные эксперименты с целью изучения влияния частоты вращения ротора на энергоёмкость процесса и качество измельчения.

Согласно зависимостям (рис. 4) следует, что оптимальная частота вращения ротора измельчителя находится в интервале 1200...1250 мин<sup>-1</sup>.

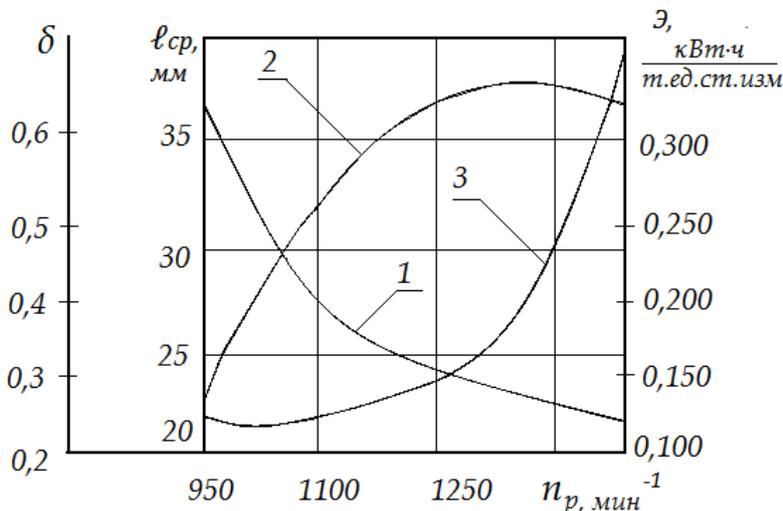


Рис. 4. Влияние частоты вращения ротора измельчителя на степень соответствия гранулометрического состава установленным требованиям ( $\delta$ ), средневзвешенную длину частиц готового продукта ( $l_{cp}$ ) и удельную энергоёмкость процесса ( $\mathcal{E}$ ): 1 – для ножей прямоугольного сечения; 2 – для фигурных ножей; 3 – для ножей трапецеидального сечения.

При дальнейших исследованиях изучалось совместное влияние длины ножей, частоты вращения ротора, подачи и влажности материала для каждого типа измельчающих органов, при этом нижний уровень частоты вращения ротора был выбран, исходя из заводских рекомендаций. С целью оперативного получения информации о

влиянии этих факторов на выбранные критерии оптимизации были реализованы матрицы плана  $2^{4-1}$  для каждого из трех типов ножей. Согласно таблице 1 управляемыми факторами являются частота вращения ротора  $n_p$  и длина ножей  $l$ , а неуправляемыми – влажность  $W$  и подача материала  $Q$  на вход измельчителя.

Таблица 1

Матрица плана  $2^{4-1}$  активно-пассивного эксперимента

Обозначения	Частота вращения ротора $n_p, \text{мин}^{-1}$	Длина ножа $l, \text{м}$	Подача материала $Q, \text{т/ч}$	Влажность материала $W, \%$	Степень измельчения $\lambda$	Удельная энергоёмкость $\mathcal{E}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т.ед.ст.изм}}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$
Уровни варьирования:						
верхний +	1100	0,33	3	32		
нижний –	950	0,29	5	23		

Обработка полученного материала по методике активно-пассивного эксперимента при реализации представленных планов позволила получить по две модели рабочего процесса измельчителя для каждого типа ножей:  
а) прямоугольные ножи:

$$Y_1=8,9+0,625x_1+0,125x_2+0,325x_3+0,375x_4; \quad (4)$$

$$Y_2=0,171+0,014x_1+0,025x_2-0,020x_3-0,003x_4; \quad (5)$$

б) ножи трапецеидального сечения:

$$Y_1=10,2+0,675x_1+1,2x_2-0,325x_3-0,325x_4; \quad (6)$$

$$Y_2=0,19+0,023x_1+0,024x_2-0,004x_3+0,007x_4; \quad (7)$$

в) ножи с фигурными кромками:

$$Y_1=10,1+0,20x_1+1,8x_2+0,58x_3+0,48x_4; \quad (8)$$

$$Y_2=0,192-0,029x_1+0,011x_2-0,02x_3-0,003x_4. \quad (9)$$

Численные значения поправочных коэффициентов  $\lambda_i$  и  $\lambda_{ij}$ , рассчитанных в соответствии [1], представлены в таблице 2.

Учитывая, что в полученных моделях оценить эффекты парных взаимодействий

факторов не представляется возможным, так как они смешаны друг с другом, для анализа используем лишь линейные части уравнений.

Таблица 2

Значения поправочных коэффициентов

Коэффициенты	Номер уравнения					
	1	2	3	4	5	6
$\lambda_3$	0,35	0,35	0,41	0,41	0,48	0,48
$\lambda_4$	2,64	2,64	1,38	1,38	0,95	0,95
$\lambda_{34}$	0,92	0,92	0,56	0,56	0,70	0,70

Статистическая оценка полученных моделей показала, что их линейные части адекватно описывают процесс с 95 % вероятностью. Однако оценка работоспособности по Y-критерию, значение которого должно удовлетворять условию  $Y \geq 2$ , показывает, что для дальнейшего практического применения можно использовать лишь уравнения (6) и (9) [1]. Анализ оценок коэффициентов регрессии полученных уравнений (с учетом поправочных коэффициентов  $\lambda_i$ ) показывает, что на степень измельчения материала существенное влияние оказывает длина ножа. Причем это влияние наиболее существенно проявля-

ется для ножей с фигурными кромками. Для прямоугольных и трапецеидальных ножей увеличению степени измельчения в значительной мере способствует увеличение частоты вращения ротора. Для всех трех типов ножей является характерным, что подача материала практически не влияет на степень измельчения продукта, тогда как влажность влияет значительно и особенно для ножей прямоугольного сечения. На энергоёмкость процесса для все трех типов ножей влияние исследуемых факторов одинаково, при этом вклад четвертого фактора по отношению к остальным оказывается незначительным.

**Выводы.** Таким образом, проведение экспериментальных исследований с применением однофакторных экспериментов, а особенно с применением предложенного впервые метода планирования активно-пассивного эксперимента позволили оценить вклад каждого из факторов в работу исследуемого измельчителя, что является существенным вкладом как в науку, так и конкретно для создателей кормоприготовительной техники. По материалам исследо-

ваний определено, что оптимальная частота вращения ротора измельчителя находится в интервале 1200...1250 мин<sup>-1</sup>.

Кроме того, считаем возможным в измельчителях стебельных кормов с вертикальным ротором и осевой подачей материала использовать в качестве рабочих органов жестко закрепленные ножи прямоугольного сечения (аналогия молотковым рабочим органам) как более надежные в работе при сохранении качества готового продукта.

#### Литература

1. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рошин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л., Колос, 1980. 168 с.
2. Лебедев А. Т., Искендеров Р. Р., Шумский А. С., Жевора Ю. И. Сравнительная оценка затрат при измельчении зерновых материалов // Наука в центральной России. 2019. № 1 (37). С. 50-55.
3. Савиных П. А., Турубанов Н. В. Исследование технологического процесса приготовления кормовых смесей // Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства: монография. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2018. С. 283-288.
4. Поярков М. С., Долгополов В. Н., Одинцов С. В. Направления совершенствования рабочего процесса молотковых дробилок для фуражного зерна // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Материалы VI Международной научно-практической конференции «Наука-технологии-ресурсосбережение». Киров, 2013. С. 128-131.
5. Сысуйев В. А., Исупов А. Ю., Иванов И. И. Результаты экспериментальной части исследования измельчителя зерна центробежно-роторной конструкции // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: Сб. ст. Фаленты - Варшава, 2019. С. 144-153.
6. Карташов С. Г. Разработка конструкции высокоэффективных кормораздатчиков для приготовления полнорационных кормов / С. Г. Карташов, А. Г. Пономарев, Е. М. Клычев [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 1 (34). С. 86-92.
7. Zajac V. Experimental researches of the basic characteristics of process of crushing of polymeric materials in rotor disk grinders // Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия: Технические науки. 2011. № 2 (49). С. 32-41.
8. Savinykh P. A. Research results of grain shredder by using multiplied method of evaluation / P. A. Savinykh, A. Yu. Isupov, A. Palichyn [et al.] // Agricultural Engineering. 2019. Vol. 23. No. 1. Pp. 81-94. DOI: 10.1515/agriceng-2019-0008
9. Savinykh P., Shirobokov V., Fedorov O., Ivanovs S. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product // Engineering for rural development, Proceedings. 2018. Vol. 17. Pp. 131-136. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N158.
10. Раздатчик-измельчитель кормов: а.с.1724130 СССР. №4810644; заявл. 05.04.90; опубл.070492, Бюл. №13. 4 с.
11. Лурье А. Б., Гусинцев Ф. Г., Девидсон Е. И. Сельскохозяйственные машины. Л., Колос, 1983. 383 с.
12. Искендеров Р. Р., Очинский В. В., Лебедев А. Т. Измельчитель зерновых материалов с составным ротором // Научное обозрение. 2016. № 24. С. 90-95.
13. Savinykh P., Sychugov Yu., Kazakov V., Ivanovs S. Development and theoretical studies of grain cleaning machine for fractional technology of flattening forage grain // Engineering for rural development, Proceedings. 2018. Vol. 17. Pp. 124-130. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N156.

**STUDY OF THE WORKING PROCESS  
OF A ROTARY SHREDDER WITH  
AN AXIAL FEED OF MATERIAL**

**V. G. Mohnatkin**, Dr. Tech. Sci., Professor

**M. S. Pojrkov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor

**R. M. Gorbunov**, Cand. Tech. Sci.

Vyatka State Agricultural Academy

133, Oktyabrskiy Prospect St., Kirov, Russia, 610017

E-mail: Mohnatkin@vgsha.info

**ABSTRACT**

To evaluate the working process of the feed shredder in order to specify a particular evaluation indicator for the process under study, a special criterion for evaluating the quality of crushed feed is proposed, which is defined as the degree of compliance of the granulometric composition of crushed particles with the established zootechnical requirements. The reference distribution curve of the crushed particles, which are their lower boundary, is constructed. Therefore, any class below this curve does not meet the requirements. This technique is applied in the implemented experiments to evaluate the operation of a rotary shredder with a vertical axial feed of material. In the conditions of the training and experimental field of the Vyatka State Agricultural Academy, studies of a vertical rotor shredder with an axial feed of material were conducted. Using one-factor experiments, the influence of humidity, material feed and rotor speed of the shredder on the weighted average length of the finished product particles and on the specific energy consumption for three types of working bodies – rectangular knives (analogous to a hammer), trapezoidal knives with a sharp cutting edge and knives with sharp curly edges was studied. It is established that from a practical point of view, the most acceptable is the first type of knife – a rectangular cross-section, which provides a more stable characteristic of the chopper and has greater manufacturability in production. At the second stage of research, the combined effect of the blade length, rotor speed, feed and humidity of the material was studied using the planning theory of active-passive experiment, which allows us to obtain mathematical models in the presence of non-regulated, but controlled factors (feed, humidity of the material). The analysis of the obtained models showed that the length of the knife has the greatest influence on the degree of grinding of the material. Moreover, this effect is most significantly manifested for knives with curly edges. For knives of rectangular and trapezoidal sections, an increase in the speed of rotation of the rotor contributes to an increase in the degree of grinding. For all three types of knives, the material feed practically does not affect the degree of product grinding, while humidity affects significantly and especially for rectangular knives. The influence of the studied factors on the energy intensity of the process for all three types of knives is

the same, while the contribution of the fourth factor in relation to the others is insignificant. Thus, the formulation and processing of data from the active-passive experiment allowed us to evaluate the contribution of each of the studied factors to the operation of the rotary chopper. Based on the research materials, specific recommendations were developed for production.

*Keywords: chopper, rotor speed, opener, mathematical model, the stalk, the moisture content of the material.*

#### References

1. Mel'nikov S. V., Aleshkin V. R., Roshchin P. M. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyakh sel'skokhozyaistvennykh protsessov (Planning an experiment in agricultural process research), L., Kolos, 1980, 168 p.
2. Lebedev A. T., Iskenderov R. R., Shumskii A. S., Zhevora Yu. I. Sravnitel'naya otsenka zatrat pri izmel'chenii zernovykh materialov (Comparative cost estimation for grain materials milling), Nauka v tsentral'noi Rossii, 2019, No. 1 (37), pp. 50-55.
3. Savinykh P. A., Turbanov N. V. Issledovanie tekhnologicheskogo protsessa prigotovleniya kormovykh smesei (Research of technological process of preparation of feed mixes), Energoberegayushchie agrotekhnologii i tekhnika dlya severnogo zemledeliya i zhivotnovodstva, monografiya, Kirov, OOO «Kirovskaya oblastnaya tipografiya», 2018, pp. 283-288.
4. Poyarkov M. S., Dolgoplov V. N., Odintsov S. V. Napravleniya sover-shenstvovaniya rabocheho protsessa molotkovykh drobilok dlya furazhnogo zerna (Directions for improving the working process of hammer crushers for feed grain), Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazatelei sel'skokhozyaistvennoi energetiki: Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauka-tekhnologii-resursosberezhenie», Kirov, 2013, pp. 128-131.
5. Sysuev V. A., Isupov A. Yu., Ivanov I. I. Rezul'taty eksperimental'-noi chasti issledovaniya izmel'chatelya zerna tsen-trobezno-rotornoi konstruksii (Results of the experimental part of the study of a grain shredder of a centrifugal-rotary design), Problemy intensivatsii zhivotnovodstva s uchetom okhrany okruzhayushchei sredy i proizvodstva al'ternativnykh istochnikov energii, v tom chisle biogaza: Sb. st., Falenty - Varshava, 2019, pp. 144-153.
6. Kartashov S. G. Razrabotka konstruksii vysokoeffektivnykh kormoraz-datchikov dlya prigotovleniya polnoratsionnykh kormov (Design of high-performance feeders for the preparation of complete feed), S. G. Kartashov, A. G. Ponomarev, E. M. Klychev [i dr.], Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK, 2019, No. 1 (34), pp. 86-92.
7. Zajac V. Experimental researches of the basic characteristics of process of crushing of polymeric materials in rotor disk grinders, Vestnik Chernigovskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki, 2011, No. 2 (49), pp. 32-41.
8. Savinykh P. A. Research results of grain shredder by using multiplied method of evaluation, P. A. Savinykh, A. Yu. Isupov, A. Palichyn [et al.], Agricultural Engineering, 2019, Vol. 23, No. 1, pp. 81-94. DOI: 10.1515/agriceng-2019-0008
9. Savinyh P., Shirobokov V., Fedorov O., Ivanovs S. Influence of rotary grain crusher parameters on quality of finished product, Engineering for rural development, Proceedings, 2018, Vol. 17, pp. 131-136. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N158.
10. Razdatchik-izmel'chitel' kormov (Feed distributor-shredder), a.s.1724130 SSSR, No. 4810644, zayavl. 05.04.90, opubl.070492, Byul. No. 13, 4 p.
11. Lur'e A. B., Gusintsev F. G., Devidson E. I. Sel'skokhozyaistvennye mashiny (Farm vehicles), L., Kolos, 1983, 383 p.
12. Iskenderov R. R., Ochinskii V. V., Lebedev A. T. Izmel'chitel' zernovykh materialov s sostavnym rotorom (Grain material shredder with composite rotor), Nauchnoe obozrenie, 2016, No. 24, pp. 90-95.
13. Savinyh P., Sychugov Yu., Kazakov V., Ivanovs S. Development and theoretical studies of grain cleaning machine for fractional technology of flattening forage grain, Engineering for rural development, Proceedings, 2018, Vol. 17, pp. 124-130. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N156.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10032

УДК 631.363

## ОЦЕНКА РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-РАЗДАТЧИКА ГРУБЫХ КОРМОВ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ

**П. Н. Солонщиков**, канд. техн. наук, доцент;

**Е. В. Косолапов**, канд. техн. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

Октябрьский проспект, 133, Киров, Россия, 610017

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

*Аннотация.* При оценке эксплуатационных свойств измельчителей-раздатчиков грубых кормов необходимо учитывать такие показатели, как производительность, удельные энергозатраты, которые зависят от физико-механических свойств кормов, в частности, от их плотности. С другой стороны, плотность кормов оказывает влияние на грузоподъемность кормораздатчика-измельчителя как транспортно-технологического средства. На примере опытного образца машины для измельчения и раздачи грубых кормов, прошедшей приемочные испытания на Кировской государственной машиноиспытательной станции, получены закономерности изменения объемной и массовой грузоподъемности машины, в зависимости от плотности корма. Исследования, применительно к опытному образцу машины, показали, что наилучший результат использования его объемной и массовой грузоподъемности  $\eta_m=0,8$  обеспечивается при плотности кормов  $\rho=140...150$  кг/м<sup>3</sup>.

*Ключевые слова:* измельчитель-раздатчик, корма, грузоподъемность, коэффициент использования, плотность корма, объем кузова.

**Введение.** Наукой и практикой установлено, что биоэнергетические затраты при производстве продукции животноводства на корма и кормление составляют 47 % – в молочном направлении отрасли и до 65 % овеществленной энергии – на откорм молодняка крупного рогатого скота.

Для доставки и раздачи объемистых кормов (грубых, зеленых, сенажа и силоса) широкое распространение на животноводческих фермах и комплексах получили мо-

бильные кормораздатчики грубых кормов. Причиной этого является их высокая эксплуатационная надежность и производительность, простота обслуживания, относительно низкая стоимость и совмещение операции доставки кормов от хранилищ или с полей с операцией их раздачи при движении по кормовому проходу фермы.

В рационах крупного рогатого скота грубые корма по массе занимают более 30 %. Следовательно, при поголовье ферм 400...600

коров и 1000 голов молодняка КРС, в условиях Северо-Восточного региона страны, в среднем в одном хозяйстве скармливают 10...15 т соломы и сена. Раздачу таких кормов производят в неподготовленном (неизмельченном) виде вручную, что требует привлечения на погрузочно-разгрузочные работы дополнительного персонала (от 3 до 5 человек). С учетом среднегодового производства комбикормов в России (110 млн т) только на такую статью затрат, как измельчение зерна и приготовление смесей на его основе, требуется около 5 млрд кВт ч. электроэнергии.

В механизации животноводства особое внимание следует уделять созданию новой техники, способной сократить затраты ручного труда, потребление топлива и электроэнергии, уменьшить металлоемкость производства, а также обеспечить рациональное использование кормов. В настоящее время отрасль животноводства молочного направления располагает высокомеханизированными мобильными техническими средствами.

Однако, эффективная эксплуатация мобильных раздатчиков грубых кормов зависит от физико-механических свойств кормов, в частности, от их плотности. С другой стороны, плотность кормов оказывает влияние на грузоподъемность кормораздатчика-измельчителя как транспортно-технологического средства. Например, при большом объеме кузова раздатчики кормов будут громоздкими и материалоемкими, а при завышенной грузоподъемности имеют неоправданную механическую прочность, энергоемкость и т. д. [1-4].

В качестве примера использован опытный образец кормораздатчика с объемом кузова (бункера) – 1,4 м<sup>3</sup>; грузоподъемностью – 700 кг, пропускной способностью 4,7 т/ч, удельными

энергозатратами 1,0 кВт·ч/ (т. ед. ст. изм.), мощностью 17 кВт [5-10].

**Методика.** Для обоснования и выбора массовой и объемной грузоподъемности раздатчиков кормов использовали отношение этих параметров. По величине и по физическому смыслу это отношение представляет собой плотность раздаваемого корма  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho = \frac{M}{V}, \quad (1)$$

где:  $M$  – массовая грузоподъемность раздатчика кормов, кг;

$V$  – объемная грузоподъемность (местимость кузова или бункера) раздатчика кормов, м<sup>3</sup>.

**Результаты.** В таблице 1 приведены расчетные формулы (2) и (3), плотность корма, грузоподъемность машины, полученная расчетным путем в зависимости от плотности корма. Расчеты для составления таблицы выполнены по формуле (1), при этом массовая грузоподъемность раздатчиков принята постоянной до величины объема кузова, соответствующего значению приведенного в технической характеристике каждого раздатчика, то есть:

$$V\rho=M, \text{ (при } M=\text{const)}. \quad (2)$$

Формула (2) представляет уравнение равнобочной гиперболы. При дальнейшем уменьшении плотности корма изменяется только массовая грузоподъемность раздатчика, так как объем его кузова остается постоянным.

В этом случае формула (1) представляет уравнение прямой линии, то есть:

$$V\rho=M, \text{ (при } V=\text{const)}. \quad (3)$$

Таблица 1

Объемы кузовов и грузоподъемности раздатчика

Расчётная формула	Объём кузова $V$ , м <sup>3</sup>	Расчётная формула	Грузоподъёмность раздатчика $M$ , кг	Плотность корма $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
$V\rho=M$ (при $M=const$ )	14,00	$V\rho=M$ (при $V=const$ )	70	50
	7,00		140	100
	4,67		210	150
	3,50		280	200
	2,33		420	300

По данным таблицы 1, построены графики (рис. 1) изменения (использования) объёмной и массовой грузоподъёмности мобильных раздатчиков кормов в зависимости от их плотности.

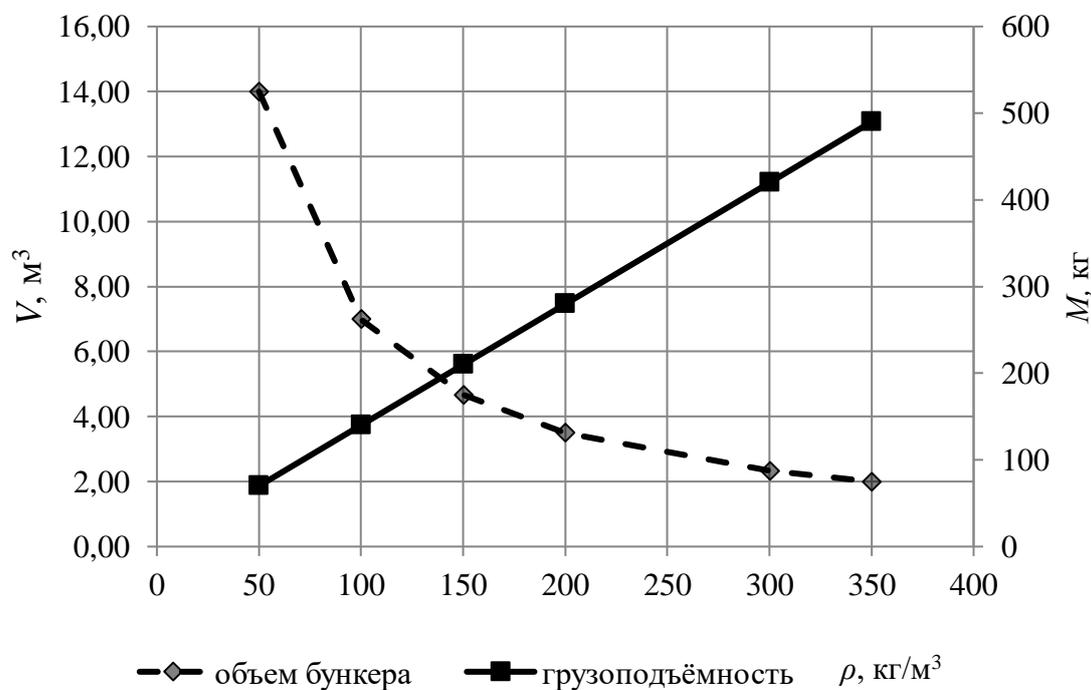


Рис. 1. Закономерности изменения (использования) объёмной и массовой грузоподъёмности раздатчика грубых кормов, в зависимости от их плотности

Из рисунка 1 следует, что при больших значениях плотности  $\rho=150...350$  кг/м<sup>3</sup> объёмная грузоподъёмность (объём кузова) используется частично, а при меньших - массовая грузоподъёмность.

Для оценки использования массовой и объёмной грузоподъёмности мобильных раздатчиков кормов введены коэффициенты использования этих параметров:

$$\eta_M = \frac{\rho V}{M}, \quad (4)$$

$$\eta_V = \frac{M}{V\rho}, \quad (5)$$

где  $\eta_M$  – коэффициент использования массовой грузоподъемности раздатчика кормов, показывающий отношение массы  $\rho V$  корма в кузове к паспортной грузоподъемности  $M$ ;

$\eta_V$  – коэффициент использования объемной грузоподъемности кормораздатчика, показывающий отношение объема корма в кузове  $M/\rho$  к паспортному объему кузова  $V$ .

В таблице 2 приведены коэффициенты массовой  $\eta_M$  и объемной  $\eta_V$  грузоподъемности мобильных раздатчиков, рассчитанные по формулам (4) и (5), в зависимости от плотности корма.

Таблица 2

Коэффициенты использования массовой  $\eta_M$  и объемной  $\eta_V$  грузоподъемности

Вид корма	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициенты использования	
		$\eta_M$	$\eta_V$
Сено, через три месяца после укладки	60...85	0,60...0,85	1
Ржаная или пшеничная солома, через три месяца после укладки	45...50	0,23...0,25	1
Сено и солома в прессованном виде	22...29	0,07...0,10	1
Соломенная резка сухая	30...50	0,08...0,13	1
Сенаж травяной разрыхленный	300...350	0,6...0,7	1

**Выводы.** Исследованиями установлено, что наилучший показатель использования объёмной и массовой грузоподъемности кормораздатчика  $\eta_M=0,8$  обеспечивается при плотности корма  $\rho=140...150$  кг/м<sup>3</sup>, при пропускной способности 4,7 т/ч, удельных энергозатратах 1,0 кВт·ч/(т.ед.ст.изм.), потребляемой мощности 17 кВт.

#### Литература

1. Косолапов Е. В. Совершенствование конструкции и оптимизация параметров мобильного измельчителя-раздатчика стебельных кормов: автореф. дис... канд. техн. наук. Киров, 2017. 22 с.
2. Булатов С. Ю. Повышение эффективности приготовления кормов путем совершенствования конструкции и технологического процесса кормоприготовительных машин // Пермский аграрный вестник. 2017. № 1 (17). С. 55-64.
3. Булатов С. Ю. Повышение эффективности рабочего процесса малогабаритного комбикормового агрегата путём совершенствования системы загрузки и очистки фуражного зерна: дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2011. 170 с.
4. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики: учебник для вузов. М.: Интеграл Пресс, 2006. 608 с.
5. 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.

6. Shulat'ev V., Mochnatkin V., Krasikow D. Doskonalenie kształtu obudowy korpusu kosiarko-rozdrabniacza KIR-1,5 // Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej: X Międzynarodowe sympozjum. Warszawa-Melitopol, 2003. S. 217-224.
7. Van der Maas J., Jakob R., Ammann H. Mobile Fütterungssysteme // FAT – Tanikon. 1998. № 522. Pp. 1-14.
8. Von Marous Brandt. Anmerkungen zur Beurteilung von Hammermühle // Die Mühle Mischfüttertechnik. 1970. Vol. 9. Pp. 209–212.
9. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. Т. 1. 640 с.
10. Сысуев В. А., Алешкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2008. Т. 2. 496 с.

## EVALUATING THE PERFORMANCE OF MOBILE GRINDER-DISPENSER OF COARSE FEED OF VARIOUS DENSITIES

**P. N. Solonshchikov**, Cand. Techn. Sci., Associate Professor

**E. V. Kosolapov**, Cand. Techn. Sci., Associate Professor

Vyatka State Agricultural Academy

133, Oktyabrskiy Prospect St., Kirov, Russia, 610017

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

### ABSTRACT

When assessing the operational properties of coarse feed grinders, it is necessary to take into account indicators such as performance, specific energy costs, which depend on the physical and mechanical properties of feed, in particular, on their density. On the other hand, feed density has an impact on the capacity of the feed grinder as a on a transport and technology vehicle. On the example of an experimental machine model for grinding and distribution of rough feed, which passed acceptance tests at the Kirov State Machine Testing Station, the patterns of changes in the volume and mass load capacity of the machine depending on the density of the feed were obtained. Studies on the experimental model of the machine have shown that the best result of using its bulk and mass load capacity  $\eta_m=0.8$  is provided at feed density  $\rho=140\dots150 \text{ kg/m}^3$ .

*Keywords: grinder-dispenser, fodder, load capacity, utilization factor, fodder density, body volume.*

### References

1. Kosolapov E. V. Sovershenstvovanie konstruksii i optimizatsiya parametrov mobil'nogo izmel'chitelya-razdatchika stebel'nykh kormov (Improvement of design and optimization of parameters of the mobile grinder-dispenser of stem feed), avtoref. dis... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2017, 22 p.
2. Bulatov S. Yu. Povyshenie effektivnosti prigotovleniya kormov putem sovershenstvovaniya konstruksii i tekhnologicheskogo protsessa kormopriготовitel'nykh mashin (Increase in the efficiency of fodder preparation by improving the design and technological process of feed preparation machines), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No. 1 (17), pp. 55-64.
3. Bulatov S. Yu. Povyshenie effektivnosti rabocheho protsessa malogabaritnogo kombikormovogo agregata putem sovershenstvovaniya sistemy zagruzki i ochistki furazhnogo zerna (Improving the efficiency of the working process of a

small-sized feed mill by improving the feed grain loading and cleaning system), dis. ... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2011, 170 p.

4. Yablonskii A. A., Nikiforova V. M. Kurs teoreticheskoi mekhaniki (Course of theoretical mechanics), uchebnik dlya vuzov, M., Integral Press, 2006, 608 p.

5. Solonshchikov P. N., Moshonkin A. M., Doronin M. S. Sovershenstvovanie mashin i oborudovaniya v proizvodstve kormov v zhivotnovodstve (Improvement of machinery and equipment for fodder production in animal husbandry), Vestnik NGIEI, 2017, No. 9 (76), pp. 64-76.

6. Shulat'ev V., Mochnatkin V., Krasikow D. Doskonalenie ksztaltu obudowy korpusu kosiarko-rozdrabniacza KIR-1,5 (The corpus callosum obudowy doskonalenie ksztaltu kosiarko rozdrabniacza KIR-1.5), Ekologiciczne aspekty mechanizacji produkcji roslinnej: X Miedzynarodowe sympozjum, Warszawa-Melitopol, 2003, pp. 217-224.

7. Van der Maas J., Jakob R., Ammann H. Mobile Futterungssysteme, FAT – Tanikon, 1998, № 522, pp. 1-14.

8. Von Marous Brandt. Anmerkungen zur Beurteilung von Hammermühle, Die Mühle Mischfuttertechnik, 1970, Vol. 9, pp. 209–212.

9. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Feed preparation machinery. Theory, development, experiment), Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2008, T. 1, 640 p.

10. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Feed preparation machinery. Theory, development, experiment), Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2008, T. 2, 496 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10021

УДК 004.021

## **АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**А. В. Панова**, канд. экон. наук, доцент,

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича  
и Николая Григорьевича Столетовых»,

ул. Горького, 87, Владимир, Россия, 600000

E-mail: annav-panova@rambler.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрена проблема определения оптимального маршрута движения техники и транспортных средств предприятий агропромышленного комплекса (АПК). Известно, что маршруты движения техники сельскохозяйственных предприятий часто включают участки дорог разных категорий, вследствие чего выбор оптимального маршрута является нетривиальной задачей, так как при его выборе необходимо учитывать, кроме протяжённости и другие факторы, – естественный износ, время ремонта, скоростные режимы и др. Для автоматизации расчётов поиска оптимального маршрута в настоящей статье был разработан способ, в качестве базовой модели которого использо-

вался алгоритм Дейкстры. Необходимость модификации оригинального алгоритма объясняется учётом нелинейных факторов при определении расстояний между вершинами. Усовершенствованный алгоритм, как и алгоритм Дейкстры, имеет абсолютную сходимость. Для оценки сложности разработанного алгоритма выполнен его асимптотический анализ, верхняя граница функции сложности равна  $O(n^2)$ , как и для алгоритма Дейкстры. В статье приводится блок-схема нового алгоритма и результаты его тестирования на примере некоторой транспортной сети. Построенный в процессе тестирования маршрут оказался протяжённее того, который был построен при поиске кратчайшего пути лишь с учётом геометрических расстояний. Однако, с экономической точки зрения, он оказался более выгодным вследствие меньшего естественного износа и времени ремонта транспортного средства. В целом можно утверждать, что разработанный алгоритм позволяет автоматизировать процесс определения оптимального маршрута движения техники и транспортных средств, что, в свою очередь, повышает эффективность технологических и логистических цепочек сельскохозяйственных предприятий.

*Ключевые слова:* алгоритм, автоматизация, оптимизация, маршрут, Дейкстра, издержки, техника, категории дорог.

**Введение.** Для успешной конкуренции на агропромышленном рынке руководители предприятий должны постоянно стремиться к повышению эффективности производственного процесса, которая, согласно ГОСТ Р ИСО 9000:2015, представляет собой отношение полученных результатов деятельности и затраченных ресурсов. Из определения ясно, что эффективность может быть повышена либо путём увеличения результативности труда (например, за счёт использования более урожайных сортов), либо за счёт сокращения издержек. Более того, для большинства отечественных предприятий АПК в условиях диспаритета цен на средства производства и сельскохозяйственную продукцию, сурового климата и тяжёлой макроэкономической обстановки сокращение издержек является чуть ли не единственным способом повышения эффективности своей деятельности [1]. Основными путями по сокращению издержек и увеличению рентабельности производства являются автоматизация и механизация производственного процесса, использование

новых материалов и прогрессивных технологий [2].

В соответствии с Указом Президента РФ от 21 июля 2016 г. «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и «Стратегией повышения качества пищевой продукции до 2030 г.» одним из способов повышения эффективности деятельности предприятий АПК является развитие интернета вещей IoT, предполагающего широкое внедрение таких технологий, как цифровое моделирование объектов, процессов и физических явлений, анализ больших данных, автономные роботы, облачные сервисы, аддитивные технологии и дополненная реальность [3]. Развитие данных направлений, с одной стороны, предполагает ещё большую автоматизацию и механизацию производственных процессов с использованием интеллектуальных компонентов, а с другой – анализ данных и выработку более совершенных управленческих решений.

В ранее опубликованных работах [4] был представлен механизм оптимизации

маршрутов движения техники и транспортных средств сельскохозяйственных производственных комплексов, главным отличием которого от существующих систем маршрутизации является учёт качества дорог и затрат времени. Особенно актуальной решаемая в работе задача является для предприятий АПК, где качество дорог неоднородно: много дорог с грунтовым и щебёночным покрытием.

Для разработки и внедрения механизма оптимизации маршрутов движения техники и транспортных средств на предприятиях отрасли возможно создание системы, например, в виде облачного интернет-сервиса. Создание такого сервиса в первую очередь требует разработки соответствующего алгоритма, решающего задачу определения оптимального маршрута движения с учётом возможного нелинейного характера издержек и затрат, чему и посвящено настоящее исследование.

**Методика.** Формальная постановка задачи будущего алгоритма имеет вид:

$$\psi \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $\psi$  – интегральный критерий издержек и затрат на передвижение техники и транспортных средств из начальной в конечную точку маршрута,  $\psi$ -критерий выражается следующим образом [4]:

$$\psi = I_{\Pi} + I_{\rho} + I_{\text{ГСМ}} + I_{\text{еи}}, \quad (2)$$

где  $I_{\Pi}$  – производственные издержки, вызванные затратами времени на передвижение техники и транспортных средств;  $I_{\rho}$  – издержки, вызванные затратами на время ремонта;  $I_{\text{ГСМ}}$  – издержки на ГСМ;  $I_{\text{еи}}$  – издержки естественного износа.

Задача (1) может быть представлена как задача о кратчайшем пути с добавлением отдельных операций, связанных с нелинейным характером некоторых издержек, который будут учитываться в процессе поиска. В качестве базовой модели для построения алгоритма используется алгоритм Дейкстры [5].

Рассмотрим более подробно работу алгоритма Дейкстры. Пусть имеется транспортная сеть  $T$ , содержащая граф  $G(V, E)$ , где  $V = \{v\}$  – множество вершин  $v$ ,  $E = \{(v, u)\}$  – множество рёбер  $(v, u)$  и весовые коэффициенты рёбер  $w$ . Требуется найти кратчайший путь от вершины  $s$  до всех остальных вершин, блок-схема алгоритма представлена на рисунке 1.

В соответствии с [6, 7] алгоритм работает следующим образом. В блоке 1 после получения исходных данных выполняется инициализация множеств  $D$ ,  $P$  и  $Q$ . Множества  $D$ ,  $P$  и  $Q$  предназначены для хранения пар значений  $(v, d_v)$ ,  $(u, p)$  и  $(v, d_v)$ , соответственно, где  $p$  – предпоследняя вершина кратчайшего пути к  $u$ . Отличие  $D$  и  $Q$  заключается в том, что в процессе выполнения алгоритма производится удаление элементов множества  $Q$ .

На следующем этапе открывается цикл FOR1, в теле которого каждой вершине из  $D$  присваивается расстояние до отправной вершины  $d_v = \infty$ , а каждой вершине из  $P$  присваивается 0 (нуль). Вершинам множества  $Q$  присваиваются те же значения расстояний  $d_v$ , что и в  $D$ . После завершения цикла FOR1 в блоке 3 выполняется инициализация пустого множества  $V_T$  (для хранения пройденных вершин) и переопределение значений расстояний для исходной вершины  $s$ , для которой  $d_s$  устанавливается равным 0 (нуль).

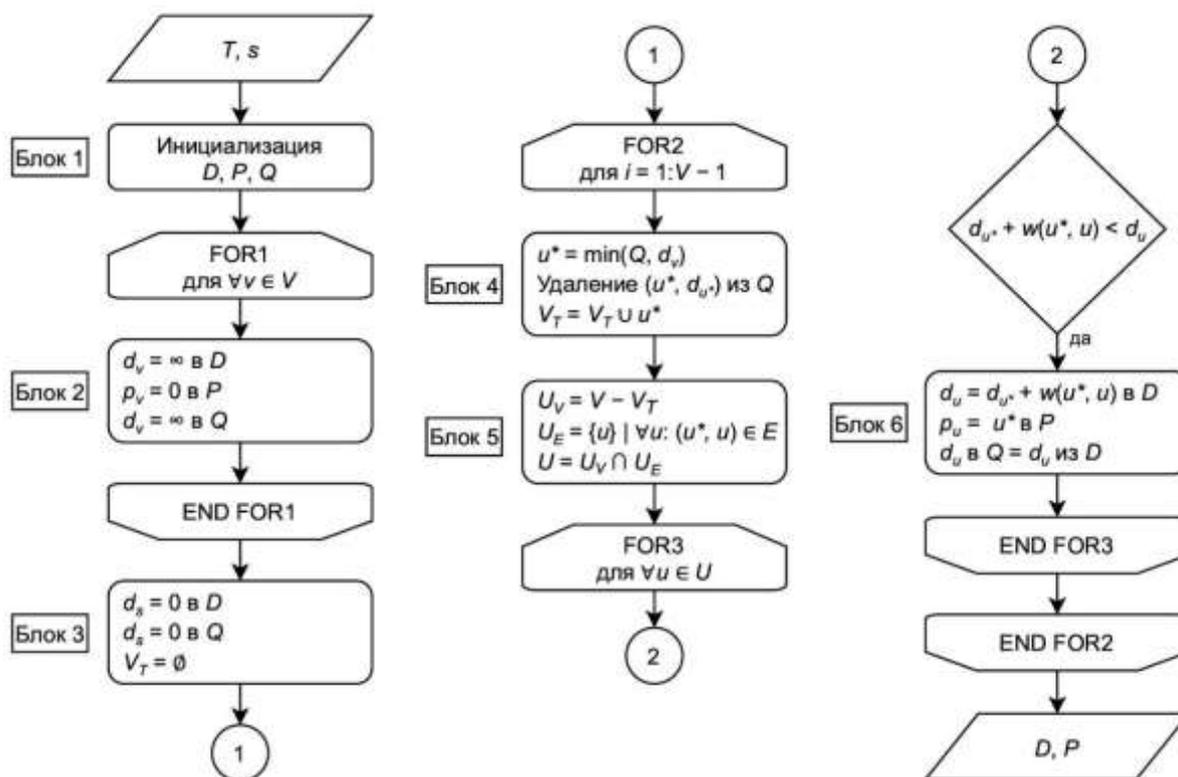


Рис. 1. Блок-схема алгоритма Дейкстры

Следующий цикл FOR2 выполняется  $V - 1$  раз в соответствии с числом вершин, за исключением исходной. В блоке 4-го цикла в множестве  $Q$  определяется вершина  $u^*$  с минимальным расстоянием  $d_v$ , после чего элемент  $(u^*, d_{u^*})$  из множества  $Q$  удаляется, а  $u^*$  переходит в множество  $V_T$ . В блоке 5 производится формирование множества  $U$ , содержащего в себе вершины, которые не были внесены в  $V_T$  и которые одновременно являются смежными с  $u^*$ , то есть образуют рёбра  $(u^*, u) \in E$ . Далее внутри цикла FOR2 открывается цикл FOR3, операции которого выполняются для каждой вершины  $u \in U$ . Первой операцией цикла является проверка условия  $d_{u^*} + w(u^*, u) < d_u$ , расстояния  $d_{u^*}$  и  $d_u$  извлекаются из  $D$ . При выполнении условия переопределяются значения расстояний  $d_u$  элементов множеств  $D$  и  $Q$  и значение предпоследней вершины в множестве  $P$ ,

соответствующее вершине  $u$ . В противном случае никаких действий не производится. Циклы FOR2 и FOR3 закрываются.

На выход алгоритма передаются множества  $D$  и  $P$ , первое из которых содержит значения кратчайших расстояний до каждой из вершин, а второе – наименование предпоследней вершины для каждой завершающей вершины некоторого пути, по наименованиям вершин в  $P$  можно восстановить кратчайший путь к любой из вершин.

Задача (1) в общем случае не может быть решена с помощью алгоритма Дейкстры или какого-либо другого алгоритма, применяемого для задач о кратчайшем пути, так как они не учитывают нелинейный характер издержек  $I_n$  и  $I_p$ . В связи с данным обстоятельством оригинальный алгоритм Дейкстры был нами усовершенствован. В новом алгоритме используются

две транспортные сети – основная  $T'$  и вспомогательная  $T$ . Вспомогательная сеть  $T$  является оригинальной моделью транспортной сети, состоит из вершин, являющихся ветвлениями транспортных путей или точками, в которых происходит изменение категории дорог. Веса  $w$  для каждого сегмента содержат два значения – протя-

жённость сегмента  $L$  и категорию дороги  $\lambda$ . Основным назначением сети  $T$  является сохранение и предоставление расчетной информации при решении задачи (1) на сети  $T'$ , повторяющей модель расположения рёбер и вершин сети  $T$ , но имеющей в качестве весов  $w'$  на каждом сегменте дороги (ребре графа) издержки  $I_{гсм}$  и  $I_{ен}$ :

$$I_{ен} = I_{ф} \cdot c_{tech}, \quad (3)$$

$$I_{гсм} = L_{ф} \cdot gm \cdot c_{gas}, \quad (4)$$

$$I_{ф} = \frac{L_{ф}}{L_{н} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}, \quad (5)$$

где  $I_{ф}$  – физический износ техники,  $c_{tech}$  – стоимость новой единицы техники,  $L_{ф}$  – фактический пробег (длина сегмента дороги  $L$ ),  $gm$  – средний удельный расход топлива,  $c_{gas}$  – стоимость единицы топлива,  $L_{н}$  – нормативный пробег до списания,  $K_1$  – коэффициент корректировки физического износа в зависимости от условий эксплуатации,  $K_2$  – коэффициент корректировки физического износа в зависимости от модификации транспортного средства и организации его работы,  $K_3$  – коэффициент корректировки физического износа в зависимости от природно-климатических условий [8].

Издержки  $I_{п}$  и  $I_{р}$  в общем случае носят нелинейный характер, что делает не-

возможным их учёт при формировании весов транспортной сети. Соответственно расстояние от  $s$  до вершин должно отмечаться не только значением критерия  $\psi_v$  (совокупные издержки), но и суммарным расстоянием  $d_v$  (сумма издержек  $I_{гсм}$  и  $I_{ен}$  по всем рёбрам графа от  $s$  до  $v$ ), и общим временем запаздывания  $t_v$  с учётом ремонтов и скоростных режимов. Тогда каждый из элементов множества  $D$  примет вид  $(v, \psi_v, d_v, t_v)$ ; вершины множества  $Q$  достаточно характеризовать лишь значением  $\psi_v$ , так как данные из  $Q$  не участвуют в расчёте критерия  $\psi$ .

Необходимость учёта  $I_{п}$  и  $I_{р}$  требует введения в схему дополнительных операций по расчёту  $\psi_u$ :

$$\psi_u = d_{u^*} + w(u^*, u) + I_{пр}, \quad (6)$$

$$I_{пр} = I(t_{u^*} + t_{п}(u^*, u) + t_{р}(u^*, u)), \quad (7)$$

где  $I_{пр}$  – производственно-ремонтные издержки (характеризуют суммарные издержки  $I_{п}$  и  $I_{р}$ ),  $t_{п}$  – время перемещения,  $t_{р}$  – время ремонта, зависимость  $I(t)$  задаётся

таблично с линейной интерполяцией в интервалах между соседними узлами. Время  $t_{п}$  и  $t_{р}$  определяется соответственно по формулам:

$$t_{\Pi} = L_i / \xi_i, \quad (8)$$

$$t_p = L_i \cdot \tau_i / 1000, \quad (9)$$

$$\tau_i = T_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (10)$$

где  $L_i$  – длина сегмента дороги  $i$ -й категории,  $\xi_i$  – скоростной режим движения по дороге  $i$ -й категории,  $\tau_i$  – норма времени ремонта транспортного средства при движении по дороге  $i$ -й категории,  $T_n$  – норма времени ремонта транспортного средства,  $K_1$  – коэффициент корректировки времени ремонта в зависимости от условий эксплуатации,  $K_2$  – коэффициент корректировки времени ремонта в зависимости от модифи-

кации транспортного средства и организации его работы,  $K_3$  – коэффициент корректировки времени ремонта в зависимости от природно-климатических условий [9].

В результате схема разработанного нами алгоритма (на основе алгоритма Дейкстры) по определению пути с наименьшими издержками примет вид, представленный на рисунке 2.

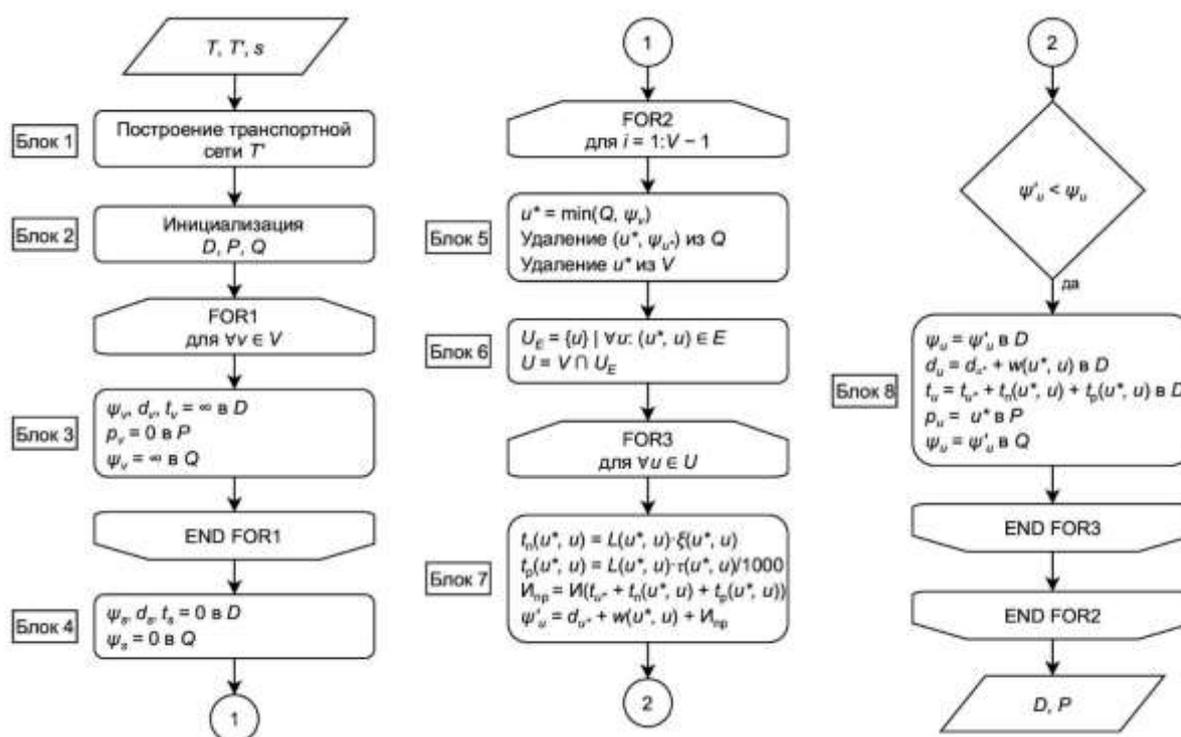


Рис. 2. Блок-схема алгоритма решения задачи о кратчайшем пути, учитывающего нелинейный характер расстояний между вершинами

Основными отличиями схемы модифицированного алгоритма от оригинального являются: 1) введение операции по построению транспортной сети  $T'$  (блок 1), 2) удаление из схемы множества  $V_T$  (блоки 4, 5,

3) введение дополнительных характеристик вершин графа  $\psi_v$  и  $t_v$  (блоки 3, 4) 4) введение операций по заданию и переопределению значений данных характеристик (блок 8) и 5) введение операций по расчёту

$\psi_v$  с учётом нелинейного характера издержек  $I_n(t)$  и  $I_p(t)$  (блок 7).

Качественным отличием разработанного нами алгоритма является его способность при определении кратчайшего пути учитывать нелинейный характер оценок весов рёбер, в нашем случае представляющими собой издержки  $I_n$  и  $I_p$ .

**Результаты.** Тестирование работы модифицированного алгоритма производилось

на примере транспортной сети  $T$ , изображённой на рисунке 3, в качестве транспортного средства использовался грузовик КАМАЗ 43502-6023-66(D5) стоимостью 3 844 800 руб. [10]. Задача состоит в нахождении пути с наименьшими издержками из вершины  $s = v_1$  в вершину  $v_{11}$ .

Исходные данные по рёбрам транспортной сети  $T$  представлены в таблице 1.

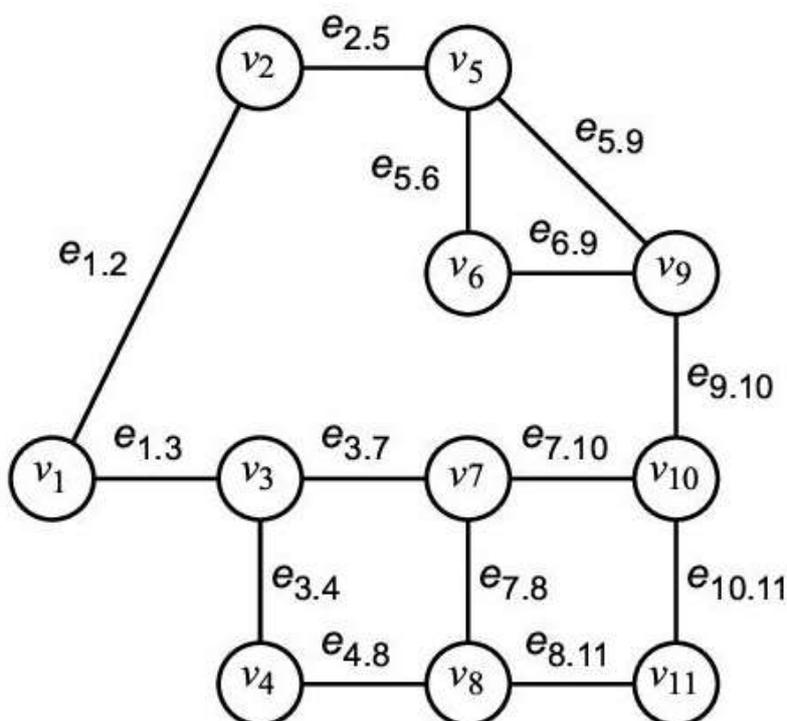


Рис. 3. Транспортная сеть  $T$

Таблица 1

Веса рёбер транспортной сети  $T$

№	$e$	$L$ , км	$\lambda$	№	$e$	$L$ , км	$\lambda$
1	$e_{1.2}$	10	I	8	$e_{1.3}$	8	V
2	$e_{2.5}$	4	II	9	$e_{3.4}$	4	V
3	$e_{5.6}$	3	V	10	$e_{3.7}$	6	V
4	$e_{5.9}$	4	II	11	$e_{4.8}$	6	V
5	$e_{6.9}$	6	V	12	$e_{7.8}$	5	IV
6	$e_{9.10}$	4	II	13	$e_{8.11}$	2	IV
7	$e_{10.11}$	4	II	14	$e_{7.10}$	3	IV

Зависимость  $I(t)$  представлена в таблице 2.

Таблица 2

Узловые точки зависимости И ( $t$ )

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С, руб.	0	0	20	50	80	130	200	300	390	500
$t$ , мин	0	15	30	40	50	60	70	80	90	100

В результате расчётов оптимальный маршрут движения транспортного средства определился следующей последовательностью вершин  $v_1-v_2-v_3-v_4-v_8-v_{11}$ , протяжённость маршрута составила 20 км, значение критерия  $\psi - 929,35$  руб. Применение оценочной модели издержек и разработанного нами алгоритма (на

основе алгоритма Дейкстры) позволило сократить совокупные издержки на 8%.

Разработанный алгоритм позволил автоматизировать расчёты при решении задачи (1), что в будущем позволит существенно сократить издержки предприятий АПК. Алгоритм имеет абсолютную сходимость, так как число итераций содержащихся в нём циклов FOR ограничено числом вершин транспортной сети. Для оценки сложности алгоритма был проведён его асимптотический анализ по отдельным блокам и циклам, входящим в него:

Блок 1:  $O(n)$ .

Блок 2:  $O(1)$ .

Цикл FOR1:  $\times O(n)$ .

Блок 3:  $O(1), O(1), O(1)$ .

Блок 4:  $O(1), O(1)$ .

Цикл FOR2:  $\times O(n)$ .

Блок 5:  $O(n), O(1), O(1)$ .

Блок 6:  $O(m), O(n)$ .

Цикл FOR3:  $\times O(1)$ .

Блок 7:  $O(n), O(n), O(n), O(n)$ .

Условие:  $O(1)$ .

Блок 8:  $O(1), O(1), O(1), O(1), O(1)$ ,

где  $n$  – число вершин транспортной сети,  $m$  – число рёбер транспортной сети,  $O(g(n))$  – верхняя граница функции времени выполнения операций  $f(n)$ . При определении оценок сложности отдельных операций учитывались следующие дополнительные условия:

1. Число вершин, смежных с некоторой вершиной  $u^*$ , меньше или равно четырём;

2. Число интервалов при задании зависимости И( $t$ ) много меньше общего числа вершин  $n$ ;

3.  $m = cn$ , где  $c$  – некоторая константа,  $c \ll n$ .

Анализируя сложности отдельных блоков и циклов алгоритма, получаем верхнюю границу затрат времени на его реализацию  $O(n^2)$ , что означает существование некото-

рой функции  $c_1 \cdot n^2$  и некоторого числа  $n_0$ , начиная с которого время на реализацию расчётной схемы в любом случае не превысит значений функции  $c_1 \cdot n^2$  при  $n \rightarrow \infty$  [11]. С точки зрения потребления вычислительных ресурсов, сложность алгоритма можно оценить как высокую, что в целом характерно для всех алгоритмов, работающих с графами. В связи с этим в больших транспортных сетях возникает задача локализации области, на которой следует искать оптимальный маршрут движения, но данная проблема уже выходит за рамки данной статьи.

Другим интересным, с нашей точки зрения результатом, является маршрут движения транспортного средства, полученный при тестировании алгоритма. По протяжённости маршрут оказался более длинным, но при этом более выгодным, с экономической точки зрения. Полученный эффект был достигнут, главным образом, за счёт сокращения издержек на естественный износ, образующихся при движении техни-

ки и транспортных средств по грунтовым и другим категориям дорог, которые широко распространены в условиях сельской местности, особенно при работе в полях.

**Выводы.** Выбор наилучшего маршрута как в моделируемой при тестировании алгоритма ситуации, так и в реальной жизни часто неочевиден и требует дополнительных усилий для его идентификации. Поэтому автоматизация данного процесса позволит сократить издержки и повысить эффективность технологических и логистических цепочек. Конечно, возможны также и ситуации, когда выбор наилучшего пути очевиден и не требует специальных обоснований. Но в общем случае использование разработанного инструмента позволяет получать наилучшие результаты. При необходимости учёта иных факторов, оказывающих влияние на издержки при передвижении, в алгоритм могут быть легко встроены дополнительные операции, что делает его универсальным инструментом при решении подобного рода задач.

#### Литература

1. Усманова Р. М. Основные направления снижения издержек в аграрном производстве // Вестник Чувашского Университета. 2010. № 1. С. 508-511.
2. Мишанова В. Г. Пути повышения эффективности производства // Организатор производства. 2010. Том 47. № 4. С. 76-78.
3. Тусков А. А. Индустрия 4.0 в АПК: основные тенденции применения технологий Интернета вещей в сельском хозяйстве // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2018. Том 25. № 1. С. 55-64.
4. Панова А. В. Оптимизация маршрутов транспортировки грузов сельскохозяйственных производственных комплексов // Экономика и предпринимательство. 2019. Том 38-39. № 1-2. С. 5-9.
5. Березницкий В. В., Лукьянова Н. В. Исследование и разработка алгоритма нахождения кратчайшего пути на графе // Молодёжный научно-технический вестник. 2012. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ainsnt.ru/doc/458059.html> (дата обращения: 26.04.2020).
6. Anany V. Levitin Introduction to the Design and Analysis of Algorithms. Boston: Addison-Wesley, 2006. 592 p.
7. Muhammad A.J. Understanding Dijkstra's Algorithm // Social Science Research Network. 2013. [Web-source] URL: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2340905](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2340905) (date of the address 26.04.2020).
8. Методика оценки остаточной стоимости транспортных средств с учетом технического состояния Р 03112194-0376-98 [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/902171791> (дата обращения: 26.04.2020).
9. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901788952> (дата обращения: 26.04.2020).

10. Прайс-каталог ООО "ТракХолдинг" официального дилера ПАО "КАМАЗ" [Электронный ресурс] URL: <https://www.truck-holding.ru/catalog/bortovoy-kamaz-43502-6023-66.html> (дата обращения: 26.04.2020).

11. Cormen T. H., Leiserson Ch. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms. Cambridge: The MIT Press, 2009. 1292 p.

## THE ROUTES OPTIMIZATION ALGORITHM OF MACHINERY AND VEHICLES AT AGRICULTURAL ENTERPRISES

**A. V. Panova**, Cand. Econom. Sci., Associate Professor

Vladimir State University named after Aleksander and Nicolay Stoletovs,

87, Gorky St., Vladimir, Russia, 600000

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

### ABSTRACT

The issue of how to define an optimal route of machinery and vehicles at agricultural industrial complexes is considered. It is known that routes of machinery and vehicles at agricultural enterprises often include road segments of different categories. Thus, the choice of optimal route is nontrivial task because we need to take into account other factors, besides length, – natural wear, repair time, etc. For the calculating process automation related to the search of optimal route, the algorithm was developed in this paper, the Dijkstra's algorithm was used as base model. The necessity to transform the original algorithm is explained by the account of non-linear factors in determining of distances between vertexes. The improved algorithm has an absolutely convergence. To assess the complexity of the developed algorithm its asymptotic analysis was done, the upper bound of complexity function is equal to  $O(n^2)$ , as well as for the Dijkstra's algorithm. The flowchart of new algorithm and results of its test on the example of some transport network are provided in the article. The route constructed in the test turned out to be longer than other one, which was created in the search for the shortest way only on the basis of geometric distances. However, from an economic perspective it turned out to be more beneficial owing to lesser natural wear and repair time of vehicle. In general, we can affirm that the developed algorithm allows automating the process related to the search of optimal route of machinery and vehicles that in turn increases the efficiency of technological and logistic chains of agricultural enterprises.

*Keywords: algorithm, automation, optimization, route, Dijkstra, costs, machinery, road categories.*

### References

1. Usmanova R. M. Osnovnye napravleniya snizheniya izderzhkek v agrarnom proizvodstve (The basic directions of decrease in costs in agrarian production), Vestnik Chuvashskogo Universiteta, 2010, No. 1, pp. 508-511.
2. Mishanova V. G. Puti povysheniya effektivnosti proizvodstva (Ways to improve production efficiency), Organizator proizvodstva, 2010, T. 47, No. 4, pp. 76-78.
3. Tuskov A. A. Industriya 4.0 v APK: osnovnye tendentsii primeneniya tekhnologii Interneta veshchei v sel'skom khozyaistve (Industry 4.0 in the agriculture: the main trends of the Internet of things technology application in agriculture), Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve, 2018, T. 25, No. 1, pp. 55-64.

4. Panova A. V. Optimizatsiya marshrutov transportirovki грузов sel'skokhozyaistvennykh proizvodstvennykh kompleksov (The routes optimization of cargo transportation for agribusiness enterprises), *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2019, T. 38-39, No. 1-2, pp. 5-9.
5. Berezniiskii V. V., Luk'yanova N. V. Issledovanie i razrabotka algoritma nakhozhdeniya krachaishego puti na grafe (Investigation and development of the algorithm of finding the shortest way on the graph), *Molodezhnyi nauchno-tehnicheskii vestnik*, 2012, No. 3, [Elektronnyi resurs] URL: <http://www.ainsnt.ru/doc/458059.html> (data obrashcheniya: 26.04.2020).
6. Anany V. Levitin Introduction to the Design and Analysis of Algorithms, Boston, Addison-Wesley, 2006, 592 p.
7. Muhammad A. J. Understanding Dijkstra's Algorithm, Social Science Research Network, 2013, [Web-source] URL: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2340905](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2340905) (date of the address 26.04.2020).
8. Metodika otsenki ostatochnoi stoimosti transportnykh sredstv s uchetom tekhnicheskogo sostoyaniya R 03112194-0376-98 (The assessment methodology of the residual value of vehicles taking into account the technical status R 03112194-0376-98) [Elektronnyi resurs], URL: <http://docs.cntd.ru/document/902171791> (data obrashcheniya: 26.04.2020).
9. Polozhenie o tekhnicheskome obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta (The provision on maintenance and repair of rolling stock of automobile transport) [Elektronnyi resurs], URL: <http://docs.cntd.ru/document/901788952> (data obrashcheniya: 26.04.2020).
10. Prais-katalog OOO "TrakKholding" ofitsial'nogo dilera PAO "KAMAZ" (Price and catalogue of "TrackHolding" Ltd., official dealer of PJSC "KAMAZ") [Elektronnyi resurs], URL: <https://www.truck-holding.ru/catalog/bortovoy-kamaz-43502-6023-66.html> (data obrashcheniya: 26.04.2020).
11. Cormen T. H., Leiserson Ch. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms, Cambridge, The MIT Press, 2009, 1292 p.

## АГРОНОМИЯ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10031

УДК 633.16:631.526.32

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ  
СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ  
В АБИОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ****Б. Б. Борисов**, аспирант,

E-mail: bratborys@yandex.ru;

**Ч. М. Исламова**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: Chulpanislamova\_85@mail.ru;

**И. Ш. Фатыхов**, д-р с.-х. наук, профессор,

E-mail: Fatykhovildus@mail.ru;

**Н. И. Мазунина**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: Nadya.mazunina.67@mail.ru,

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

*Аннотация.* При конкурсном сортоиспытании ячменя в 2017–2019 гг. его наименьшую среднюю урожайность 281 г/м<sup>2</sup> обеспечил сорт Памяти Чепелева, а наибольшую 367 г/м<sup>2</sup> – сорт Раушан. Урожайность зерна сортов ячменя имела сильную положительную корреляционную связь ( $r = 0,83 \dots 0,88$ ) с плотностью продуктивного стеблестоя, с длиной и озерненностью колоса. С плотностью стояния продуктивных растений к уборке, с высотой растений, с массой зерна колоса урожайность зерна имела положительную среднюю корреляцию ( $r = 0,40 \dots 0,69$ ). Урожайность 367 г/м<sup>2</sup> зерна ячменя сорта Раушан сформировалась при 341 шт./м<sup>2</sup> продуктивных растений, 462 шт./м<sup>2</sup> продуктивных стеблей, при длине колоса 6,3 см, 18,2 шт. озерненности, 0,84 г массе зерна колоса соответственно. Сорт Памяти Чепелева обладал высокой отзывчивостью на изменение условий среды ( $b_i = 1,16$ ). Сорта ячменя Раушан и Сонет ( $b_i = 0,52 \dots 0,71$ ) характеризовались как полуинтенсивного типа со слабой реакцией на улучшение абиотических условий выращивания. Сорта Белгородский 100 и Родник Прикамья были требовательны к высокому уровню технологии возделывания ( $b_i = 1,21 \dots 1,41$ ). Самый высокий показатель стабильности отмечен у сорта Раушан (0,075).

*Ключевые слова:* ячмень, сорт, урожайность, структура урожайности, коэффициент, пластичность, стабильность, адаптивность, корреляция.

**Введение.** Растения обладают значительной способностью изменять свой фенотип в соответствии с меняющимися условиями окружающей среды. Эта форма онтогенетической адаптивности растений обеспечивает им более точную адаптацию к определенным факторам окружающей среды, которые могут измениться. Огромную роль в повышении производительности и улучшении качества продукции играет сорт [1, 2]. Это основа для производства любых сельскохозяйственных продуктов. Современные сорта должны быть энергосберегающими, экологически устойчивыми биологическими системами [3]. Наиболее важным свойством является адаптивность. Урожайность сельскохозяйственных культур определяется соответствующими элементами структуры. Структура урожайности представляет собой совокупность элементов, из которых составляется продуктивность ценоза [4, 5]. Изучение его отдельных элементов, их взаимосвязи, случаев наследования и вклада в продуктивность имеет практическое значение, так как способствует повышению эффективности селекционной работы за счет увеличения вероятности отбора по тому или иному признаку [6].

Результаты исследований реакции сортов ячменя на абиотические условия Среднего Предуралья приведены в работах И. Ш. Фатыхова [7, 8], Е. В. Корепановой [9] и С. Л. Елисеева [10]. С появлением новых перспективных сортов, изучение их реакции на изменение условий выращивания актуально.

*Цель исследований:* выявить в конкурсном сортоиспытании наиболее экологически пластичный и адаптивный сорт ячменя в абиотических условиях Среднего Предуралья.

Задачи исследований:

- определить урожайность зерна у сортов ячменя и элементов ее структуры в конкурсном сортоиспытании в 2017–2019 гг.;

- оценить параметры экологической пластичности, стабильности и адаптивности сортов ячменя в абиотических условиях в 2017–2019 гг.

**Методика.** Объект исследований – сорта ячменя: Сонет (ФГБНУ Уральский НИИСХ ООО «АГРОЭКОЛОГИЯ»), Раушан (ФГБНУ Московский НИИСХ «Немчиновка»), ФГБНУ Татарский НИИСХ), Родник Прикамья (ГНУ Зон. НИИСХ Северо-Востока им. Рудницкого), Памяти Чепелева (ФГБНУ Уральский НИИСХ) и Белгородский 100 (ОАО НПФ «БЕЛСЕЛЕКТ»). Конкурсное сортоиспытание было проведено в 2017–2019 гг. в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики.

Опыт полевой, однофакторный, повторность вариантов шестикратная. Размещение вариантов систематическое. Общая площадь делянки – 40 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 1,05 м<sup>2</sup>. Исследования проводили согласно Методике государственного сортоиспытания [1985]. Существенность разницы в показателях между вариантами выявляли методом дисперсионного анализа [11]. Показатели пластичности и стабильности сортов ячменя рассчитывали по методике S. A. Eberhart и W. F. Russel [12] в изложении В. А. Зыкина и др. [1], которые основаны на вычислении двух параметров: коэффициента линейной регрессии и дисперсии. Первый характеризует реакцию генотипа на улучшение условий выращивания, а второй показывает стабильность сорта в различных абиотических условиях.

Метеорологические условия вегетационных периодов за годы исследований отличались друг от друга и среднемноголетних. В 2017 году развитие растений ячменя происходило при относительно низкой среднесуточной температуре воздуха и достаточном запасе влаги. В 2018 г. май и июнь были умеренно влажными и теплыми, июль – теплым и сухим. Август характеризовался среднесуточной температурой воздуха, близкой к среднемноголетним значениям и относительно небольшим количеством осадков. В 2019 г. май, июнь и июль были прохладными, а август – умеренно теплым. Увлажнение в указанном вегетаци-

онном периоде было умеренным в мае и июне, относительно умеренным – в июле и очень обильным – в августе.

Конкурсные сортоиспытания сортов ячменя проводили на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве (табл. 1). Пахотный слой характеризовался содержанием гумуса от среднего до повышенного (2,7–3,5%), подвижного фосфора – от повышенного до очень высокого (150–200 мг/кг почвы), обменного калия – от повышенного до высокого (120–210 мг / кг почвы), pH – от слабокислой до близкой к нейтральной (5,5–5,6).

Таблица 1

Агрохимические показатели пахотного слоя  
дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы

Год	Гумус, %	pH	Подвижные элементы, мг/кг	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2017	3,5	5,5	125	145
2018	3,4	5,6	200	210
2019	2,7	5,5	150	120

**Результаты.** Изучаемые сорта ячменя сформировали урожайность 329–455 г/м<sup>2</sup> в 2017 г.; 201–350 г/м<sup>2</sup> в 2018 г.; 303–353 г/м<sup>2</sup> в 2019 г. (табл. 2). Индекс условий окружающей среды (I<sub>j</sub>) по годам колебался от – 0,55 до +0,55. Положительное значение индекса формируется за счет более полной реализации возможного потенциала гено-

типа в этих абиотических условиях. Высокие отрицательные показатели связаны с низким адаптивным потенциалом сортов [3]. Относительно наиболее благоприятные абиотические условия для роста и развития растений наблюдались в 2017 г., при индексе условий среды I<sub>j</sub>=+0,55 и средней урожайности сортов 383 г/м<sup>2</sup>.

Таблица 2

Урожайность зерна сортов ячменя, г/м<sup>2</sup>

Сорт	Год			Среднее	Отклонение от стандарта
	2017	2018	2019		
Сонет (st.)	341	263	353	319	-
Раушан	407	350	345	367	+48
Памяти Чепелева	329	201	314	281	-38
Белгородский 100	455	300	303	353	+34
Родник Прикамья	382	249	323	318	-1
НСР <sub>05</sub>	39	26	25	14	
Среднее	383	273	328	328	
Индекс среды I <sub>j</sub>	0,55	-0,55	0,00		

Относительно худшие абиотические условия сложились в 2018 г., когда индекс среды ( $I_j = -0,55$ ) был высоким и отрицательным, поэтому сорта обеспечили низкую среднюю урожайность 273 г/м<sup>2</sup>.

В 2017 г. относительно наибольшую урожайность 455 г/м<sup>2</sup> имел ячмень Белгородский 100, наименьшую – 329 г/м<sup>2</sup> Памяти Чепелева. Сорта Родник Прикамья, Раушан, Белгородский 100 сформировали урожайность 382 – 455 г/м<sup>2</sup> зерна, что существенно выше на 41–114 г/м<sup>2</sup> урожайности (341 г/м<sup>2</sup>) у контрольного сорта Сонет при НСР<sub>05</sub> – 39 г/м<sup>2</sup>. Наибольшую урожайность 350 г/м<sup>2</sup> в 2018 г. имел ячмень Раушан, урожайность которого превышала на 37–99 г/м<sup>2</sup> и 87–149 г/м<sup>2</sup> соответственно аналогичный показатель других изучаемых сортов при НСР<sub>05</sub> – 26 г/м<sup>2</sup>. В 2019 г. наименьшая урожайность зерна 314 г/м<sup>2</sup> была у ячменя Памяти Чепелева. Наибольшую урожайность 345 г/м<sup>2</sup> и 353 г/м<sup>2</sup> соответственно имели сорта Раушан и Сонет при НСР<sub>05</sub> – 25 г/м<sup>2</sup>.

В среднем за 2017–2019 гг. наименьшая урожайность 281 г/м<sup>2</sup> была у сорта Памяти Чепелева, что существенно ниже на 38 г/м<sup>2</sup> урожайности ячменя Сонет. Наибольшую урожайность 367 г/м<sup>2</sup> имел сорт Раушан, что выше на 48 г/м<sup>2</sup> урожайности ячменя Сонет и на 14 г/м<sup>2</sup> – сорта Белгородский 100 при НСР<sub>05</sub> – 14 г/м<sup>2</sup>.

Наблюдалась разница по показателям элементов структуры урожайности у сортов ячменя (табл. 3). Наибольшей (85 %) полевой всхожестью семян обладал сорт Памяти Чепелева, что существенно выше на 3 % данного показателя у сорта Сонет при НСР<sub>05</sub> – 2 %. Остальные сорта имели данный показатель на уровне полевой всхожести семян в контрольном варианте. Корреляционная связь между урожайностью зерна сортов ячменя и полевой всхожестью семян была средней отрицательной ( $r = -0,43$ ). Существенно больше на 18–38 шт./м<sup>2</sup> продуктивных растений к уборке наблюдали у сортов Родник Прикамья, Белгородский 100 и Раушан при НСР<sub>05</sub> – 15 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 3

Элементы структуры урожайности сортов ячменя (среднее 2017–2019 гг.)

Сорт	Полевая всхожесть семян, %	Продуктивные, шт./м <sup>2</sup>		Высота растений, см
		растения	стебли	
Сонет(st.)	82	303	379	91,1
Раушан	81	341	462	82,7
Памяти Чепелева	85	311	372	75,3
Белгородский 100	81	335	411	84,6
Родник Прикамья	82	322	371	79,6
Среднее	82	323	399	82,7
НСР <sub>05</sub>	2	15	18	2,1
Коэффициент корреляции	-0,43	0,69	0,88	0,40

Густота продуктивного стеблестоя к уборке у изучаемых сортов ячменя в среднем составила 399 шт./м<sup>2</sup>. У сортов Раушан и Белгородский 100 выявлено существенно больше на 83 и 32 шт./м<sup>2</sup> продуктивных стеблей соответственно при НСР<sub>05</sub> – 18 шт./м<sup>2</sup> относительно аналогичного значения (379 шт./м<sup>2</sup>) в контрольном варианте у сорта Сонет. Сорта Род-

ник Прикамья и Памяти Чепелева сформировали аналогичный показатель на уровне ячменя Сонет. Корреляционный анализ выявил наличие средней и сильной положительной связи урожайности с густотой стояния продуктивных растений ( $r = 0,69$ ) и продуктивных стеблей ( $r = 0,88$ ).

Сорта отличались и по высоте растений. Относительно высокими (91,1 см) были растения сорта Сонет, что на 6,5–15,8 см существенно выше растений остальных сортов ячменя при НСР<sub>05</sub> – 2,1 см.

У сортов колос существенно различался по длине. Относительно большую (6,3 см) имел сорт Раушан, что на 0,3 см больше аналогичного показателя (6,0 см) у ячменя Сонет. У сортов Родник Прикамья и Памяти Чепелева длина колоса была существенно меньше на 0,4–0,7 см относительно аналогичного показателя у растений в контрольном варианте.

Наибольшее 18,2 шт. зерен в колосе сформировал ячмень Раушан, что значительно выше на 1,4 шт. данного показателя 16,8 шт. в контрольном варианте при НСР<sub>05</sub> – 1,2 шт. Существенно меньшую озерненность на 1,5 шт. имел сорт Памяти Чепелева. У остальных сортов озерненность была на уровне аналогичных значений контрольного варианта. Масса 1000 зерен у сортов составила 48,2–54,8 г. Ячмень Раушан имел данный показатель существенно ниже на 4,3 г, чем масса 1000 зерен (52,5 г) у сорта Сонет при НСР<sub>05</sub> – 3,7 г. У других сортов существенной разницы по данному показателю не выявлено.

Таблица 4

Элементы продуктивности соцветия сортов ячменя (среднее 2017–2019 гг.)

Сорт	Длина, см	Количество зерен колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г
Сонет (st.)	6,0	16,8	52,5	0,87
Раушан	6,3	18,2	48,2	0,84
Памяти Чепелева	5,3	15,3	52,1	0,80
Белгородский 100	6,1	17,0	54,8	0,88
Родник Прикамья	5,6	16,2	54,4	0,86
Среднее	5,9	16,7	52,4	0,85
НСР <sub>05</sub>	0,2	1,2	3,7	0,04
Коэффициент корреляции	0,83	0,84	-0,22	0,59

Продуктивность колоса у сортов Раушан (0,84 г), Белгородский 100 (0,88 г) и Родник Прикамья (0,86 г) была на уровне продуктивности (0,87 г) соцветия у ячменя Сонет. Сорт Памяти Чепелева имел массу зерна колоса на 0,07 г существенно ниже продуктивности соцветия ячменя (0,87 г) Сонет при НСР<sub>05</sub> – 0,04 г. Урожайность зерна сортов ячменя имела сильную положительную корреляционную связь ( $r = 0,8$  и  $0,84$ ) с длиной и с озерненностью колоса, положительную среднюю корреляцию ( $r = 0,59$ ) с массой зерна соцветия.

Для более полной характеристики сортов ячменя были рассчитаны параметры экологической пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднеквадратичное отклонение от линии регрессии). Величина ре-

лизации потенциала урожайности сортов ячменя – коэффициент вариации – был наибольший 25,1 % у сорта Белгородский 100. Результаты исследований показали, что сорта с высокой чувствительностью к изменениям в абиотических условиях можно включить сорт ярового ячменя Памяти Чепелева ( $b_i = 1,16$ ). Сорта Раушан и Сонет ( $b_i = 0,52 \dots 0,71$ ) можно охарактеризовать как полуинтенсивного вида со слабой реакцией на улучшение условий выращивания. Сорта Белгородский 100 и Родник Прикамья требовательны к высокому уровню абиотических условий ( $b_i = 1,21 \dots 1,41$ ).

Погодные условия оказывают существенное влияние на урожайность и элементы ее структуры возделываемых полевых культур. Метеорологические условия в разные годы

могут значительно отличаться. Особенно это относится к динамике температуры, общему количеству осадков и их распределению по времени [1]. Поэтому разные метеорологиче-

ские условия в каждом вегетационном периоде влияли на стабильность урожайности сортов ячменя.

Таблица 5

Коэффициенты экологической пластичности и адаптивности сортов ячменя (среднее 2017–2019 гг.)

Сорт	Параметр экологической пластичности			Параметр адаптивности		
	коэффициент вариации, V, %	коэффициент пластичности, $b_i$	коэффициент стабильности, $Sd^2$	стрессоустойчивость, $Y_2 - Y_1$ , г/м <sup>2</sup>	генетическая гибкость, $(Y_1 + Y_2)/2$ , г/м <sup>2</sup>	размах урожайности, d, %
Сонет(st.)	15,3	0,71	0,174	-90	308	25,5
Раушан	9,4	0,52	0,075	-62	376	15,2
Памяти Чепелева	24,9	1,16	0,161	-128	265	38,9
Белгородский 100	25,1	1,41	0,369	-155	378	34,1
Родник Прикамья	21,0	1,21	0,004	-133	316	34,8

Слабая вариабельность урожайности наблюдалась у сортов Родник Прикамья ( $Sd^2 = 0,004$ ) и Раушан ( $Sd^2 = 0,075$ ). Стабильность урожайности этих сортов свидетельствует о том, что с улучшением абиотических условий выращивания их урожайность возрастает. Наибольшие колебания урожайности имел сорт Белгородский 100, показатель стабильности которого равен 0,369, что характерно для сортов интенсивного типа.

Для более объективной оценки изучаемых сортов ячменя был рассчитан ряд статистических показателей, определяющих их адаптивные свойства, а именно стрессоустойчивость ( $Y_{min} - Y_{max}$ ), генетическую гибкость и размах урожайности. Белгородский 100 показал высокую стрессоустойчивость среди сортов ячменя ( $Y_{min} - Y_{max} = -1,55$  т/га). Относительно высокий показатель генетической гибкости  $(Y_{max} + Y_{min})/2$  отмечен у сортов Раушан (3,76 т/га) и Белгородский 100 (3,78 т/га), что подтверждает в большей степени соответствие между генотипом сорта и факторами окружающей среды

**Выводы.** При конкурсном сортоиспытании ячменя в 2017–2019 гг. наименьшая средняя урожайность зерна ячменя 281 г/м<sup>2</sup> обес-

печил сорт Памяти Чепелева, а наибольшую 367 г/м<sup>2</sup> – сорт Раушан. Урожайность зерна сортов ячменя имела сильную положительную корреляционную связь ( $r = 0,83 \dots 0,88$ ) с плотностью продуктивного стеблестоя, с длиной и озерненностью колоса. С плотностью стояния продуктивных растений к уборке, с высотой растений, с массой зерна колоса урожайность зерна имела положительную среднюю корреляцию ( $r = 0,40 \dots 0,69$ ). Урожайность 367 г/м<sup>2</sup> зерна ячменя сортов Раушан сформировалась при 341 шт./м<sup>2</sup> продуктивных растений, 462 шт./м<sup>2</sup> продуктивных стеблей, при длине колоса 6,3 см, 18,2 шт. озерненности, 0,84 г массе зерна колоса соответственно. Ячмень Памяти Чепелева обладал высокой отзывчивостью на изменение условий среды ( $b_i = 1,16$ ). Сорта ячменя Раушан и Сонет ( $b_i = 0,52 \dots 0,71$ ) были охарактеризованы как полунинтенсивный тип со слабой реакцией на улучшение абиотических условий выращивания. Сорта Белгородский 100 и Родник Прикамья были требовательны к высокому уровню технологии возделывания ( $b_i = 1,21 \dots 1,41$ ). Самый высокий показатель стабильности (0,075) отмечен у сорта Раушан.

## Литература

1. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск: Сиб. Отд-е ВАСХНИЛ, 1984. С. 1-24.
2. Riggs T. J. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980 / T. J. Riggs, P. R. Hanson, N. D. Start [et al.] // *J. Agric. Sci.* 1981. Vol. 97. № 3. Pp. 599-610.
3. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // *Crop Protection*. 2016. Vol. 85. Pp. 1-8.
4. Добруцкая Е. Г., Пивоваров В. Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке // *Селекция и семеноводство*. 2000. № 3. С. 28-30.
5. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.
6. Silvey V. The contribution of new varieties to cereal yields in England and Wales between 1947 and 1983 // *Nat. Inst. Agr. Bot.* 1986. Vol. 17. No. 2. Pp. 155-168.
7. Фатыхов И. Ш. Абиотические условия и урожайность ячменя Торос на ГСУ Удмуртии // *Зерновые культуры*. 2001. № 2. С. 18-20.
8. Фатыхов И. Ш., Исламова Ч. М., Колесникова Е. Ю. Экологическая пластичность и стабильность сортов ячменя на Можгинском ГСУ // *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: Материалы Международной научно-практической конференции*. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2019. С. 95-99.
9. Корепанова Е. В., Фатыхов И. И. Экологическая реакция сортов ярового ячменя на абиотические условия Среднего Предуралья // *Вестник Ижевской Государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 2 (47). С. 9-15.
10. Елисеев С. Л. Об адаптивном размере выборки при оценке экологической пластичности сортов полевых культур // *Информационные технологии в стратегии реиндустриализации АПК региона: Материалы Международной научно-практической конференции*. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. С. 99-102.
11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* 1966. № 1. Vol. 6. Pp. 36-40.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND ADAPTIVITY VARIETIES OF BARLEY

**B. B. Borisov**, Graduate Student

E-mail: bratborys@yandex.ru

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

E-mail: Chulpanislamova\_85@mail.ru

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

E-mail: Fatykhovildus@mail.ru

**N. I. Mazunina**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

E-mail: Nadya.mazunina.67@mail.ru

Izhevsk State Agricultural Academy

16, Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

## ABSTRACT

For 2017–2019 in competitive variety testing, the lowest average barley grain yield of 281 g/m<sup>2</sup> was in the Pameti Chepeleva variety and the largest 357 - 367 g/m<sup>2</sup> in the Belgorodskiy 100 and Raushan varieties. The grain yield of barley varieties had a strong positive correlation ( $r=0.83 \dots 0.88$ ) with the density of the productive stalk, with the length and grain content of the spike.

With the density of standing of productive plants for harvesting, with the height of the plants, with the weight of the grain of the ear, the grain yield had a positive average correlation ( $r = 0.40 \dots 0.69$ ). Yields of 357 - 367 g/m<sup>2</sup> of barley grain of the Raushan and Belgorodskiy 100 varieties were formed at 341 and 335 pcs/m<sup>2</sup> of productive plants, 462 and 411 pcs/m<sup>2</sup> of productive stems, 6.3 and 6. cm spike length, 18.2 and 17.0 pieces of grain, 0.84 and 0.88 g of the weight of the grain of the ear, respectively. The Chemelev Memory Variety was highly responsive to changing environmental conditions ( $b_i = 1.16$ ). Barley varieties Raushan and Sonnet ( $b_i = 0.52 \dots 0.71$ ) were characterized as a semi-intensive type with a weak reaction to the improvement of abiotic growing conditions. Varieties Belgorod 100 and Rodnik Prikamya are demanding for a high level of cultivation technology ( $b_i = 1.21 \dots 1.41$ ). The highest stability index was observed in the varieties Raushan (0,07) and Rodnik Prikamya (0,00).

*Keywords: barley, variety, yield, yield structure coefficient, plasticity, stability, adaptability, correlation.*

#### References

1. Zykin V. A., Meshkov V. V., Sapega V. A. Parametry ekologicheskoi pla-stichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz (Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis), metodicheskie re-komendatsii, Novosibirsk, Sib. Otd-e VASKhNIL, 1984, pp. 1-24.
2. Riggs T. J. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980, T. J. Riggs, P. R. Hanson, N. D. Start [et al.], J. Agric. Sci., 1981, Vol. 97, No. 3, pp. 599-610.
3. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietalmixtures through ecological processes, Crop Protection, 2016, Vol. 85, pp. 1-8.
4. Dobrutskaya E. G., Pivovarov V. F. Ekologicheskaya rol' sorta v KhKhI veke (The ecological role of varieties in the twenty-first century), Seleksiya i semenovodstvo, 2000, No. 3, pp. 28-30.
5. V'yushkov A. A. Mal'chikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Seleksi-onno-geneticheskoe uluchshenie yarovoi pshenitsy (Breeding and genetic improvement of spring wheat), Samara, Samarskii nauchnyi tsentr RAN, 2012, 266 p.
6. Silvey V. The contribution of new varieties to cereal yields in England and Wales between 1947 and 1983, Nat. Inst. Agr. Bot., 1986, Vol. 17, No. 2, pp. 155-168.
7. Fatykhov I. Sh. Abioticheskie usloviya i urozhnost' yachmenya Toros na GSU Udmurtii (Abiotic conditions and yields of Toros barley at the GSU Udmurtia), Zernovye kul'tury, 2001, No. 2, pp. 18-20.
8. Fatykhov I. Sh., Islamova Ch. M., Kolesnikova E. Yu. Ekologicheskaya pla-stichnost' i stabil'nost' sortov yachmenya na Mozhginskom GSU (Ecological plasticity and stability of barley varieties at Mozhginsky GSU), Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Izhevsk, Izhevskaya GSKhA, 2019, pp. 95-99.
9. Korepanova E. V., Fatykhov I. I. Ekologicheskaya reaktsiya sortov yarovogo yachmenya na abioticheskie usloviya Srednego Predural'ya (Ecological reaction of varieties of spring barley to abiotic conditions of the Middle Urals), Vestnik Izhevskoi Gos-udarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2016, No. 2 (47), pp. 9-15.
10. Eliseev S. L. Ob adaptivnom razmere vyborki pri otsenke ekologicheskoi plastichnosti sortov polevykh kul'tur (On adaptive sample size when assessing environmental plasticity of field crop varieties), Informatsionnye tekhnologii v strategii reindustrializatsii APK regiona: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Perm', IPTs «Prokrost'», 2018, pp. 99-102.
11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties, Corp Sci., 1966, No. 1, Vol. 6, pp. 36-40.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment methodology (with basis of statistical processing of research results)), M., Agropromizdat, 1985, 351 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10020

УДК 633.15

## **ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**К. Р. Исмагилов**, канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ,  
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, Россия, 450001  
E-mail: ismagilovk@mail.ru

*Аннотация.* В статье приведены результаты оценки агроклиматических условий возделывания кукурузы на территории Республики Башкортостан. Показано разнообразие агроклиматических ресурсов на территории республики, на распределение которых оказывают сильное влияние Уральские горы и мезорельеф местности. Основным лимитирующим климатическим ресурсом для успешного возделывания и получения зерна кукурузы на территории Республики Башкортостан является теплообеспеченность, а также продолжительность вегетационного периода. Ресурсы влаги на территории республики в большинстве лет оказывались достаточными для формирования урожая зерна кукурузы 50-60 ц/га, за исключением зауральской степи. Теплообеспеченность возделывания кукурузы оценивали по сумме активных температур за период с температурой выше 10<sup>0</sup>С, используя многолетние климатические данные метеорологических станций. Сумма активных температур на территории республики меняется от 1500 до 2400 градусов, и по данному показателю выделено 3 зоны: 1-я зона – с низкой теплообеспеченностью для созревания зерна кукурузы, 2-я зона – с теплообеспеченностью, достаточной для возделывания на зерно только раннеспелых гибридов кукурузы, 3-я зона – для возделывания на зерно раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы. Рельеф 1-й зоны, как и в целом Республики Башкортостан, сложный и сильно пересеченный. В данной зоне имеются участки и поля с мезо- и микроклиматом, в частности, по ресурсам тепла достаточным для созревания зерна раннеспелых гибридов кукурузы. Полевые опыты, проведенные в 2016-2018 годы в Татышлинском районе Республики Башкортостан, подтвердили возможность получения зерна восковой спелости раннеспелых гибридов на полях с южным склоном.

*Ключевые слова:* кукуруза, сумма активных температур, размещение на территории, Республика Башкортостан.

**Введение.** В Республике Башкортостан кукуруза в основном возделывается на силос и на зеленый корм сельскохозяйственным животным. Кормовая ценность зеленой массы и силоса сравнительно низка. Высокопитательный корм возможно получить из зерна кукурузы или из надземной массы с зерном молочной, молочно-восковой и восковой спелости [1-3]. В одном килограмме зерна кукурузы содержится 1,34 к. ед., что значительно выше данного показателя зерна ячменя, пшеницы и овса. Поэтому в последние годы в республике запланировано расширение возделывания кукурузы по зерновой технологии. В 2019 году кукуруза возделывалась на силос и зеленый корм на площади 66 тыс. га и на зерно – около 12 тыс. га, что составило 0,7 % посевных площадей зерновых культур. Территория республики обширная, и по агроклиматическим условиям неоднородная. Несмотря на это, отсутствует оценка агроклиматических условий, и не выделены благоприятные территории для возделывания кукурузы на разные цели. Имеются рекомендации [4] по размещению кукурузы по шести сельскохозяйственным зонам республики: северная лесостепь, северо-восточная лесостепь, южная лесостепь, предуральская степь, зауральская степь и горно-лесная зона. Агроклиматические ресурсы указанных зон республики также разнородны. Оптимизация размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом агроклиматических условий является одним из резервов повышения эффективности растениеводства, в том числе выращивания кукурузы [5-8].

В этой связи нами проведена оценка агроклиматических условий с целью оп-

тимизации размещения посевов и повышения эффективности выращивания кукурузы в Республике Башкортостан.

**Методика.** Для реализации поставленной цели проводили районирование территории по теплообеспеченности и продолжительности периода активной вегетации кукурузы общепринятыми методами [10, 11].

Оценку теплообеспеченности формирования урожая кукурузы оценивали по сумме активных температур (сумма положительных температур за период с температурой выше 10°C). При этом использовали агроклиматический справочник [12]. Районирование Республики Башкортостан проводили объединением территории с одинаковой суммой активных температур 1800, 2000 и 2200 градусов, а также по продолжительности вегетационного периода с активной температурой. По результатам оценки теплообеспеченности построили карты с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.1.

Проводили также полевые опыты в 2016-2018 годы в Татышлинском районе Республики Башкортостан для изучения формирования урожая раннеспелых гибридов кукурузы (Нур, Уральская 150) на разных элементах мезорельефа. Размер делянок 200 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности. Посев проводили в зависимости от года 16-26 мая. Учет урожая проводили обмолотом после сушки собранных с делянки всех початков.

**Результаты.** Агроклиматические условия территории Республики Башкортостан разнообразны и определяются тем, что она расположена на стыке Европы и Азии. Площадь республики около 144 тыс. км<sup>2</sup> протяженностью с севера на

юг около 550 км и с запада на восток – 440 км. Большое влияние на формирование климата республики оказывает Атлантический океан и материк. Первое проявляется в преобладании западного переноса воздушных масс, благодаря которому на территорию республики поступает основные запасы влаги, второе – в увеличении годовых амплитуд температуры воздуха, в быстром повышении температуры весной и быстром понижении осенью. В общей характеристике климата Башкортостана следует указать на его резко выраженную континентальность, амплитуда колебания температуры воздуха в течение года составляет 35-39°C [12].

Исследования показали, что основным лимитирующим природным условием для успешного возделывания и получения зерна кукурузы на территории Республики Башкортостан являются ресурсы тепла, а также продолжительность активного вегетационного периода.

Кукуруза, в целом, достаточно засухоустойчивая культура, и коэффициент водопотребления ее равен 300-350. Анализ показывает, что ресурсы влаги на территории республики достаточны в большинстве лет для формирования зерна кукурузы 50-60 ц/га за исключением зауральской степи. Так, в лесостепной зоне выпадает атмосферные осадки 490-650 мм, а за период с среднесуточной температурой выше 10 °С – 260-275 мм. Гидротермический коэффициент в лесостепной зоне республики 1,2-1,5, что является показателем достаточной влагообеспеченности растений в вегетацион-

ный период. В степной зоне республики влагообеспеченность существенно ниже по сравнению с лесостепной зоной. Средне-многолетняя сумма осадков на данной зоне составляет 355-455 мм, в том числе за активный период вегетации кукурузы 185-225 мм, гидротермический коэффициент равен 1,0 и 0,8 [12].

Одним из решающих климатических ресурсов, определяющих возможность возделывания кукурузы, является тепло. Кукуруза – теплолюбивая культура, и для созревания зерна требуется сумма активных среднесуточных температур от 2000-3000 градусов [6, 13-15]. Многолетняя средняя температура июля на территории республики колеблется от +17 до +19°C, января от –15 до –17°C. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C отмечается 4-9 апреля и 24-29 октября. Сумма активных среднесуточных температур колеблется на территории республики в пределах 1500-2400 градусов. Очень низка сумма активных температур в горно-лесной зоне республики (1500-1700 градусов) [12].

С учетом значительной неоднородности агроклиматических условий нами проведено зонирование территории Республики Башкортостан по сумме активных температур и выделено 3 зоны. Первая зона, где сумма активных температур меньше 2000 градусов, вторая зона – 2000-2200, третья зона – 2200-2400 градусов. На рисунке представлена карта зон Республики Башкортостан по сумме активных температур выше 10°C.

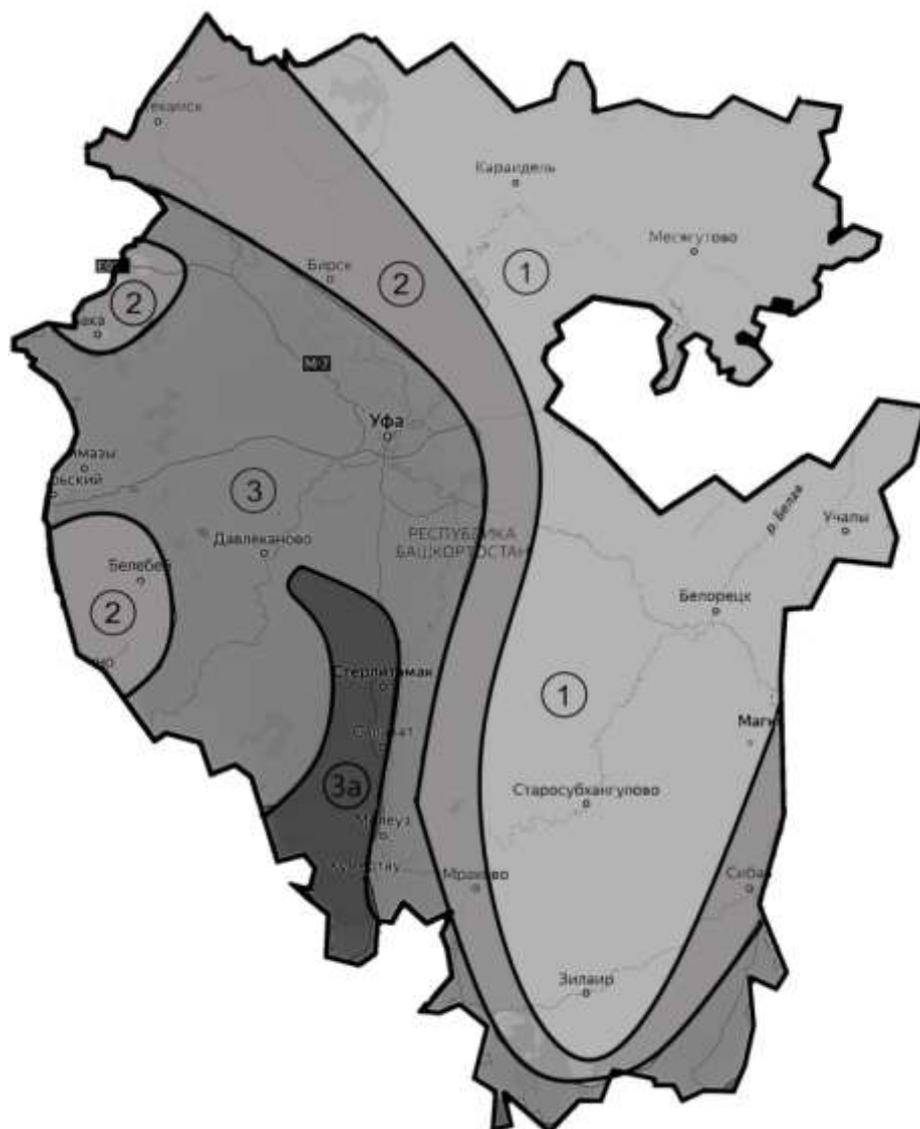


Рис. Зоны Республики Башкортостан по сумме активных температур выше 10°C:  
 1 – сумма активных температур выше 10°C меньше 2000 град.; 2 – сумма активных температур выше 10°C 2000-2200 град.; 3 – сумма активных температур выше 10°C 2200-2400 град.

В настоящее время созданы гибриды кукурузы, значительно отличающиеся по потребности в ресурсах тепла. Для созревания каждой группе гибрида необходимо аккумулировать определенную сумму активных температур. Принято подразделять гибриды кукурузы на следующие группы спелости: раннеспелые, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние, позднеспелые. Биологическая потребность в тепле раннеспелых гибридов составляет 2200 градусов активных температур, среднеранних

– 2400, среднеспелых – 2600, среднепоздних – 2800 и позднеспелых – 3000 градусов (табл. 1).

Период активной вегетации кукурузы ограничивается датами устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C. Средняя продолжительность данного периода на территории республики колеблется от 106 до 139 дней. Исследования показали, что продолжительность активной вегетации кукурузы тесно коррелирует с суммой активных температур. Так, в

первой зоне продолжительность вегетационного периода кукурузы составляет 106-120 дней, во второй зоне – 120-130 дней и в третьей зоне – 130-139 дней. Следует отметить, что на территории Республики Башкортостан соотношение суммы активной температуры и продолжительности вегетационного периода несколько отли-

чается от общепринятых величин. Одна и та же сумма температур на территории республики выявлена при большей продолжительности вегетационного периода. Это связано со сравнительно низкой величиной среднесуточных температур по сравнению с южными районами страны.

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода  
и потребность гибридов кукурузы разной спелости в тепле

Группа спелости кукурузы	Продолжительность вегетационного периода, день	Сумма активных среднесуточных температур (выше 10°C)
Раннеспелая	90-100	2200
Среднеранняя	105-115	2400
Среднеспелая	115-120	2600
Среднепоздняя	120-130	2800
Позднеспелая	130-140	3000

По результатам оценки агроклиматических условий и потребности в тепле гибридов разной спелости нами проведено районирование территории Республики Башкортостан для произрастания растений кукурузы. Выделено три зоны: 1-я зона – с низкой обеспеченностью теплом для формирования зерна кукурузы; 2-я зона – с обеспеченностью теплом, достаточным для формирования зерна только раннеспелых гибридов кукурузы; 3-я зона – для формирования зерна раннеспелых и среднеранних гибридов. В этой зоне нами выделена подзона 3а, которая характеризуется самой высокой теплообеспеченностью на территории республики (рисунок). Сумма активных температур около 2400°C, в данной подзоне из 10 лет в 8-9 годах наблюдается вызревание зерна гибридов кукурузы среднеспелой группы. На территории Республики Башкортостан ресурсы тепла в целом недостаточны для

получения зерна кукурузы среднеспелых, среднепоздних и позднеспелых гибридов.

В 1-ой зоне, хотя продолжительность вегетационного периода составляет 106-120 дней, тепла достаточно только для формирования зерна молочной (в некоторые годы – молочно-восковой) спелости у раннеспелых гибридов. Следовательно, в 1-й зоне целесообразно возделывать кукурузу в основном на силос. Рельеф данной зоны, как и в целом Республики Башкортостан, сложный и сильно пересеченный. Так, теплообеспеченность на возвышенных участках и на южном склоне рельефа до 10% больше, чем на ровных элементах мезорельефа. На северных склонах сумма температур меньше на 100-130 °C по сравнению с ровным местом [9]. Полевые опыты, проведенные нами в 2016-2018 годы в Татышленском районе Республики Башкортостан, который находится в 1-й зоне, подтвердили возможность получения зерна

восковой спелости раннеспелых гибридов на поле с южным склоном. Сумма активных температур изменялась в пределах одного и того же поля от 1890 до 2240 °С (табл. 2). На южном склоне во все три года раннеспелые гибриды кукурузы формировали зерно

восковой спелости. В то время на северном склоне, где теплообеспеченность была существенно ниже, зерно кукурузы в конце вегетации была только в фазе молочной спелости.

Таблица 2

Теплообеспеченность кукурузы  
на разных элементах мезорельефа поля (в среднем за 2016-2018 гг.)

Склон мезорельефа	Сумма активных температур, °С	Спелость зерна в конце вегетации (переход температуры воздуха через 10°С)
Южный склон	2240	восковая
Северный склон	1890	молочная
Возвышенный участок	2110	молочно-восковая

**Выводы.** Агроклиматические условия на территории Республики Башкортостан разнообразны. Основным лимитирующим климатическим ресурсом для успешного возделывания и получения зерна кукурузы на территории республики является теплообеспеченность, а также продолжительность вегетационного периода. Ресурсы тепла за период с температурой воздуха выше 10 °С колеблются от 1500 до 2400 °С. На распределение тепловых ресурсов и продолжительность вегетационного периода оказывают сильное влияние Уральские горы и мезорельеф местности. На территории Республики Башкортостан выделено 3 зоны по теплообеспеченности и продолжительности вегетационного пе-

риода кукурузы: 1-я зона – с низкой теплообеспеченностью для формирования зерна кукурузы; 2-я зона – с ресурсами тепла, достаточными для формирования зерна только раннеспелых гибридов кукурузы; 3-я зона – для формирования зерна раннеспелых и среднеранних гибридов. В 1-й зоне раннеспелые гибриды кукурузы могут формировать зерно молочной и в некоторые годы – молочно-восковой спелости. При размещении посева кукурузы на возвышенных участках и на южном склоне рельефа и в 1-ой зоне, за исключением горно-лесной территории, возможно возделывать раннеспелые гибриды кукурузы на зерно.

#### Литература

1. Сотченко Ю. В., Исмагилов Р. Р., Ахияров Б. Г. Урожайность и качество зерна гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (48). С. 39-43.
2. Сравнительная оценка хозяйственно ценных признаков раннеспелых гибридов кукурузы в условиях лимитированных климатических ресурсов в Омской области / В. С. Ильин [и др.] // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. С. 84-87.
3. Maize hybrid productivity and grain quality in conditions of the Cis-ural forest-steppe / R. Ismagilov [at all.] // AIMS Agriculture and Food. 2019. Т. 4. № 3. Pp. 604-612.

4. Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан / У. Г. Гусманов [и др.]. Уфа: Гилем, 2012. 528 с.
5. Исмагилов К. Р. Ресурсы тепла и размещение посевов кукурузы на Южном Урале // *International Agricultural Journal*. 2019. No. 4. С. 51-60. DOI:10.24411/2588-0209-2019-10081.
6. Елисеев С. Л., Елисеев А. С. Вызревание зерна кукурузы в северных районах кукурузосеяния // *Пермский аграрный вестник*. 2015. № 1 (9). С. 11-18.
7. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
8. Исмагилов К. Р. Природные ресурсы и их влияние на эффективность производства зерна пшеницы в Республике Башкортостан // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2016. № 3 (59). С. 222-224.
9. Исмагилов Р. Р. Как "привязать" базисную технологию к условиям конкретного поля // *Земледелие*. 2000. № 4. С. 26-27.
10. Селянинов Г. Т. Принципы агроклиматического районирования СССР // *Вопросы агроклиматического районирования СССР*. Москва: Изд-во Мин. с.-х. СССР, 1958. С. 18-26.
11. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 251 с.
12. Агроклиматические ресурсы Башкирской АССР. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 235 с.
13. Hatfield J. L., Prueger J. H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development // *Weather and climate extremes*. 2015. № 10. Pp. 4-10.
14. Friend D. J. C. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity // *Canadian Journal of Botany*. 2011. № 43. Pp. 1063-1076.
15. Variable photosynthetic sensitivity of maize (*Zea mays* L.) To sunlight and temperature during drought development process / Y.-H. Ji [at all.] // *Plant, Soil and Environment*. 2017. Т. 63. № 11. Pp. 505-511.

## ASSESSMENT OF AGRO-CLIMATIC CONDITIONS OF MAIZE CULTIVATION ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**K. R. Ismagilov**, Cand. Econom. Sci., Associate Professor,  
Bashkir State Agrarian University,  
34, 50-letiya Oktyabrya St., Ufa, Russia, 450001  
E-mail: ismagilovr\_bsau@mail.ru

### ABSTRACT

The article presents the results of assessing the agro-climatic conditions of maize cultivation in the Republic of Bashkortostan. The variety of agro-climatic resources on the territory of the Republic is shown, and their distribution is strongly influenced by the Ural mountains and mesorelief. The main limiting climatic resource for the successful cultivation and production of corn in the Republic of Bashkortostan is the heat supply, as well as the duration of the growing season. Moisture resources on the territory of the Republic in most years are sufficient for the formation of corn grain 50-60 centner per hectare, with the exception of the trans-Urals steppe. The heat supply of corn was estimated by the sum of active temperatures for a period with a temperature above 10 °C using long-term climate data from meteorological stations. The sum of active temperatures on the territory of the Republic varies from 1500 to 2400 degrees and three zones are allocated for this indicator: The first area with low heat for

ripening corn, the second area with a heat sufficient for the cultivation of grain only early maturing hybrids of maize, the third zone for the cultivation of grain early maturing and mid-season corn hybrids. The terrain of the first zone, as well as in the Republic of Bashkortostan as a whole, is complex and highly rugged. In this zone, there are areas and fields with meso- and microclimate, in particular, heat resources sufficient for the maturation of early-maturing corn hybrids. Field experiments conducted in 2016-2018 in the Tatyshlinsky District of the Republic of Bashkortostan confirmed the possibility of obtaining waxy grain ripeness of early-maturing hybrids in fields with a southern slope.

*Keywords: corn; sum of active temperatures; accommodation in the territory; Republic of Bashkortostan.*

### References

1. Sotchenko Yu. V., Ismagilov R. R., Ahijarov B. G. Urozhajnost' i kachestvo zerna gibridov kukuruzy v usloviyah Respubliki Bashkortostan (Productivity and grain quality of maize hybrids in the Republic of Bashkortostan), Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018, No. 4 (48), pp. 39-43.
2. Cravnitel'naja ocenka hozjajstvenno cennykh priznakov rannespelykh gibridov kukuruzy v usloviyah limitirovannykh klimaticheskikh resursov v Omskoj oblasti (Comparative evaluation of economically valuable traits of early ripe maize hybrids in the conditions of limited climatic resources in the Omsk region), V. S. Il'in [i dr.], Uspehi sovremennogo estestvoznaniya, 2016, No. 8, pp. 84-87.
3. Maize hybrid productivity and grain quality in conditions of the Cis-Ural forest-steppe, R. Ismagilov [at all.], AIMS Agriculture and Food, 2019, T. 4, No. 3, pp. 604-612.
4. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva v Respublike Bashkortostan (The system of agricultural production in the Republic of Bashkortostan), U.G. Gusmanov [i dr.], Ufa, Gilem, 2012, 528 p.
5. Ismagilov K. R. Resursy tepla i razmeshchenie posevov kukuruzy na Yuzhnom Urale (Heat resources and placement of corn seeds in the South Urals), International Agricultural Journal, 2019, No. 4, pp. 51-60. DOI:10.24411/2588-0209-2019-10081.
6. Eliseev S. L. Eliseev A. S. Vyzrevanie zerna kukuruzy v severnykh rajonakh kukuruzosejaniya (Corn ripening in the northern areas of maize), Permskiy agrarnyj vestnik, 2015, No. 1 (9), pp. 11-18.
7. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rasteniyevodstvo (Adaptive crop production), Kishinev, Shtiintsa, 1990, 432 p.
8. Ismagilov K. R. Prirodnye resursy i ih vliyanie na jeffektivnost' proizvodstva zerna pshenicy v Respublike Bashkortostan (Natural resources and their impact on the efficiency of wheat grain production in the Republic of Bashkortostan), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, No. 3 (59), pp. 222-224.
9. Ismagilov R. R. Kak "privjazat" bazisnuju tehnologiju k usloviyam konkretnogo polja (How to "bind" basic technology to the conditions of a specific field), Zemledelie, 2000, No. 4, pp. 26-27.
10. Seljaninov G. T. Principy agroklimaticheskogo rajonirovaniya SSSR (The principles of agroclimatic zoning of the USSR) // Voprosy agroklimaticheskogo rajonirovaniya SSSR, Moskva, Izd-vo Min. s.-h. SSSR, 1958, pp. 18-26.
11. Chirkov Yu. I. Agrometeorologicheskie usloviya i produktivnost' kukuruzy (Agrometeorological conditions and corn productivity), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1969, 251 p.
12. Agroklimaticheskie resursy Bashkirskoj ASSR (Agroclimatic resources of the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1976, 235 p.
13. Hatfield J. L., Prueger J. H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development, Weather and climate extremes, 2015, No. 10, pp. 4-10.
14. Friend D. J. C. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity, Canadian Journal of Botany, 2011, No. 43, pp. 1063-1076.
15. Variable photosynthetic sensitivity of maize (*Zea mays* L.) to sunlight and temperature during drought development process, Y.-H. Ji [at all.], Plant, Soil and Environment, 2017, T. 63, No. 11, pp. 505-511.

---

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10029

УДК 633.13:631.542.4

## **РЕАКЦИЯ ОВСА ПОСЕВНОГО ЯКОВ НА ДЕСИКАЦИЮ ПОСЕВОВ УРОЖАЙНОСТЬЮ И КАЧЕСТВОМ СЕМЯН**

**В. Г. Колесникова**, канд. с.-х. наук, доцент;

**Т. И. Печникова**, аспирант,

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,

ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, Россия, 426069

E-mail: kvg789@yandex.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты трехлетнего изучения десикантов и сроков их обработки на посевах овса в Удмуртской Республике. Полевые исследования были проведены на опытном поле в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», лабораторные анализы – в лаборатории кафедры растениеводства Ижевской ГСХА. Изучали три десиканта – Раундап, Баста и Реглон Супер, которые разрешены к применению в посевах овса. Посевы данными десикантами обрабатывали в разные сроки. В первом варианте обработка посевов была проведена при достижении влажности зерна 32–36 %, в последующих четырех вариантах обработка проводилась через трое суток от предыдущей обработки. По погодным условиям (количеству выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха) вегетационные периоды в разные годы были разными. Вегетационный период овса Яков в 2015 г. характеризовался переувлажненным (ГТК = 1,4), 2016 г. – засушливым (ГТК = 0,6) и 2017 г. – избыточно увлажненным (ГТК = 4,3). В ходе трёхлетних исследований на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в варианте без проведения десикации была получена урожайность овса 3,63 т/га. В варианте, где десикация была проведена через девять суток после первой обработки, урожайность увеличилась до 4,19–4,40 т/га. Анализ данных показывает, что изучаемые десиканты при опрыскивании посевов в варианте через девять суток после первой обработки (молочно-тестообразное состояние) способствовали получению массы 1000 семян 39,7–39,1 г; снижению зараженности семян пенициллами 2,1–3,2 % и фузариевыми грибами 1,5–2,5 %; увеличению лабораторной всхожести семян 94–93 % соответственно.

*Ключевые слова:* овес, десиканты, сроки обработки, урожайность, масса семян, зараженность болезнями, всхожесть.

**Введение.** Отечественными и зарубежными авторами отмечено значение овса посевного. Овес широко применяется для переработки в пищевые продукты, в бродильной промышленности для получения спирта, также используется на кормовые цели. Значительная часть зерна овса используется для производства круп, толокна и других продуктов, имеющих большое диетическое значение, особенно в детском питании [1-5].

Основным приемом в технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры на семена является своевременная уборка, обеспечивающая наибольший сбор урожая высокого качества. В условиях Удмуртской Республики к уборке зерно овса имеет высокую влажность из-за неравномерного созревания зерен в метелке. Одним из приемов, который позволяет сократить вегетационный период полевой культуры, способствует равномерному созреванию зерен в метелке и существенному сохранению полученного урожая, является предуборочная десикация посевов. В научных трудах И. Ш. Фатыхова [6, 7], В. Г. Колесниковой [8, 9], С. Л. Елисеева [10] и И. В. Батуевой [11, 12] представлена проблема влияния десикации на урожайность и качество посевного материала зерновых культур в Среднем Предуралье. Многие исследователи считают, что преждевременная уборка приводит к снижению урожайности из-за щуплости семян, а при запоздалой уборке – за счет больших потерь от естественного осыпания.

Но только в их исследованиях обработка посевов была проведена в разные сроки другими десикантами или на других сортах овса.

*Цель исследований* – выявить реакцию овса Яков на приёмы уборки.

*Задачи исследований:*

- изучить влияние десикантов и сроков их проведения на урожайность семян;
- определить посевные качества семян в урожае.

**Методика.** Опыты проводились в период 2015–2017 гг. на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах. Опыты закладывали на опытном поле ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, которая расположена в Воткинском районе Удмуртской Республики. В почвенных пробах определяли содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, уровень кислотности. Почва имела следующие агрохимические характеристики: гумус – 2,2...3,2 %;  $pH_{kcl}$  – 5,4–5,8;  $P_2O_5$  – 120 – 337,0 мг/1000 г почвы;  $K_2O$  – 162 – 270,3 мг/1000 г почвы.

Опыт полевой двухфакторный. Изучали три десиканта – Раундап, Баста и Реглон Супер, которые разрешены к применению в посевах овса. Посевы данными десикантами обрабатывали в разные сроки. В первом варианте обработка посевов была проведена при достижении зерна молочно-тестообразного состояния, в последующих четырёх вариантах обработка проводилась через трое суток от предыдущей обработки. Схема опыта представлена в таблице 1. Длина делянки – 20 м, ширина – 1,65 м, общая площадь делянки составляла 33 м<sup>2</sup>, а учетная – 25 м<sup>2</sup>. В опыте 25 вариантов в четырехкратной повторности, что позволило снизить ошибку опыта за счёт разложения дисперсии на большое количество делянок (100 шт.). Опыты были заложены по общепринятым методикам [13, 14]. Агротехника овса посевного в опытах типичная для яро-

вых зерновых в условиях Удмуртской Республики. Выход семенной фракции в урожае определяли на лабораторных решётах с размером ячейки 22х20 мм [15]. Качество семян: зараженность болезнями – по ГОСТ 12044-93; всхожесть – по ГОСТ 12038-84; масса 1000 штук – по ГОСТ 12042-80. Погодные условия 2015–2017 гг. были разными. Так, в 2015 г. осадки выпадали в периоды, когда потребность растений во влаге была невысокой (цветение, созревание), а когда они были необходимы (в период кущения и налива), их было явно недостаточно, что привело к формированию относительно низкой урожайности зерна (ГТК = 1,4). В 2016 г. из-за недостаточного увлажнения в период посев – уборка условия для роста и развития растений овса были неблагоприятными, ГТК составил 0,6. Вегетационный период 2017 г. был избыточно-увлажненный, ГТК составил 4,3.

**Результаты.** Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что урожайность семян овса Яков в условиях Среднего Предуралья зависит от технологии возделывания, а именно от опрыскивания посевов десикантами. В 2015 г. урожайность семян составила 2,26 – 3,66 т/га, в 2016 г. – 3,25 – 3,91 т/га, в 2017 г. – 4,35 – 5,83 т/га. В среднем за годы исследований по вариантам опыта была получена урожайность семян овса от 3,32 до 4,40 т/га (табл. 1). Установлено, что при десикации препаратами Реглон Супер, Баста и Раундап повышается урожайность семян до 3,78 – 3,96 т/га. Десикация препаратом Раундап через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния способствует увеличению урожайности семян на 0,99 т/га при НСР<sub>05</sub> частных различий по фактору В – 0,14 т/га. При использовании десиканта

Баста через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна была получена прибавка урожая семян 0,93 т/га. В вариантах с обработкой посевов в фазе молочно-тестообразного состояния зерна и через 3 дня от него в среднем была получена урожайность 3,43 и 3,63 т/га. Десикация через 3, 6, 9, 12 дней от молочно-тестообразного состояния зерна увеличивает урожайность до 3,63 – 4,10 т/га, что на 0,20 – 0,67 т/га выше показателя в контрольном варианте (НСР<sub>05</sub> главных эффектов по фактору В – 0,06 т/га). Наибольшая урожайность семян 4,10 т/га образовалась при опрыскивании десикантами через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна.

В 2015–2017 гг. масса 1000 семян по вариантам опыта составила – от 36,9 до 39,7 г. Изучаемые десиканты способствовали получению прибавки 0,5 – 0,9 г массы 1000 семян по сравнению с массой 1000 семян в варианте, где посевы были обработаны водой (НСР<sub>05</sub> гл. эф. по фактору А – 0,3 г).

Наиболее эффективной оказалась обработка посевов овса исследуемыми десикантами через девять суток после первой, так как при этом была получена наибольшая масса 1000 семян 38,8 г.

Десикация также повлияла на качество семян в урожае. В семенах овса обнаружены грибы рода *Penicillium* и *Fusarium*. В метеорологических условиях 2015 г. (ГТК=1,4 в период посев – полная спелость) по вариантам опыта пораженность семян грибами *Penicillium* составила 6,3– 28,0 %. В 2016 и в 2017 г. инфицированность семян овса пенициллами не выявлена. Наибольшая зараженность семян – 24,0–28,0 % отмечается в контрольных вариантах. Изучаемые десиканты в среднем по вариантам опыта

достоверно снизили зараженность семян плесневелыми грибами. Опрыскивание посевов овса десикантом Раундап через трое суток после первой обработки снизила данный показатель на 1,2 %, десикантом Баста – на 2,3 %, Реглоном Супер – на 4,0 % (рис. 1).

Таблица 1

Урожайность и масса 1000 семян овса Яков  
в зависимости от десикации посевов, (среднее 2015–2017 гг.)

Срок обработки (фактор В)	Препарат (фактор А)	Урожайность семян, т/га		Масса 1000 семян, г	
Молочно-тестообразное состояние зерна (к)	Без обработки (к)	3,49		36,9	
	Вода (к)	3,53		36,9	
	Раундап	3,41		37,1	
	Баста	3,40		37,1	
	Реглон Супер	3,32		36,9	
Через 3 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	Без обработки (к)	3,59		37,2	
	Вода (к)	3,68		37,5	
	Раундап	3,67		38,0	
	Баста	3,67		38,0	
	Реглон Супер	3,52		38,1	
Через 6 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	Без обработки (к)	3,65		37,7	
	Вода (к)	3,73		37,9	
	Раундап	4,16		39,1	
	Баста	3,87		39,1	
	Реглон Супер	3,95		38,6	
Через 9 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	Без обработки (к)	3,77		37,7	
	Вода (к)	3,80		38,1	
	Раундап	4,40		39,7	
	Баста	4,33		39,4	
	Реглон Супер	4,19		39,1	
Через 12 суток после молочно-тестообразного состояние зерна	Без обработки (к)	3,66		37,3	
	Вода (к)	3,74		37,5	
	Раундап	4,15		38,5	
	Баста	4,04		38,5	
	Реглон Супер	3,94		37,9	
НСР <sub>05</sub>	Главных эффектов		Частных различий		
	Фактор А	Фактор В	Фактор А	Фактор В	
Урожайность семян	0,05	0,06	0,12	0,13	
Масса 1000 семян	0,3	0,3	0,6	0,6	

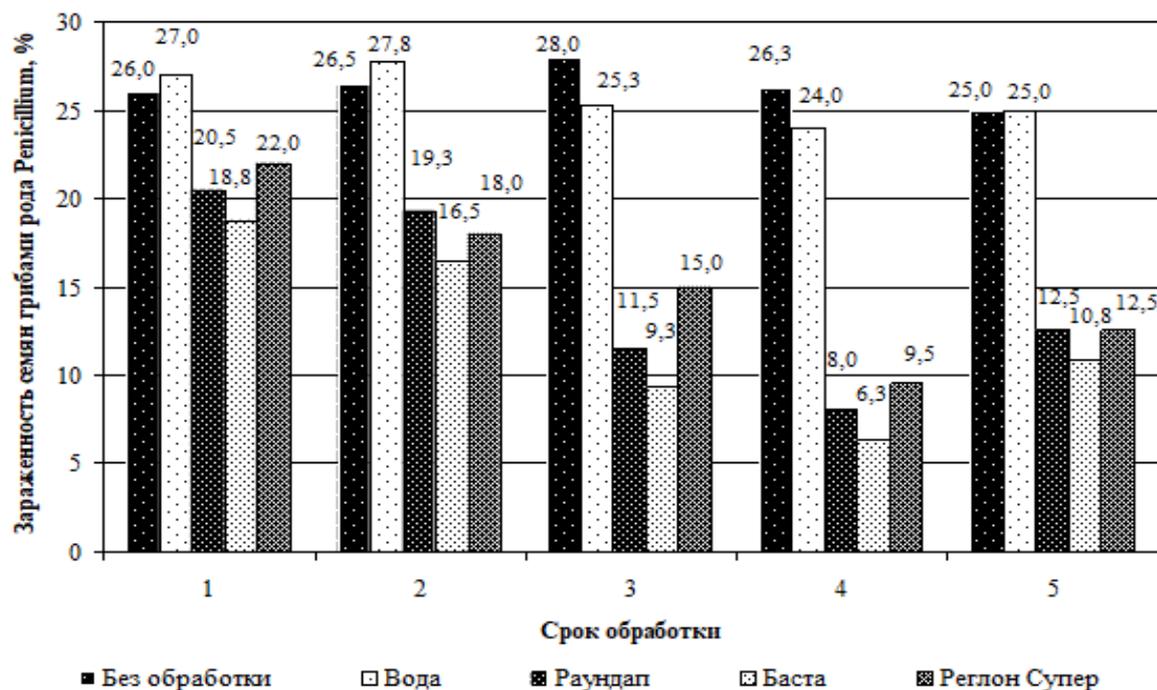


Рис. 1. Зараженность семян овса Яков грибами рода *Penicillium* при разных сроках обработки десикантами (2015 г.)

Сроки обработки: 1 – молочно-тестообразное состояние зерна ; 2 – через 3 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 3 – через 6 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 4 – через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 5 – через 12 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна

Обработка десикантами через 6 и 9 суток от молочно-тестообразного состояния зерна обеспечивала снижение зараженности семян овса до 15,0–6,3 % при НСР<sub>05</sub> главных эффектов по фактору В – 2,4 %. Отмечается высокая эффективность десикации препаратом Баста через 9 суток после молочно-тестообразного состояния зерна – зараженность составила 6,3 %. При десикации посевов в последний срок наблюдается незначительное увеличение до 10,8–12,5 % инфицированности семян данной болезнью.

Пораженность фузариозом в 2015 г по вариантам опыта была на уровне от 3,6 до 16,1 %. Изучаемые препараты содействовали снижению инфицированности семян в

урожае грибами рода *Fusarium* до 7,3–9,5 % (рис. 2).

Опрыскивание посевов овса десикантами в 2016 г. и 2017 г. не подействовало на зараженность семян грибами рода *Fusarium* и находилось в пределах 0,3–1,8 % и 0,3–1,3 % соответственно. В среднем за 2015–2017 гг. по вариантам опыта инфицированность семян фузариозом составила 1,5–6,1 %. Десиканты снизили на 2,2–3,1 % зараженность семян фузариозом в урожае по сравнению с данным показателем в необработанном варианте (НСР<sub>05</sub> гл. эф. фактора А – 0,7 %). Проведение десикации в более поздние сроки (в третьем, четвертом и в пятом вариантах) сокращала зараженность

семян на 1–1,6 % (НСР<sub>05</sub> гл. эф. фактора В – 0,7 %). Наименьшее содержание 1,5 % в семенах фузариевых грибов выявлено при

десикации Бастой в четвертом варианте, когда обработка посевов была проведена через девять суток после первой.

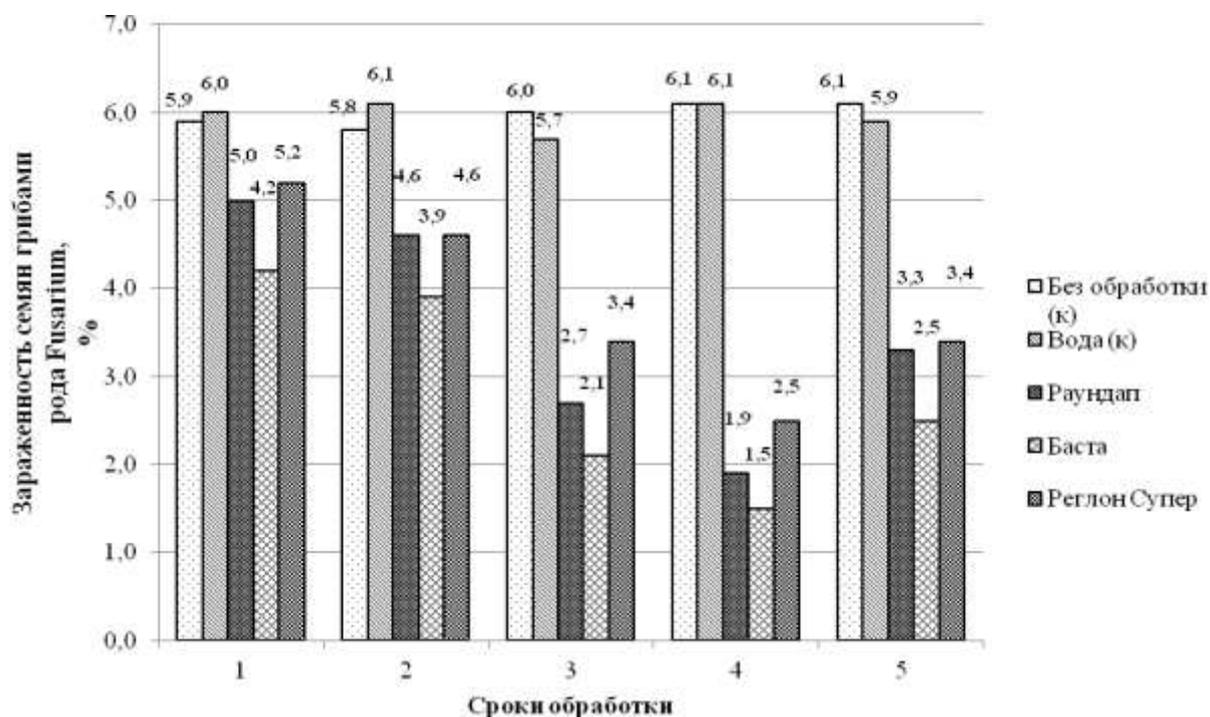


Рис. 2. Зараженность семян овса грибами рода *Fusarium*

при разных сроках обработки десикантами, % (среднее за 2015–2017 гг.)

Сроки обработки: 1 – молочно-тестообразное состояние зерна ; 2 – через 3 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 3 – через 6 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 4 – через 9 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна; 5 – через 12 суток после наступления молочно-тестообразного состояния зерна

Вегетационный период 2015 г. характеризовался влажной погодой к моменту уборки овса, что способствовало получению низкой лабораторной всхожести семян – 62–88 %, в урожае 2016 г. и 2017 г семена имели всхожесть 95–100 %. В среднем за 2015–2017 гг. лабораторная всхожесть семян по вариантам опыта варьировала в пределах от 85 до 75 % (табл. 2). Семена, полученные с вариантов опыта, где проводили опрыскивание посевов овса десикантами

Реглон Супер, Баста и Раундап, обладали на 4–6 % большей лабораторной всхожестью относительно лабораторной всхожести в первом варианте, где посеы не были обработаны (НСР<sub>05</sub> гл. эф. фактора А – 2 %). Наибольшая лабораторная всхожесть семян 94 % в урожае установлена при десикации посевов в четвертом варианте, где десикантами Раундап и Баста посеы были обработаны через девять суток после первой обработки.

Таблица 2

Лабораторная всхожесть семян овса в урожае при разных сроках обработки десикантами, %  
(среднее за 2015-2017 гг.)

Срок обработки (Фактор В)	Препарат (Фактор А)					Среднее по фактору В
	Без обработки (к)	Вода (к)	Раундап	Баста	Реглон Супер	
Молочно-тестообразное состояние зерна (контроль)	85	86	87	89	86	87
Через 3 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	86	87	87	89	89	88
Через 6 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	87	89	93	93	92	91
Через 9 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	87	89	94	94	93	92
Через 12 суток после молочно-тестообразного состояния зерна	86	89	92	93	93	91
Среднее по фактору А	86	88	91	92	90	–
НСР <sub>05</sub>	Главных эффектов			Частных различий		
Фактор А	2			4		
Фактор В	1			2		

**Выводы.** Овес посевной даже при неблагоприятных почвенно-климатических условиях может сформировать относительно высокую урожайность семян 3,32...4,40 т/га. Однако для повышения урожайности семян необходимо в производстве проводить десикацию посевов овса и использовать один из препаратов – Реглон Супер, Баста, Раундап. Оптимальный срок обработки посевов данными препаратами через девять суток после наступления

молочно-тестообразного состояния зерна. Более высокая урожайность 4,19–4,40 т/га в данном варианте сформировалась за счет массы 1000 штук семян (39,7–39,1 г). Применение изучаемых десикантов в данный срок способствовало снижению зараженности семян пенициллами до 9,5–6,3 % и фузариевыми грибами до 1,5–2,5 %; увеличению лабораторной всхожести до 94–93 % соответственно.

#### Литература

1. Баталова Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса // Достижение науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 10–13.
2. Ahmad A. Extraction and characterization of  $\beta$ -glucan from oat for industrial utilization / A. Ahmad, F. M. Anjum, T. Zahoor [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. 2010. № 46. Pp. 304–309.
3. Ballabio, C. Molecular characterization of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet / Ballabio, C. [et. all.] // J Cereal Sci. 2011. № 54. Pp. 110–115.
4. Gupta S., Abu-yhannam, N. Process optimization for the development of a functional beverage based on lactic acid fermentation of oats // Biochem Eng T. 2010. № 52. Pp. 199–204.
5. Zhang M. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran // J Cereal Sci. 2011. № 54. Pp. 98–103.

6. Фатыхов И. Ш., Корепанова Е. В. Научные основы системы земледелия Удмуртской Республики: практическое руководство в 4 кн. Кн. 1. Почвенно-климатические условия. Системы обработки почвы. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. 44 с.
7. Фатыхов И. Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография. Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2002. 385 с.
8. Колесникова В. Г., Иванова Е. А. Влияние сроков проведения десикации на урожайность и качество овса Гунтер // *Агрохимия в Предуралье: история и современность: Материалы Всероссийской научн.-практ. конференции, посвященной 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения*. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. С. 124–131.
9. Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш. Приемы ухода и уборки овса в Предуралье: монография. Ижевск: Изд-во ИжГСХА, 2003. 164 с.
10. Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Десикация яровых зерновых культур // *Доклады РАСХН*. 2014. № 6. С. 6–8.
11. Батуева И. В., Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Влияние срока уборки и десикации на урожайность и послеуборочное дозревание семян озимой пшеницы в Среднем Предуралье // *Известия Оренбургского ГАУ*. 2014. № 6 (50). С. 27–30.
12. Батуева И. В., Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Срок уборки и десикация озимых зерновых культур в Среднем Предуралье // *Аграрный вестник Урала*. 2014. № 10 (128). С. 10–13.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 194 с.
15. Яркова Н. Н. Сортовые особенности формирования урожайности и посевных качеств яровых зерновых культур в Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 2011. 19 с.

## REACTION OF OATS SOWN YAKOV TO DESICCATION CROP YIELD AND SEED QUALITY

**V. G. Kolesnikova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;

**T. I. Pechnikova**, Postgraduate Student,

Izhevsk State Agricultural Academy,

11, Studencheskaya St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russia, 426069

E-mail: kvg789@yandex.ru

### ABSTRACT

The article presents the results of a three-year study of desiccants and their treatment time on oat crops in the Udmurt Republic. Field studies were conducted on the experimental field Iyulskoe, laboratory analyses – in the laboratory of the Crop Production Department of Izhevsk State Agricultural Academy. We studied three desiccants – Roundup, Basta and Reglon Super, which are intended for use in oat crops. Crops were treated with these desiccants in different terms. In the first variant, the processing of crops was carried out when the grain humidity reached 32-36 %, in the next four variants the processing was carried out three days after the previous processing. According to weather conditions (the amount of precipitation and average daily air temperature) the vegetation periods were different in different years. The growing season of Yakov oats in 2015 was characterized by waterlogged (GTC = 1.4), 2016 – arid (GTC = 0.6) and 2017 – excessively humid (GTC = 4.3). During three-year studies on sod-podzolic me-

dium loam soil in the variant without desiccation, the yield of oats was 3.63 t / ha. In the variant where desiccation was carried out nine days after the first treatment, the yield increased to 4.19-4.40 t / ha. Data analysis shows that the studied desiccants when spraying crops in the variant nine days after the first treatment (with grain humidity of 32-36 %) contributed to the mass of 1000 seeds 39.7-39.1 g; reduced seed infection with *Penicillium* 2.1 – 3.2 % and *Fusarium* fungi 1.5 – 2.5 %; increase in laboratory germination of seeds by 94-93 %, respectively.

*Keywords: oats, desiccants, processing time, yield, seed mass, disease infestation, germination.*

#### References

1. Batalova G. A. Formirovaniya urozhaya i kachestva zerna ovsa (Crop formation and oat grain quality), *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*, 2010, No. 11, pp. 10–13.
2. Ahmad A. Extraction and characterization of  $\beta$ -glucan from oat for industrial utilization, A. Ahmad, F. M. Anjum, T. Zahoor [et al.], *International Journal of Biological Macromolecules*, 2010, No. 46, pp. 304–309.
3. Ballabio, C. Molecular characterization of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet, Ballabio, C. [et. all.], *J Cereal Sci.*, 2011, No. 54, pp. 110–115.
4. Gupta S., Abu-yhannam, N. Process optimization for the development of a functional beverage based on lactic acid fermentation of oats, *Biochem Eng T.*, 2010, No. 52, pp. 199–204.
5. Zhang M. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran, *J Cereal Sci.*, 2011, No. 54, pp. 98–103.
6. Fatykhov I. Sh., Korepanova E. V. Nauchnye osnovy sistemy zemledeliya Udmurtskoi Respubliki (Scientific foundations of the Udmurt Republic agriculture system), *prakticheskoe rukovodstvo v 4 kn.*, Kn. 1. Pochvenno-klimaticheskie usloviya. Sistemy obrabotki pochvy, Izhevsk, FGBOU VO Izhev-skaya GSKhA, 2015, 44 p.
7. Fatykhov I. Sh. Yachmen' yarovoi v adaptivnom zemledelii Srednego Predural'ya (Spring barley in adaptive agriculture of the Middle Urals), *monografiya*, Izhevsk Izd-vo IzhGSKhA, 2002, 385 p.
8. Kolesnikova V. G., Ivanova E. A. Vliyanie srokov provedeniya desikatsii na urozhainost' i kachestvo ovsa Gunter (Impact of desiccation dates on the yield and quality of Gunter oats), *Agrokimiya v Predural'e: istoriya i sovremennost': Materialy Vserossiiskoi nauchn.-prakt. konferentsii, posvyashchen-noi 55-letiyu kafedry agrokimii i pochvovedeniya*, Izhevsk, FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA, 2012, pp. 124–131.
9. Kolesnikova V. G., Fatykhov I. Sh. Priemy ukhoda i uborki ovsa v Predural'e (Oat care and cleaning techniques in the Urals), *monografiya*, Izhevsk, Izd-vo IzhGSKhA, 2003, 164 p.
10. Eliseev S. L., Yarkova N. N. Desikatsiya yarovykh zernovykh kul'tur (Desiccation of spring cereals), *Doklady RASKhN*, 2014, No. 6, pp. 6–8.
11. Batueva I. V., Eliseev S. L., Yarkova N. N. Vliyanie sroka uborki i desikatsii na urozhainost' i posleuborochnoe dozrevanie semyan ozimoi pshenitsy v Srednem Predural'e (Effect of harvesting and desiccation on harvest and post-harvest maturation of winter wheat seeds in the Middle Urals), *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2014, No. 6 (50), pp. 27–30.
12. Batueva I. V., Eliseev S. L., Yarkova N. N. Srok uborki i desikatsiya ozimyykh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'e (Harvesting period and desiccation of winter cereals in the Middle Urals), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2014, No. 10 (128), pp. 10–13.
13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment methodology (with basis of statistical processing of trace results)), M., Agropromizdat, 1985, 351 p.
14. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Method of state variety testing of crops), M., Kolos, 1989, 194 p.
15. Yarkova N. N. Sortovye osobennosti formirovaniya urozhainosti i posevnykh kachestv yarovykh zernovykh kul'tur v Predural'e (Varietal features of crop formation and sowing qualities of spring grain crops in the Urals), *avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk*, Perm', 2011, 19 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10028

УДК 633.13:005.336.3(470.53)

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПЛЁНЧАТЫХ И ГОЛОЗЁРНЫХ СОРТОВ ОВСА

**Н. М. Мудрых**, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

E-mail: nata020880@hotmail.com;

**Л. В. Бессонова**, ст. науч. сотр.;

**Р. И. Вяткина**, ст. науч. сотр.,

Пермский НИИСХ ПФИЦ УрО РАН,

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

E-mail: pniish@rambler.ru

*Аннотация.* В статье представлена оценка сортов овса по основным технологическим и биохимическим показателям качества зерна. Материалом служили одиннадцать плёнчатых сортов овса и один голозёрный. По урожайности изучаемые сорта можно разделить на три группы: более 4,5 т/га (Стиплер, Гармония), 3,5-4,5 (Улов, Дэнс, Тифон, Уралец, Тройка, Конкур, Спринт 2, Стайер) и менее 3,5 т/га (Владыка, Универсал 1). Размах варьирования массы 1000 зёрен 23,8-53,2 г. Наименьшая величина этого показателя отмечена у голозёрного сорта Владыка, наибольшая – у плёнчатого Гармония. Из кормовых сортов наиболее крупное зерно сформировалось у сорта Стайер. С низкой плёнчатостью выделены сорта Гармония (20,1-21,4 %) и Стиплер (22,1 %). Из фуражных сортов Универсал 1 отличился максимальным количеством плёнок (29,9-30,9 %). В зерне сортов Улов и Гармония содержание белка было наибольшим – 16,9-20,5 %. Голозёрный сорт Владыка не уступал по этому показателю плёнчатым (16,4- 18,8 %). Владыка, Уралец, Спринт 2 и Стайер выделены среди других сортов более высоким содержанием масла. Количество минеральных веществ, в зависимости от сорта, колеблется от 1,1 до 3,4 %. Наименьшая зольность отмечена у сорта Гармония (1,1-1,5 %). Диапазон изменчивости кислотности зерна овса 2,9-7,6 град. Повышенной кислотностью отличились сорта Тройка и Стайер. Биохимический анализ показал, что полученное зерно ценных по качеству сортов овса может быть использовано на переработку в крупу. Между технологическими и биохимическими показателями установлена корреляционная зависимость: значимая прямая связь массы 1000 зёрен с плёнчатостью ( $r = 0,66$ ) и отрицательная – с содержанием жира в зерне ( $r = -0,66$ ). Между плёнчатостью и количеством масла в зерне овса установлена существенная обратная зависимость ( $r = -0,69$ ).

*Ключевые слова:* масса 1000 зерен, плёнчатость, белок, жир, зольность, кислотность, продовольственное зерно.

**Введение.** С древних времен овес считается основной кормовой и фуражной культурой. Только в 80-х годах прошлого столетия его начали широко использовать в продовольственных целях для производства крупы, муки, хлопьев, толокна, кондитерских изделий, детского и диетического питания. Возросший спрос на высококачественное зерно овса возродил интерес к регулированию качества овса, и в том числе путем селекции [1-3]. Селекционные достижения в Российской Федерации вносят в Государственный реестр, который включает более 100 разнообразных сортов овса [4]. Создаваемые сорта отличаются технологическими и биохимическими показателями качества, что позволяет использовать зерно в разных направлениях [5-7]. Качественные характеристики зерна определяются не только генетическими параметрами, но и

условиями произрастания. Регулируемыми факторами, влияющими на качество, являются агротехнические приемы [8, 9]. При улучшении условий выращивания и состояния производственных посевов можно полностью удовлетворить внутренний спрос на продукцию, получаемую из овса [10, 11].

*Цель исследований* – оценить перспективы выращивания голозёрных сортов овса в Пермском крае и определить качество производимого зерна.

**Методика.** Исследования проведены в период с 2016 по 2018 гг. на одиннадцати сортах пленчатого и одном сорте голозерного овса, (табл. 1). Изучаемые сорта были разделены на две группы: ценные по качеству (Улов, Владыка, Тифон, Уралец, Стиплер, Дэнс, Тройка, Гармония) и кормовые (Универсал 1, Спринт 2, Конкур, Стайер).

Таблица 1

Характеристика сортов [4, 12-14]

Сорт	Разновидность	Продолжительность вегетационного периода, дней	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л
Улов	Mutica	82-89	3,79	33-35	439-533
Универсал 1	Mutica	75-98	3,08	36-38	485
Спринт 2	Aurea	74-94	3,92	35-43	420-580
Дэнс	Mutica	71-89	3,91	29-38	420-540
Конкур	Mutica	79-95	4,07	34-41	420-550
Стайер	Mutica	78-93	4,08	37-45	490-560
Тифон	Aurea	70-88	4,03	31-42	430-560
Владыка	Jnermis	73-89	3,26	21-32	520-670
Стиплер	Mutica	71-92	4,81	30-42	440-570
Уралец	Mutica	77-99	3,92	31-43	430-540
Тройка	Mutica	72-90	4,22	31-41	450-610
Гармония	Mutica	77-91	5,38	41-49	460-550

Владыка – единственный голозёрный сорт, который рекомендован для выращивания в крае. Весь овёс выращен на дерно-

во-подзолистой тяжелосуглинистой почве Пермского НИИСХ ПФИЦ УрО РАН (с. Лобаново, Пермский район). Агротехни-

ка общепринятая для края. Учёт урожайности проводили прямым методом. Метеорологические условия в годы исследования были неблагоприятными для роста и развития растений овса. Два года из трёх характеризовались избыточным увлажнением с недостатком тепла (ГТК = 2,1-2,3). В один год отмечена тёплая и засушливая погода (ГТК = 0,7). По урожайности изучаемые сорта можно разделить на три группы: более 4,5 т/га (Стиплер, Гармония), 3,5-4,5 (Улов, Дэнс, Тифон, Уралец, Тройка, Конкур, Спринт 2, Стайер) и менее 3,5 т/га (Владыка, Универсал 1). Качество зерна

овса определяли по технологическим (масса 1000 зёрен, плёнчатость) и биохимическим (влажность, массовая доля белка и жира, зольность, кислотность) показателям. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета анализа, который входит в Microsoft Excel и программы STATISTICA 8.

**Результаты.** В результате лабораторного анализа установлено, что за годы исследований варьирование массы 1000 зёрен среднее, коэффициент вариации составил 17 % (табл. 2).

Таблица 2

Технологические показатели качества зерна

Сорт	Масса 1000 зёрен, г	Плёнчатость, %
Улов	37,5±0,6*	28,9±0,3
Универсал 1	39,6±0,1	30,4±0,5
Спринт-2	42,1±0,6	27,5±0,8
Дэнс	41,4±2,2	25,1±0,1
Конкур	41,4±0,3	28,0±1,2
Стайер	44,6±1,2	29,2±0,9
Тифон	40,4±0,3	26,3±1,5
Владыка	23,8±0,0	0,0
Стиплер	34,7±0,3	22,1±0,0
Уралец	36,3±0,6	25,7±0,6
Тройка	40,8±0,6	28,2±0,2
Гармония	51,5±1,7	20,9±0,5

Примечание: \*здесь и далее отклонение от среднего при уровне надежности 0,05

Диапазон изменчивости массы 1000 зёрен у сортов, ценных по качеству, 23,8-53,2 г. Наименьшая величина этого показателя отмечена у голозёрного сорта Владыка (23,8 г), наибольшая – у сорта Гармония (49,2-53,2 г). Из кормовых сортов овса варьирование значений массы 1000 зёрен незначительное (V = 5 %). Более крупное зерно сформировалось у сорта Стайер (43,4-45,8 г).

Плёнчатость – важный показатель, оказывающий влияние на выход готовой продукции и её качество, а для использования

на корм животных – ещё и на переваримость. Варьирование этого признака значительное (V = 34 %) и зависит от сорта. Среди ценных по качеству можно выделить сорта Гармония и Стиплер, которые отличаются низкой плёнчатостью – 20,4-21,4 и 22,1 %. Из фуражных – зерно сорта Универсал 1 имело больше всего плёнок – 29,9-30,9 %.

Биохимический анализ показал, что полученное зерно ценных по качеству сортов овса может быть использовано на переработку в крупу (табл. 3).

Таблица 3

Биохимические показатели качества зерна (содержание на воздушно-сухое вещество, %)

Сорт	Влага	Белок	Жир	Зола	Кислотность, град
Улов	7,3±0,1	19,4±1,1	10,7±0,0	2,7±0,5	5,0±0,6
Универсал 1	7,4±0,0	15,1±1,1	9,5±0,0	2,5±0,6	4,0±0,0
Спринт 2	7,8±0,1	15,1±1,1	10,2±0,1	2,8±0,6	4,0±1,1
Дэнс	10,1±0,2	13,3±1,7	10,7±0,1	2,9±0,5	4,0±0,0
Конкур	7,7±0,1	15,1±1,6	8,7±0,1	2,4±0,5	6,0±0,0
Стайер	7,5±0,3	12,9±1,2	10,0±0,3	2,4±0,5	7,0±0,6
Тифон	7,8±0,1	10,8±1,7	10,0±0,0	2,7±0,4	5,0±0,6
Владыка	9,1±0,2	17,6±1,2	13,5±0,0	2,5±0,0	4,0±0,0
Стиплер	8,4±0,1	14,2±1,6	8,5±1,1	2,7±0,4	4,0±0,0
Уралец	4,7±0,4	14,7±0,5	11,2±1,2	2,1±0,4	5,0±0,6
Тройка	6,7±0,5	17,1±1,1	9,2±1,4	2,3±0,5	7,0±0,6
Гармония	11,4±1,4	18,0±1,1	9,2±0,7	1,3±0,2	4,0±1,0
Норма (не более): для крупы	12,5	–	–	–	6,0
для хлопьев	12,0	–	–	2,1	5,0

Всё зерно можно охарактеризовать как сухое, однако для переработки в крупу зерно сортов Дэнс и Гармония требуют дополнительной сушки. Варьирование значений содержания жира, белковых и минеральных веществ среднее, коэффициент вариации составил соответственно 15, 18 и 21 %. Улов и Гармония отличаются высоким содержанием белка, сорт Владыка по этому показателю занял промежуточное положение. Стайер несколько уступал по белку другим фуражным сортам. Количество жира как в сортах, ценных по качеству, так и кормовых изменяется в широком диапазоне – 7,4-13,5 %. Владыка, Уралец, Спринт 2 и Стайер выделились среди других сортов более высоким содержанием

масла. Количество минеральных веществ в зависимости от сорта колеблется от 1,1 до 3,4 %. Наименьшее количество отмечено у сорта Гармония (1,1-1,5 %). Диапазон изменчивости кислотности зерна овса 2,9-7,6 град. Повышенной кислотностью отличились сорта Тройка и Стайер.

Исследованиями А.В. Пасынкова и др. [15] установлены зависимости биохимических показателей зерна от технологических, что позволяет прогнозировать качество будущего продукта. Результаты вычисления коэффициентов парной корреляции между физическими и химическими показателями зерна представлены в таблице 4.

Таблица 4

Корреляционная взаимосвязь между технологическими и биохимическими показателями качества зерна ( $p < 0,05$ )

Показатели	Масса 1000 зёрен	Плёнчатость	Влага	Белок	Жир	Зола	Кислотность
Масса 1000 зёрен	1,00	<b>0,66*</b>	0,26	-0,13	<b>-0,66</b>	-0,45	0,22
Плёнчатость		1,00	-0,39	-0,29	<b>-0,69</b>	0,11	0,39
Влага			1,00	0,14	-0,03	-0,22	-0,47
Белок				1,00	0,20	-0,38	-0,09
Жир					1,00	0,16	-0,25
Зола						1,00	-0,08
Кислотность							1,00

Примечание: \* значимость коэффициентов статистически доказана.

Показана значимая прямая корреляционная связь массы 1000 зёрен с плёнчатостью и отрицательная – с содержанием жира в зерне. Между плёнчатостью и количеством масла в зерне овса установлена существенная обратная зависимость.

#### Выводы.

1. Из плёнчатых сортов для переработки в овсяную крупу рекомендуются все сорта, кроме Тройки, который содержит в зерне избыточное количество органических и минеральных кислот. Для переработки в

овсяные хлопья «Геркулес» можно использовать сорт Гармония. Голозёрный сорт Владык из-за повышенной зольности может быть рекомендован только для получения овсяной крупы.

2. Среди кормовых сортов по питательной ценности выделился сорт Спринт-2. На втором месте Универсал 1.

3. Оценивая перспективу возделывания голозерного овса в Пермском крае, можно сказать, что выращенное зерно не уступает плёнчатому овсу по качеству.

#### Литература

1. Баталова Г. А. Селекция голозерного овса, ценного по качеству зерна / Г. А. Баталова, С. Н. Шевченко, М. В. Тулякова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 5. С. 6-9.
2. Бессонова Л. В., Вяткина Р. И., Фомин Д. С., Неволлина К. Н. Агробиологическая оценка новых сортов овса в Пермском крае // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 56-58.
3. Djekic V. Effect of genotype and environment on spring barley and oats quality / V. Djekic, M. Staletic, J. Milivojevic [et all.] // Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012". Jahorina, 2012. Pp. 235-240.
4. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта культуры «Овес яровой» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/14.html> (дата обращения: 12.05.2020).
5. Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Лоскутов И. Г. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 38-41.
6. Boeck T. Nutritional properties of various oat and naked oat cultivars / T. Boeck, S. D'Amico, E. Zechner [et all.] // Journal of Land Management, Food and Environmen. 2018. Vol. 69 (4). Pp. 215-226.
7. Bothona C. R. A. Criteria to evaluate grain morphology for oat quality breeding / C. R. A. Bothona, S. C. K. Milach, G. H. Thome [et all.] // Ciencia Rural. 1999. Vol. 29 (4). Pp. 613-618.
8. Елисеев С. Л., Яркова Н. Н., Ашихмин Н. В. Влияние агротехнических приемов на лабораторную всхожесть и физические свойства семян овса // Пермский аграрный вестник. 2016. № 2 (14). С. 23-28.
9. May W., Mohr R. M., Lafond G. P., Stevenson F. C. Oat quality and yield as affected by kernel moisture at swathing // Canadian Journal of Plant Science. 2005. Vol. 85 (4). Pp. 839-846.
10. Мудрых Н. М. Перспективы выращивания продовольственного овса в Пермском крае // Земледелие. 2019. № 1. С. 43-44.
11. Полонский В. И. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности / В. И. Полонский, Н. А. Сурин, С. А. Герасимов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 6. С. 53-60.
12. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2016 году: статистический бюллетень. Пермь: Пермьстат, 2017. 195 с.
13. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2017 году: статистический бюллетень. Пермь: Пермьстат, 2018. 196 с.

14. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Пермского края в 2018 году: статистический бюллетень. Пермь: Пермьстат, 2019. 196 с.

15. Пасынков А. В. Взаимосвязи между основными показателями технологических качеств зерна пивоваренного ячменя и продовольственного овса при фракционировании / А. В. Пасынков, А. А. Завалин, Е. Н. Пасынкова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 5. С. 11-16.

## EVALUATION OF THE GRAIN QUALITY OF GLUMIFEROUS AND NAKED OAT VARIETIES

**N. M. Mudrykh**, Cand. Agr. Sci.,

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

E-mail: nata020880@hotmail.com

**L. V. Bessonova**, Senior Researcher,

**R. I. Vyatkina**, Senior Researcher,

Perm Agriculture Institute of Russian Academy

of Sciences PFIC UrB RAS,

12, Kultury Street, v. Lobanovo, Perm District, Permskiy Kray, Russia, 614532

E-mail: pniish@rambler.ru

### ABSTRACT

The article presents an assessment of the oat varieties recommended for cultivation in the territory Permskiy Kray according to the main technological and biochemical indicators of grain quality. The samples were taken from eleven glumiferous and one naked oat varieties. By yield, the studied varieties can be divided into three groups: more than 4.5 t/ha (Stipler, Garmoniya), 3.5-4.5 (Ulov, Dens, Tifon, Uralets, Troyka, Konkur, Sprint-2, Stayyer) and less than 3.5 t/ha (Vladyka, Universal 1). The range of variation in the mass of 1000 grains is 23.8-53.2 g. The lowest value of this indicator is noted in the naked oat variety Vladyka, the highest – in the glumiferous oat Garmoniya. In the forage varieties, the largest grain was formed in the Stayyer variety. With a low husk content, the varieties Garmoniya (20.1-21.4 %) and Stipler (22.1%) were distinguished. Of the forage varieties, the Universal 1 was distinguished by the maximum number of husks (29.9-30.9 %). In the grain of the Ulov and Garmoniya varieties, the protein content was the highest 16.9-20.5 %. The naked oat variety Vladyka was not inferior to the glumiferous varieties (16.4 - 18.8%). Vladyka, Uralets, Sprint-2 and Stayyer were distinguished by higher oil content among other varieties. The amount of mineral substances varies from 1.1 to 3.4% depending on the variety. The lowest ash content was observed in the Garmoniya variety (1.1-1.5 %). The range of variability of oat grain acidity is 2.9-7.6 deg. Troyka and Stayyer varieties were distinguished by their higher acidity. Biochemistry analysis showed that the resulting grain of high-quality oat varieties can be used for processing into cereals. A correlation was established between the technological and biochemical parameters: a significant direct relationship between the mass of 1000 grains with the hoodness ( $r = 0.66$ ) and a negative one – with

the fat content in the grain ( $r = -0.66$ ). There is a significant inverse relationship between the hoodness of a grain and the amount of oil in oat grain ( $r = -0.69$ ).

*Keywords: weight of 1000 grains, hoodness, protein, fat, ash, acidity, food grain.*

#### References

1. Batalova G. A. Seleksiya golozernogo ovsa, tsenного po kachestvu zerna (Breeding of naked oats having high-quality grain), G. A. Batalova, S. N. Shevchenko, M. V. Tulyakova [i dr.], Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka, 2016, No. 5, pp. 6-9.
2. Bessonova L. V., Vyatkina R. I., Fomin D. S., Nevolina K. N. Agrobiolo-gicheskaya otsenka novykh sortov ovsa v Permskom krae (Agrobiological evaluation of new varieties of oats in the Perm region), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018, No. 2 (70), pp. 56-58.
3. Djekic V. Effect of genotype and environment on spring barley and oats quality, V. Djekic, M. Staletic, J. Milivojevic [et al.], Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Jahorina, 2012, pp. 235-240.
4. Sorta rastenii, vkluchennyye v Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh do-stizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Sorta kul'tury «Oves yarovoi» (Plant varieties included in the State Register of selection achievements approved for use. Cultural varieties "Spring oats") [Elektronnyi resurs], Rezhim dostupa: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/14.html> (data obrashcheniya: 12.05.2020).
5. Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna u kolleksiionnykh obraz-tsov ovsa golozernogo v usloviyakh severnoi lesostepi (Biochemical indices of grain quality of the collective samples of naked oat under the conditions of northern forest-steppe), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2018, T. 32, No. 6, pp. 38-41.
6. Boeck T. Nutritional properties of various oat and naked oat cultivars, T. Boeck, S. D'Amico, E. Zechner [et al.], Journal of Land Management, Food and Environmen, 2018, Vol. 69 (4), pp. 215-226.
7. Bothona C. R. A. Criteria to evaluate grain morphology for oat quality breeding, C. R. A. Bothona, S. C. K. Milach, G. H. Thome [et al.], Ciencia Rural, 1999, Vol. 29 (4), pp. 613-618.
8. Eliseev S. L., Yarkova N. N., Ashikhmin N. V. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na laboratornuyu vskhozhest' i fizicheskie svoistva semyan ovsa (Influence of agrotechniques on oats seeds laboratory germination and physical properties), Permskii agrarnyi vestnik, 2016, No. 2 (14), pp. 23-28.
9. May W., Mohr R. M., Lafond G. P., Stevenson F. C. Oat quality and yield as affected by kernel moisture at swath-ing, Canadian Journal of Plant Science, 2005, Vol. 85 (4), pp. 839-846.
10. Mudrykh N. M. Perspektivy vyrashchivaniya prodovol'stvennogo ovsa v Permskom krae (Prospects of Growing of Food Oat in the Perm Krai), Zemledelie, 2019, No. 1, pp. 43-44.
11. Polonskii V. I. Izuchenie sortov ovsa (*Avena sativa* L.) razlichnogo geograficheskogo pro-iskhozhdeniya po kachestvu zerna i produktivnosti (The study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of various geographical origin on grain quality and productivity), V. I. Polonskii, N. A. Surin, S. A. Gerasimov [i dr.], Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii, 2019, T. 23, No. 6, pp. 53-60.
12. Posevnye ploshchadi i valovye sbory sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v kho-zyaistvakh vsekh kategorii Permskogo kraya v 2016 godu (Sown area and gross harvest of crops in farms of all categories of the Permskiy Krai in 2016), statisticheskii byulleten', Perm', Perm'stat, 2017, 195 p.
13. Posevnye ploshchadi i valovye sbory sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v kho-zyaistvakh vsekh kategorii Permskogo kraya v 2017 godu (Sown area and gross harvest of crops in farms of all categories of the Permskiy Krai in 2017), statisticheskii byulleten', Perm', Perm'stat, 2018, 196 p.
14. Posevnye ploshchadi i valovye sbory sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v kho-zyaistvakh vsekh kategorii Permskogo kraya v 2018 godu (Sown area and gross harvest of crops in farms of all categories of the Permskiy Krai in 2018), statisticheskii byulleten', Perm', Perm'stat, 2019, 196 p.
15. Pasyнков A. V. Vzaimosvyazi mezhdru osnovnymi pokazatelyami tekhnologicheskikh kachestv zerna pivovaren-nogo yachmenya i prodovol'stvennogo ovsa pri fraktsionirovani (Relationships between the main indicators of technological qualities of grain brewing barley and food oats at fractionalization), A. V. Pasyнков, A. A. Zavalin, E. N. Pasynkova [i dr.], Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka, 2019, No. 5, pp. 11-16.

---

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10018

УДК 633.853

## САФЛОР КРАСИЛЬНЫЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Н. В. Сафина**, научный сотрудник;

**Т. В. Кильянова**, старший научный сотрудник,

Ульяновский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН,

ул. Институтская, д. 19, п. Тимирязевский, Ульяновский район,

Ульяновская область, Россия, 433315

E-mail: nataliasafina83@mail.ru

*Аннотация.* Основной культурой производства маслосемян в районах Ульяновской области является подсолнечник. Однако с распространением опасного растения-паразита заразики, сельхозтоваропроизводители стали обращать внимание на другие перспективные культуры. Изменение климата в зоне Среднего Поволжья также побуждает к изучению и внедрению в производство высокоурожайных и засухоустойчивых масличных культур. Большой интерес вызвала такая культура, как сафлор красильный. Наиболее значимые аспекты данной работы – это определение способа посева культуры (рядовой, черзрядный, широкорядный), норм высева (400, 500, 600 и 700 тыс. шт. всхожих семян на гектар) и биологической эффективности современных агрохимикатов, которыми обрабатывались посеы в фазу бутонизации (амицид, бормолибден) для гарантированного маслосбора сафлора красильного. Исследования проведены на чернозёмных почвах Среднего Поволжья Ульяновской области в условиях умеренно-континентального климата в 2018-2019 гг. Установлено, что урожай семян сафлора красильного сорта Ершовский 4 во многом зависит от наличия почвенной влаги в фазу набухания и прорастания семян. Дефицит влаги в этот период в 2019 году спровоцировало развитие фузариоза, что пагубно сказалось на дальнейшем развитии культуры. Наибольший урожай отмечен на широкорядных посевах с нормой высева 400 тыс. шт./га всхожих семян, урожайность по годам составила 10,1-5,3 ц/га. Целесообразным является внесение агрохимикатов по вегетирующим растениям, прибавка урожая составила 8-19 % от контрольного варианта. Большой сбор масла с 1 гектара также отмечен при широкорядном способе посева с минимальной нормой высева и обработанным бормолибденом – 293-228 кг в 2018 году, 174-164 кг – в 2019 году. В итоге установлено, что посев сафлора сорта Ершовский 4 необходимо проводить широкорядным способом с шириной междурядий 60 см и нормой высева 400 тыс. шт./га всхожих семян, при обработке в фазу бутонизации агрохимикатом бормолибден в дозе 1,5 л/га.

*Ключевые слова:* сафлор красильный, агрохимикаты, урожайность, сбор масла, содержание жира.

**Введение.** Производство растительных масел – это важнейшее направление сельского хозяйства. Одной из основных культур по производству маслосемян на протяжении долгого времени считался подсолнечник. Увеличение площадей выращивания основных маслических культур нецелесообразно из-за фитосанитарных ограничений. Распространение заразики привело к сокращению урожайности и рентабельности производства подсолнечника [1].

Климатические условия Ульяновской области, расположенной в лесостепи Среднего Поволжья, благоприятны для выращивания многих основных культур. По причине резкого изменения климатических условий посевы в течение вегетации начинают испытывать нехватку влаги. В весенний период растения всё чаще испытывают дефицит почвенной влаги, а в летний период, когда растениям нужна комфортная погода, всё чаще выпадают ливневые дожди с понижением температур. Всё это приводит к низким, неустойчивым урожаям маслических культур, что экономически не выгодно для их широкого возделывания.

Выходом из сложившихся экстремальных условий являются подбор и исследования засухоустойчивых культур, способных максимально экономно использовать влагу и повысить рентабельность производства [2]. Одной из таких культур является сафлор красильный.

Сафлор относится к растениям раннего срока посева, так как хорошо переносит низкие температуры и предъявляет высокую потребность во влаге в период набухания и прорастания семян, а также в фазу ветвление – бутонизация, от этого зависит уровень урожайности сафлора [3].

Благодаря биологической особенности растения сафлора способны противостоять

многим неблагоприятным факторам окружающей среды. Устойчивость к засухе обеспечивает глубоко проникающая стержневая корневая система, которая проникает в более глубокие слои почвы и привлекает влагу в период почвенной засухи.

Растения имеют мясистые, грубые листья, а некоторые формы – длинные игловидные шипы. Эта ксерофитная вегетативная масса также создает высокую засухоустойчивость растений [4].

Возделыванием сафлора красильного занимаются во многих странах земного шара, в основном степной зоне и полупустыни. Средняя урожайность семян в Индии, в штатах США Калифорнии и Аризона достигает 1,0-1,2 т/га, в Мексике в среднем до 1,7 т/га [5-7]. При ранних сроках посева в конце апреля в засушливых условиях Волгоградской, Самарской, Саратовской, Астраханской областях средняя урожайность семян составляет 1,0-1,2 т/га, до 2,0 т/га при благоприятных условиях [2].

Семена сафлора содержат в больших количествах полувысыхающие высококачественные масла (до 60 % – в семенах, до 37 % – в плодах). Считается, что по сбалансированному составу ненасыщенных жиров, оно ценнее подсолнечного, а по вкусовым качествам не уступает подсолнечному маслу [8, 9].

К почвам сафлор нетребователен, может произрастать на малоплодородных почвах. Не переносит кислые и заболоченные участки. Возделывается сафлор как пропашная культура, максимальная урожайность достигается на полях с глубокой вспашкой почвы [8, 10].

Лучшие предшественники – озимые и ранние яровые зерновые культуры.

Однозначных рекомендаций по выбору способа посева и нормы высева семян нет.

Всё это необходимо корректировать непосредственно для почвенно-климатической зоны возделывания, от чего в дальнейшем будет зависеть фотосинтетическая деятельность посева [11]. Гербициды на посевах сафлора ещё не применяются. В основном рекомендуется применять почвенные гербициды в предпосевную культивацию [12]. При соблюдении оптимальных норм высева и способа посева сафлор обладает неплохой конкурентной способностью, подавляет и угнетает однолетние и многолетние сорняки [3].

В отличие от подсолнечника, от болезней и вредителей сафлор страдает меньше [13, 14].

Сафлор хорошо реагирует на внесение микроэлементов и регуляторов роста. Неплохо отзывается на внесение азотных и менее нуждается в фосфорных и калийных удобрениях [15].

Потенциал урожайности и экономической эффективности при интродукции сафлора красильного будет зависеть от грамотно подобранных к местным условиям приёмов и научно обоснованных технологий возделывания новой культуры.

*Цель проводимых исследований* заключалась в разработке адаптивной к местным условиям технологии возделывания сафлора, обеспечивающей наибольший сбор маслосемян.

В задачи исследований входило выделение оптимальных способов и нормы высева, а также влияния агрохимикатов на семенную продуктивность и качество семян сафлора.

**Методика.** Опыт заложен на базе Ульяновского НИИСХ в 2018-2019 гг. в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [16].

Почва участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика слоя почвы 0-30 см: содержание гумуса – 5,85-6,81 %, подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) – 19,4-20,2, обменного калия ( $K_2O$ ) – 3,1-4,2 мг на 100 г почвы (по Чирикову), рН = 5,8-6,1.

Опыт трехфакторный. Расположение делянок систематическое в трехкратной повторности. Учётная и посевная площадь делянки – 50 м<sup>2</sup>.

Схема опыта: фактор А – способ посева (обычный рядовой способ с шириной междурядий 15 см, чересрядный способ – 30 см, широкорядный способ – 60 см); фактор В – норма высева семян (400, 500, 600, 700 тыс. шт. всхожих семян на гектар); фактор С – применение агрохимикатов (бормолибден, амицид).

Обработка почвы – традиционная, заключающаяся в отвальной обработке, ранневесеннем бороновании, предпосевной культивации и послепосевном прикатывании с целью получения дружных всходов.

Предшествующая культура на участке – ячмень.

Посев проведен в ранний срок, в конце апреля, сеялкой СН-16.

Азотные удобрения вносили под предпосевную культивацию в день посева в дозе  $N_{30}$ .

Опрыскивание посевов агрохимикатами проводилось ранцевым опрыскивателем в фазе бутонизации в дозе 1,5 л/га бормолибдена, 0,4 л/га амицида. Контрольный вариант не обрабатывался.

Борьба с сорняками заключалась в проведении междурядной обработки на широкорядных посевах.

Уборка семян проведена комбайном «Сампо-500» способом прямого комбайнирования.

**Результаты.** Посев сафлора в 2018-2019 гг. проведен в конце апреля – начале мая. В 2018 году содержание продуктивной влаги в метровом слое на момент посева составило 118,4-129,9 мм. Этого было достаточно для дружного прорастания семян. В дальнейшем рост и развитие, а также процесс опыления растений сафлора протекали в более благоприятных погодных условиях. Вегетационный период в 2018 году составил 121 день, что соответствует сорту Ершовский 4.

Погодные условия 2019 года неблагоприятным образом сказались на развитии растений сафлора. В период посев – всходы содержание продуктивной влаги в метровом слое составило, в зависимости от способа посева, от 86,3-101,9 мм, при температурных значениях на 3-5°C выше средних многолетних. В этот момент произошло высыхание растений на корню, что вызвало распространение болезнетворных грибов рода *Fuzarium*. Дефицит влаги в почве усиливает агрессивность фузариоза, растения становятся более восприимчивыми к болезни, так как нарушается водный баланс [17].

Распространение болезни приближалось к трем баллам. Осадки в первой декаде июня сгладили сложившуюся ситуацию и приостановили распространение болезни. В дальнейшем благоприятные погодные условия способствовали работе пчёл-опылителей и образованию урожая семян. К периоду уборки растения всех способов посева подошли одновременно. Длина вегетационного периода в этот год составила 117 дней.

Немаловажный факт, что растения сафлора в период прорастания семян особо

нуждаются в содержании почвенной влаги. При её недостатке это отражается на урожайности маслосемян. Более благоприятные условия 2018 года позволили получить урожайность в среднем 7,5 ц/га. В то время как в 2019 году из-за нехватки влаги и повышенных температур, спровоцировавших корневую гниль и гибель растений на корню, урожайность в среднем составила 4,7 ц/га.

Наибольшей урожайностью маслосемян за два года возделывания сафлора отмечены варианты черезрядного и широкорядного посевов, со средней урожайностью по вариантам 8,0 и 4,8 ц/га при НСР<sub>05</sub> 0,4 и 0,2 ц/га. Самая низкая урожайность получена на рядовых способах посева, в среднем она составила 6,5 и 4,5 ц/га.

Анализ влияния агрохимикатов показал, что самая большая урожайность получена на вариантах с внесением бормолибдена в фазе бутонизации в дозе 1,5 л/га. Урожайность обработанных участков на 1,4-0,19 ц/га выше контрольного варианта. При внесении препарата амицид в дозе 400 г/га прибавка маслосемян составляет 0,2-0,05 ц/га.

Максимальная урожайность семян сафлора (10,1 - 5,3 ц/га) получена при посеве широкорядным способом с минимальной нормой высева 400-500 тыс./га и применением агрохимиката бормолибдена. Аналогичные результаты получены и на остальных способах посева. (табл. 1).

Для масличных культур не менее важными являются характерные качественные показатели – содержание жира в семенах (%) и сбор масла с 1 гектара (кг).

Таблица 1

Урожайность семян сафлора в зависимости от способа посева,  
нормы высева и обработки агрохимикатами

Способ посева и ширина междурядий	Обработка	Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Урожайность, ц/га		Средняя урожайность за два года, ц/га
			2018 г.	2019 г.	
Обычный рядовой посев (15 см)	Контроль (без обработки)	400	6,8	4,5	5,7
		500	6,4	4,5	5,5
		600	6,2	4,4	5,3
		700	5,1	4,4	4,8
	Бормолибден	400	6,4	4,5	5,5
		500	7,4	4,5	6,0
		600	6,2	4,6	5,4
		700	6,2	4,5	5,4
	Амицид	400	7,5	4,5	6,0
		500	6,3	4,4	5,4
		600	5,8	4,6	5,2
		700	6,1	4,6	5,4
Черезрядный посев (30 см)	Контроль (без обработки)	400	7,2	4,9	6,0
		500	7,5	4,6	6,0
		600	7,3	4,6	6,0
		700	5,8	4,7	5,3
	Бормолибден	400	9,2	5,0	7,1
		500	8,1	4,9	6,5
		600	7,2	4,8	6,0
		700	7,5	4,8	6,2
	Амицид	400	7,0	4,9	6,0
		500	6,9	4,9	6,0
		600	5,9	4,8	5,4
		700	6,4	4,8	6,0
Широкорядный посев (70 см)	Контроль (без обработки)	400	8,2	4,9	7,0
		500	7,5	4,7	6,0
		600	8,1	4,7	6,4
		700	8,2	4,8	6,5
	Бормолибден	400	10,1	5,3	7,7
		500	10,1	5,1	7,6
		600	9,8	4,9	7,4
		700	9,6	4,9	7,3
	Амицид	400	9,1	4,7	7,0
		500	9,0	4,7	6,9
		600	9,3	4,6	7,0
		700	9,0	4,6	6,8
НСР <sub>05</sub> гл. эфф. по фактору А			0,1	0,1	0,1
НСР <sub>05</sub> гл. эфф. по фактору В			0,1	0,1	0,1
НСР <sub>05</sub> гл. эфф. по фактору С			0,1	0,1	0,1
НСР <sub>05</sub> ч. разл. по фактору А			0,2	0,1	0,2
НСР <sub>05</sub> ч. разл. по фактору В			0,2	0,1	0,2
НСР <sub>05</sub> ч. разл. по фактору С			0,3	0,1	0,2

Высокое процентное содержание жира отмечено на широкорядном способе посева: в среднем 26,3 % в 2018 году и 29,3 % – в 2019 году. Содержание жира в семенах сафлора в вариантах, обработанных бормолибденом на 2,1-3,0 % выше необработанного контроля, превышение при обработке амицидом составило 0,7-1,8 %. Самое большое процентное содержание жира (29,1-28,4 % – в 2018 году и 32,8-32,0 % – в 2019 году) отмечено на широкорядных по-

севах с минимальной нормой высева 400-500 тыс. шт. на гектар.

В итоге наибольший выход масла с 1 гектара получен в вариантах с высокой урожайностью. Это варианты широкорядных посевов с нормой высева семян 400-500 тыс. шт. всхожих семян на гектар, обработанных бормолибденом. Сбор масла составил 293-228 кг/га в 2018 году и 174-164 кг/га – в 2019 году. Варианты, обработанные бормолибденом, превышают контроль на 42-19 кг/га (табл. 2).

Таблица 2

Качественные показатели маслосемян сафлора в зависимости от способа посева, нормы высева и обработки агрохимикатами

Способ посева и ширина междурядий	Обработка	Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Содержание жира в семенах, %			Сбор масла с 1 га, кг		
			2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
Обычный рядовой посев (15 см)	Контроль	400	22,5	22,5	22,5	153	101	127
		500	21,6	23,4	22,5	189	105	147
		600	20,9	22,1	21,5	129	98	114
		700	20,8	22,0	21,4	106	97	102
	Бормолибден	400	23,5	26,5	25,0	151	120	136
		500	23,5	27,0	25,3	174	121	148
		600	22,8	25,9	24,4	142	120	131
		700	22,7	25,7	24,2	142	116	129
	Амицид	400	22,8	25,7	24,3	171	116	144
		500	21,6	24,9	23,3	136	110	123
		600	20,8	24,0	22,4	120	111	116
		700	21,6	24,1	22,8	132	111	122
Черезрядный посев (30 см)	Контроль	400	24,6	27,9	26,3	177	137	157
		500	24,5	28,6	26,5	183	132	158
		600	24,5	27,5	26,0	178	127	153
		700	24,5	27,0	25,7	141	127	134
	Бормолибден	400	26,1	31,5	28,8	241	158	200
		500	26,0	30,2	28,1	212	148	180
		600	25,8	28,1	26,9	185	135	160
		700	25,0	28,0	26,5	188	135	162
	Амицид	400	25,2	29,9	27,5	176	147	162
		500	25,3	28,6	26,9	174	140	157
		500	25,0	27,8	26,4	148	134	141
		700	24,9	27,1	26,0	160	130	145
Широкорядный посев (70 см)	Контроль	400	25,1	28,1	26,6	206	138	172
		500	24,7	27,4	26,0	187	129	158
		600	24,5	27,0	25,7	198	127	163
		700	24,5	27,1	25,8	202	130	166
	Бормолибден	400	29,1	32,8	31,0	293	174	234
		500	28,4	32,0	30,2	288	164	226
		600	27,5	29,3	28,4	271	144	208
		700	27,5	28,7	28,1	265	141	203
	Амицид	400	26,7	31,6	29,1	242	149	196
		500	25,8	31,1	28,4	232	147	190
		600	25,7	29,0	27,3	188	133	161
		700	25,7	28,2	26,9	171	130	151

**Выводы.** Таким образом, исследования по изучению новой культуры на полях Ульяновской области показали:

1. На формирование урожая сафлора красильного в большей степени оказали влияние климатические условия. Переизбыток или недостаток влаги в определённой

фазе вегетации оказывает отрицательное влияние на урожайность культуры.

2. Наибольшую урожайность маслосемян сафлора до 10,1-5,3 ц/га, содержание и сбор масла обеспечили широкорядные посева с минимальной нормой высева 400 тыс./га и обработанные бормолибденом в фазе бутонизации.

#### Литература

1. Шевченко С. Н., Зубков В. В. Озимый рыжик и сафлор красильный «новые» масличные культуры // Агро-Пост. 2011. [Электронный ресурс]. URL:<http://agropost.ru> (дата обращения: 09.01.2011).
2. Болдырь Д. А., Сухарева Е. П. Технология возделывания сафлора красильного // Научно-агрономический журнал. 2013. № 2 (93). С. 23-26.
3. Мажаев Н. И. Продуктивность сафлора в зависимости от способа посева и нормы высева в условиях Саратовского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2014. 18 с.
4. Леус Т. В. Наследование колючек и формы обёртки у некоторых образцов сафлора красильного // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. 2012. Вып.15. С. 99-102.
5. Mahapatra J. C, Singh N. P., Yusuf M. Agronomic practices for sunflower // Indian Farming. 1975. № 25. Pp. 41-43.
6. Ashri A. Evaluation of the World Collection of safflower? *Cartamustinctorius* L. IV. Yield and yield components and their relationships // Crop Sc. 1974. Vol. 16. Pp. 799-802.
7. Obeso E. Nuevas Lineas de cartamo con las características de enanismo y precocidad // Agr. Tech. En. Mexico. 1975. № 10. Pp. 376-379.
8. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971. 384 с.
9. Темирбеков С. К. Сафлор как сидерат, предшественник и кормовая культура. Интродукция и особенности возделывания / С. К. Темирбеков, И. М. Куликов, Н. Э. Ионова [и др.] // Аграрное обозрение. 2014. № 5. С. 44-45.
10. Зубков В. В. Рекомендации по возделыванию перспективных масличных культур озимого рыжика и сафлора красильного. Самара: ОГУ Самара АРИС, 2012. 19 с.
11. Богосорьянская Л. В. Совершенствование технологии возделывания сафлора красильного при капельном орошении в условиях Северного Прикаспия: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Астрахань, 2009. 22 с.
12. Конопля Н., Курдюкова О., Жердева Е. Особенности выращивания сафлора и защита посевов от сорняков // Главный агроном. 2013. № 12. С. 32-33.
13. Шахмедов И. Ш., Зволинский В. П., Костыренко Е. И., Кузнецова И. В. Рекомендации по возделыванию сафлора в Астраханской области // Высокие технологии в аграрном комплексе. М.: Изд-во «Современные тетради», 2002. С. 371-373.
14. Rollier M. Etude de la productivite de la Variete Cresor // Inform techn, 1976. № 52. Pp. 1-12.
15. Минкевич И. А., Борковский В. Е. Масличные культуры. М.: Сельхозгиз, 1952. 580 с.
16. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, 1987. 197 с.
17. Торопова Е. Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2005. 43 с.

**SAFFLOWER IN THE MIDDLE VOLGA REGION**

**N. V. Safina**, Research Associate,

**T. V. Kilyanova**, Senior Research Associate

Ulyanovsk Agricultural Research Institute –

Branch of SamSC Russian Academy of Sciences,

19, Institutskaya St., Timiryazevsky Village, Ulyanovsky District,

Ulyanovskaya Oblast, Russia, 433315

E-mail: nataliasafina83@mail.ru

**ABSTRACT**

The main crop of seed oil production in the districts of the Ulyanovskaya Oblast is sunflower. However, with the spread of the dangerous parasitic plant broomrape agricultural producers began to pay attention to other promising crops. Climate change in the Middle Volga region also encourages the study and introduction of high-yielding and drought-resistant oilseed crops into production. Great interest was aroused in such a culture as safflower. The most significant aspects of this work are the determination of the method of culture seeding (ordinary, cross-row, wide-row), seeding rates (400, 500, 600 and 700 thousand units of germinating seeds per hectare) and the biological efficiency of modern agrochemicals that were used to treat crops during the budding phase (amicide, boron-molybdenum) for guaranteed harvesting of safflower. The research was conducted on Chernozem soils of the Middle Volga region of the Ulyanovskaya Oblast in a moderate continental climate in 2018-2019. It was found that the yield of safflower seeds of the Yershovsky 4 variety depends largely on the presence of soil moisture in the phase of swelling and germination of seeds. The lack of moisture during this period in 2019 provoked the development of fusariosis, which adversely affected the further development of the culture. The highest yield was recorded on wide-row crops with a seeding rate of 400 thousand pcs / ha of germinated seeds, the yield for years was 10.1-5.3 t / ha. It is advisable to introduce agrochemicals for growing plants, the yield increase was 8-19% of the control variant. A larger oil harvest per 1 hectare was also observed in the wide-row method of seeding with a minimum seeding rate of boron-treated molybdenum – 293-228 kg in 2018, 174-164 kg in 2019. As a result, it was found that the sowing of safflower variety Yershovsky 4 should be carried out in a wide-row method with a row width of 60 cm and a seeding rate of 400 thousand pcs / ha of germinating seeds, when treated with the agrochemical boron-molybdenum in the budding phase at a dose of 1.5 l / ha.

*Keywords: safflower, agrochemicals, yields, yield of oil, the fat content.*

**References**

1. Shevchenko S. N., Zubkov V. V. Ozimiy ryzhik i saflor krasil'nyi «novye» maslichnye kul'tury (Winter camelina and safflower – "new" oilseeds), AgroPost, 2011, [Elektronnyi resurs], URL:<http://agropost.ru> (data obrashcheniya: 09.01.2011).
2. Boldyr' D. A., Sukhareva E. P. Tekhnologiya vzdelyvaniya saflora krasil'nogo (Technology of cultivation of safflower), Nauchno-agronomicheskii zhurnal, 2013, No. 2 (93), pp. 23-26.
3. Mazhaev N. I. Produktivnost' saflora v zavisimosti ot sposoba poseva i normy vyseva v usloviyakh Saratovskogo Zavolzh'ya (Productivity of safflower depending on the method of seeding and the seeding rate in the conditions of the Saratov Zavolzh'ye), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Saratov, 2014, 18 p.
4. Leus T. V. Nasledovanie kolyuchek i formy obertki u nekotorykh obraztsov saflora krasil'nogo (Inheritance of prickles and wrapper forms in certain samples of safflower), Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo universiteta im. V. N. Karazina, 2012, Vyp. 15, pp. 99-102.

5. Mahapatra J. C., Singkh N. P., Yusuf M. Agronomic practices for sunflower, Indian Farming, 1975, No. 25, pp. 41-43.
6. Ashri A. Evaluation of the World Collection of safflower? *Cartamustinctorius* L. IV. Yield and yield components and their relationships, Crop Sc., 1974, Vol. 16, pp. 799-802.
7. Obeso E. Nuevas Lineas de cartamo con las características de enanismo y precocidad, Agr. Tech. En. Mexico, 1975, No. 10, pp. 376-379.
8. Zhukovskii P. M. Kul'turnye rasteniya i ikh sorodichi (Cultural plants and their relatives), L., Kolos, 1971, 384 p.
9. Temirbekov S. K. Saflor kak siderat, predshestvennik i kormovaya kul'tura. Introduktsiya i osobennosti vozde-lyvaniya (Safflower as a siderate, precursor and forage culture. Introduction and features of cultivation), S. K. Temirbekov, I. M. Kulikov, N. E. Ionova [i dr.], Agrarnoe obozrenie, 2014, No. 5, pp. 44-45.
10. Zubkov V. V. Rekomendatsii po vozde-lyvaniyu perspektivnykh maslichnykh kul'tur ozimogo ryzhika i saflora krasil'nogo (Recommendations for the cultivation of promising oilseed crops of winter ginger and safflower), Samara, OGU Samara ARIS, 2012, 19 p.
11. Bogosor'yanskaya L. V. Sovershenstvovanie tekhnologii vozde-lyvaniya saflora krasil'nogo pri kapel'nom oroshenii v usloviyakh Severnogo Priskaspiya (Improving the technology of cultivation of safflower under drip irrigation in the condi-tions of the Northern Caspian sea), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Astrakhan', 2009, 22 p.
12. Konoplya N., Kurdyukova O., Zherdeva E. Osobennosti vyrashchivaniya saflora i zashchita posevov ot sornyakov (Features of growing safflower and protection of crops from weeds), Glavnyi agronom, 2013, No. 12, pp. 32-33.
13. Shakhmedov I. Sh., Zvolinskii V. P., Kostyrenko E. I., Kuznetsova I. V. Rekomendatsii po vozde-lyvaniyu saflora v Astrakhanskoj oblasti (Recommendations for the cultivation of safflower in the Astrakhan oblast), Vysokie tekhnologii v agrarnom komplekse, M., Izd-vo "Sovremennye tetradi", 2002, pp. 371-373.
14. Rollier M. Etude de la productivite de la Variete Cresor, Inform techn, 1976, No. 52, pp. 1-12.
15. Minkevich I. A., Borkovskii V. E. Maslichnye kul'tury (Oilseed crops), M., Sel'khozgiz, 1952, 580 p.
16. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami (Guidelines for conducting field experiments with forage crops), Moskva, VNIi kormov imeni V. R. Vil'yamsa, 1987, 197 p.
17. Toropova E. Yu. Ekologicheskie osnovy zashchity rastenii ot boleznei v Sibiri (Ecological bases of plant protection from diseases in Siberia), avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk, Novosibirsk, 2005, 43 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10024

УДК:632.952:633.111.1:632.4.01

## **РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА БАЖЕНКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**О. М. Снигирева**, аспирант;

**Ю. Е. Ведерников**, канд. с.-х. наук,

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

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

E-mail: snigireva\_olga@mail.ru

*Аннотация.* Вопрос о необходимости ресурсосбережения и экологизации производ-ства сельскохозяйственной продукции требует создания и применения усовершенство-ванных технологий защиты растений пшеницы, посевы которой ежегодно поражаются корневыми гнилями, септориозом и другими грибными и бактериальными болезнями. При

отсутствии эпифитотий в качестве альтернативы химическим веществам использование биопрепаратов является одним из методов обеспечения агроэкологической устойчивости полевых культур, повышения урожайности и получения биологически здоровой продукции. В ходе проведенных исследований изучили действие новых регуляторов роста Эмистим, Р и Альбит, ТПС на развитие грибных болезней яровой пшеницы среднераннего сорта Баженка в агроклиматических условиях Кировской области. Условия весенне-летней вегетации, сложившиеся в 2015-2017 гг., были различны по температурному режиму и влагообеспеченности. Протравливание зерновых культур защищает посевы от корневой гнили только в первую половину вегетации, во второй болезнь вновь проявляется. Снижение развития болезни произошло лишь в вариантах при обработке семян регуляторами роста в чистом виде. Обработка семян баковыми смесями оказалась менее эффективной. Просматривается тенденция, при которой изучаемые пестициды наиболее высокую биологическую эффективность проявляют по отношению к корневым инфекциям, чем к листовым пятнистостям. В целом выявлено более сильное повреждение листовыми болезнями в избыточно увлажненные годы 2015 и 2017 по сравнению с засушливым 2016 годом. В среднем за годы исследований наибольшее снижение болезни в сравнении с контролем отмечено в варианте с обеззараживанием семян (ОС) препаратами Бункер, ВСК + Эмистим, Р и обработкой посевов (ОП) Эмистим, Р, а также в варианте ОС Бункер, ВСК, ОС + ОП Альбит, ТПС.

*Ключевые слова:* яровая пшеница, регулятор роста, корневая гниль, септориоз.

**Введение.** Важной целью продовольственной безопасности России является устойчивое обеспечение населения страны высококачественной сельскохозяйственной продукцией, кормами – животноводство и сырьем – перерабатывающую отрасль. В реализации этой задачи важнейшая роль отводится производству продовольственного и фуражного зерна яровой мягкой пшеницы, занимающей лидирующее место в мире по посевным площадям и валовому сбору зерна.

В Кировской области посевные площади яровой пшеницы имеют тенденцию к уменьшению, в 2019 году они составили 45 тыс. га. В этой ситуации есть много причин. Несмотря на то что, климат Кировской области умеренно-континентальный с продолжительной, многоснежной и холодной зимой и умеренно теплым летом [1], он в целом, соответствует агробиотическим требованиям зерновых культур к условиям

произрастания и достаточно благоприятен для их возделывания на семена, продовольственные и фуражные цели [2].

Как отмечает Е. В. Смоленцева [3], на уменьшение валового сбора сельскохозяйственных культур наибольшее влияние оказывает совокупное действие низкого естественного плодородия почвы области, уменьшение объемов внесения минеральных удобрений, недостаточное применение средств защиты растений, нарушение агротехнических требований при их воздействии.

Вопрос о необходимости ресурсосбережения и экологизации производства сельскохозяйственной продукции требует создания и применения усовершенствованных технологий защиты растений пшеницы, посевы которой ежегодно поражаются корневыми гнилями, септориозом, темно-бурой пятнистостью и другими грибными и бактериальными болезнями. В настоящее вре-

мя в интегрированных способах защиты культуры существенная роль принадлежит химическим средствам [4]. Однако при отсутствии эпифитотий в качестве альтернативы химическим веществам использование биопрепаратов на основе разных действующих веществ является одним из методов обеспечения агроэкологической устойчивости полевых культур, повышения урожайности и получения биологически здоровой продукции. Роль биопрепаратов усиливается в связи с тем, что при протравливании семян химическими протравителями часто возникает снижение посевных качеств вследствие токсикации меристемных клеток [5-7]. В производственных условиях апробированы многочисленные схемы защиты пшеницы, позволяющие снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду [8-11]. При правильном применении регуляторы роста и пестициды биологического происхождения оказывают эффективное воздействие на защиту пшеницы от ряда болезней. Для сдерживания возбудителей инфекций в почве и семенах эти препараты можно использовать в предпосевном протравливании семян, а также при обработке растений в период вегетации для защиты от листостебельных болезней и болезней колоса. Указанные пестициды уступают новым химическим препаратам по технической (биологической) хозяйственной эффективности, однако имеют невысокую стоимость, вследствие чего часто почти не отличаются от них по экономической эффективности. Биопестициды и регуляторы роста растений следует применять в условиях, когда не ожидается эпифитотийного развития болезней и на полях с относительно низкой продуктивностью зерновых культур [12, 13].

При этом фунгицидное влияние регуляторов роста и развития растений, обладаю-

щих высокой биологической эффективностью и позволяющих снизить биотический стресс растений, изучено недостаточно, особенно в условиях региональной динамики климатических факторов.

*Цель исследований:* изучить действие новых регуляторов роста на развитие грибных болезней яровой пшеницы среднераннего сорта Баженка в агроклиматических условиях Кировской области.

**Методика.** Исследования выполнены в 2015-2017 гг. в отделе семеноводства ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Предшественник – чистый пар. Площадь делянки – 1,8 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное внутри повторения, первое повторение – с систематическим расположением. Делянок в опыте – 144 шт., учетная площадь делянки 1 м<sup>2</sup>.

Для предпосевного обеззараживания семян (ОС) в опыте применяли системный химический фунгицид Бункер, ВСК (дифеноконазол 30 г/л + ципроконазол 6,3 г/л) в дозе 1 л/т, препарат использовали как в чистом виде, так и в составе баковых смесей; биологические регуляторы роста: Эмистим, Р (0,01 г/л продуктов метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*) и Альбит, ТПС (биофунгицид, антистрессант) в рекомендуемых нормах применения. Для обработки посевов (ОП) использовали регуляторы роста Эмистим, Р и Альбит, ТПС в вариантах с предварительной обработкой семян и без их обработки.

Наблюдения и учеты проведены в соответствии с «Методическими указаниями...». Для оценки пораженности болезнями использовали общепринятые методики [14, 15]. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета про-

грамм AGROS 2.07 и табличного процессора Microsoft Office Excel 2007.

На проявление грибных болезней значительное влияние оказывали условия среды: температурный режим и влагообеспеченность. В 2015 году погода варьировала от теплой до жаркой, с частыми, иногда обильными дождями. По уровню гидротермического коэффициента в период “всходы-восковая спелость” (ГТК=1,30) год характеризовался как достаточно увлажненный. 2016 год отличался теплой и сухой погодой, с отсутствием осадков в первой половине вегетации и большим объемом дождей во второй ее половине (ГТК=1,05). 2017 год характеризовался пониженным тепловым режимом в течение всей вегетации, с частыми, обильными осадками (ГТК=1,74), что привело к растягиванию вегетационного периода, и негативно сказалось на онтогенезе растений пшеницы.

**Результаты.** В Кировской области этиология корневых гнилей пшеницы чаще всего фузариозная (*Fusarium culmorum*, *F. sporotrichioides*, *F. oxysporum*). Нарастание корневой гнили происходит в течение всего вегетационного периода. Это одна из наиболее распространенных болезней яровой пшеницы [16]. Наибольшую роль на

развитие и вредоносность болезни оказывают агроклиматические условия на протяжении вегетационного периода: температура и влажность почвы, обеспеченность растений влагой в период «кущение-колошение», физиологическое состояние растений пшеницы. Выявлена отрицательная корреляция между развитием болезни и температурой ( $r = -0,48$ ) и положительная – между развитием болезни и осадками ( $r = 0,50$ ). Несмотря на применяемые препараты, изменчивость (V, %) степени поражения корневой гнилью в опытных вариантах в годы исследований была значительной и составила  $V = 56,4 - 173,2\%$  (кущение),  $V = 44,5 - 110,6\%$  (восковая спелость).

Наиболее сильное проявление корневых гнилей в фазу кущения отмечено в 2017 году, однако к фазе восковой спелости произошло снижение поражения (табл. 1). В 2015 и 2016 гг. наблюдалась обратная тенденция.

Степень поражения корневой гнилью в контрольном варианте в фазу кущения составила в среднем 43,2 %, что выше опытных вариантов на 9,0-39,5%. Однако к концу вегетации фунгицидное влияние препаратов снижалось, степень и состояние признака в опытных вариантах нивелировались.

Таблица 1

Поражение корневой гнилью яровой пшеницы Баженка, %

Вариант	Кущение					Восковая спелость				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	V, %	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	V, %
Контроль	19,6	50	60	43,2	48,7	43	33,4	9,8	28,7	59,5
ОС Бункер, ВСК	11,1	0	0	3,7	173,2	46,9	32,1	0	26,3	91,0
ОС Эмистим Р	12,7	40	50	34,2	56,4	50,4	18,7	0	23,0	110,6
ОС Альбит, ТПС	15,9	20	60	32,0	76,2	31,3	15,5	5,6	17,5	74,2
ОС Бункер, ВСК + Эмистим Р	8,6	0	30	12,9	120,1	33,3	38	12,2	27,8	49,4
ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС	6,8	0	20	8,9	113,8	36,8	34,8	13,9	28,5	44,5
Среднее по годам	12,5	18,3	36,7			40,3	28,8	6,9		
НСР <sub>0,5</sub>	5,9	15,2	9,9			6,1	10,1	2,5		

Протравливание семян изучаемыми препаратами преимущественно достоверно уменьшало развитие корневых гнилей в начале онтогенеза. Наиболее значимый эффект отмечали в вариантах ОС Бункер, ВСК и ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС, где состояние признака было 3,7 и 8,9 %.

Выявлено, что эффект действующих веществ протравителей проявляется в основном в первой половине вегетации растений. Анализ корневой системы в фазу восковой спелости показал, что некоторое снижение развития болезни произошло лишь в вариантах ОС Эмистим, Р (23,0 %) и ОС Альбит, ТПС (17,5 %). Обработка семян

баковой смесью этих препаратов с фунгицидом Бункер, ВСК оказалась менее эффективной.

В среднем за годы исследований в фазу кушения высокая биологическая эффективность получена в вариантах с препаратом Бункер, ВСК как в чистом виде, так и в смеси с регуляторами роста, которая составила 68,7-81,0 % (табл. 2). В фазу восковой спелости биологическую эффективность на уровне – 41,2 и 48,0 % проявили регуляторы роста, обладающие вероятно длительным пролонгированным действием при использовании в чистом виде.

Таблица 2

Биологическая эффективность препаратов, %

Вариант	Кушение				Восковая спелость			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
ОС Бункер, ВСК	43,0	100	100	81,0	0	3,9	100	36,6
ОС Эмистим Р	35,0	20	16,6	23,9	0	44,0	100	48,0
ОС Альбит, ТПС	18,9	60	0	26,3	27,2	53,6	42,8	41,2
ОС Бункер, ВСК + Эмистим Р	56,1	100	50	68,7	22,5	0	0	7,5
ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС	65,0	100	66,6	77,2	14,4	0	0	4,8
НСР <sub>0,5</sub>	12,9	0,07	0,12		11,4	1,26	1,13	

Кроме корневых гнилей пшеница в Кировской области часто поражается септориозом. При сильном развитии болезни недобор урожая может достигать 15-20 % [17]. Отрицательный эффект септориоза проявляется в снижении эффективности фотосинтеза растений и усилении их дыхания, в результате чего за счет уменьшения массы зерна и его всхожести снижается урожайность. Кроме этого, поражение пшеницы септориозом приводит к ухудшению хлебопекарных качеств зерна, выход муки из

зерна пораженных растений не превышает 60 % [4].

Более сильное поражение пшеницы септориозом выявлено в наиболее увлажненные 2015 и 2017 годы по сравнению с засушливым 2016 годом (табл. 3). Установлена достоверная корреляция между развитием септориоза, температурой и осадками ( $r=0,87$ ,  $r=0,56$  соответственно). Степень поражения септориозом в опытных вариантах значительно варьировала по годам при коэффициенте вариации в среднем  $V=28,1-65,6$  %.

## Динамика развития септориоза у яровой пшеницы Баженка при применении биопрепаратов

Вариант	Степень поражения, %					Урожайность, ц/га			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	V, %	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
1	26,0	11,0	20,5	19,2	39,6	45,4	14,5	30,3	30,1
2	25,8	6,8	16,5	16,4	58,0	47,9	19	35	34,0
3	26,3	9,0	18,3	17,9	48,5	51,5	19,3	34,4	35,1
4	28,3	6,8	19,8	18,3	59,2	53,2	19,3	31,5	34,7
5	28,3	10,0	20,5	19,6	46,9	54,2	17,7	35,5	35,8
6	27,0	7,9	22,5	19,1	52,2	55,4	14,7	30,9	33,7
7	29,8	8,3	19,5	19,2	56,0	46,5	16,1	27,3	30,0
8	29,0	5,6	19,1	17,9	65,6	45,3	18,6	31,9	31,9
9	21,5	12,1	19,8	17,8	28,1	42	16,8	33,7	30,8
10	21,0	10,0	19,7	16,9	35,6	52,5	20,7	35,7	36,3
11	19,3	8,9	20,9	16,4	39,8	56,9	18	28,5	34,5
12	24,3	10,0	18,3	19,2	41,0	53,1	22,2	31,3	35,5
Среднее	25,7	8,9	19,6			50,33	18,08	32,17	
НСР <sub>0,5</sub>	6,3	2,3	2,7			6,2	1,7	4,7	

Примечание: 1(К) – контроль – семена без обработки, посевы без обработки, 2 – ОС Бункер, ВСК, 3 – ОС Эмистим, Р, 4 – ОС Альбит, ТПС, 5 – ОС Бункер, ВСК + Эмистим, Р, 6 – ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС, 7 – ОП Эмистим, Р, 8 – ОП Альбит, ТПС, 9 – ОС и ОП Эмистим, Р, 10 – ОС и ОП Альбит, ТПС, 11 – ОС Бункер, ВСК + Эмистим, Р, ОП Эмистим, Р, 12 – ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС, ОП Альбит, ТПС.

Так, в 2015 году достоверное по отношению к контролю снижение септориоза отмечали в варианте с обеззараживанием семян смесью биопрепарата Эмистим, Р с фунгицидом Бункер, ВСК и последующей обработкой посевов биопрепаратом. В 2016 году почти во всех вариантах наблюдали снижение болезни, кроме обработки семян и посевов биологическим препаратом Эмистим, Р. Достоверное снижение болезни отмечено в вариантах ОС Бункер, ВСК; ОС Альбит, ТПС; ОС Бункер, ВСК + Альбит, ТПС; ОП Эмистим, Р и ОП Альбит, ТПС. Проявление болезни в опытных вариантах 2017 г было на уровне контроля. Достоверное снижение болезни отмечено только при обработке семян химическим протравителем Бункер, ВСК. В среднем за годы исследований наибольшее снижение болезни отмечено в вариантах ОС Бункер, ВСК + Эмистим, Р + ОП Эмистим, Р; ОС Бункер,

ВСК, ОС + ОП Альбит, ТПС. Степень поражения пшеницы септориозом в этих вариантах составила 16,4-16,9 %, при состоянии признака на контроле – 19,2 %.

Применение регуляторов роста положительно сказалось на урожайности пшеницы. Увеличение произошло во всех вариантах опыта. Наиболее урожайными были 2015 и 2017 гг. по сравнению с 2016 г. В ходе корреляционного анализа обнаружена слабая отрицательная связь между урожайностью и корневой гнилью ( $r=-0,21$ ). Связь между септориозом и урожайностью низкая отрицательная ( $r$  от -0,13 до -0,36).

**Выводы.** На усиление развития фитопатогенов и на повышение восприимчивости пшеницы к болезням влияют стрессовые абиотические факторы.

Протравливание зерновых культур защищает посеы от корневой гнили только в первую половину вегетации, во второй бо-

лезнь вновь проявляется, и степень поражённости достигает прежних значений. Снижение развития болезни произошло лишь в вариантах при обработке семян регуляторами роста в чистом виде. Обработка семян баковыми смесями оказалась менее эффективной. Необходимо создавать новые сорта для Кировской области с генетической устойчивостью к корневым гнилям.

Просматривается тенденция, при которой изучаемые регуляторы роста наиболее высокую биологическую эффективность

проявляют по отношению к корневым инфекциям, чем к листовым пятнистостям.

В целом выявлено более сильное повреждение листовыми болезнями в избыточно увлажненные годы 2015 и 2017 по сравнению с засушливым 2016 годом. В среднем за годы исследований наибольшее снижение болезни в сравнении с контролем отмечено в вариантах ОС Бункер, ВСК + Эмистим, Р + ОП Эмистим, Р; ОС Бункер, ВСК, ОС + ОП Альбит, ТПС.

### Литература

1. Шулепова О. В. Зависимость развития болезней ярового ячменя от погодных условий Западной Сибири // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 44-48.
2. Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.
3. Смоленцева Е. В. Современное состояние и проблемы развития отрасли сельского хозяйства в Кировской области // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. 2014. № 42. С. 136-142.
4. Френкель М. О. Климат // Природа, хозяйство, экология Кировской области: Сб. статей. Киров. 1996. С. 115-135.
5. Павлюк Н. Т., Шенцев Г. Д. Влияние протравителей на посевные качества семян зерновых культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (51). С. 21–25. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.4.21
6. Туренко В. П., Горянова В. В. Эффективность современных фунгицидов в ограничении развития септроиоза и мучнистой росы яровой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 39-41.
7. Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals / A. A. Zavalin [et al.] // Plant Microbial Interactions: Positive interactions in relation to crop production and utilization Aspects of Applied Biology. 2001. Vol. 63. Pp. 123-127.
8. Вакуленко В. В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // Защита и карантин растений. 2015. №2. С.13-15.
9. Лавринова В. А., Чекмарев В. В., Гусев И. В. Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области // Земледелие. 2018. № 1. С. 27-31.
10. Постовалов А. А., Степановских А. С. Биологические основы защиты ярового ячменя от корневой гнили в Зауралье. Курган: Курганская ГСХА, 2009. 128 с.
11. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М. Зависимость развития корневой гнили зерновых культур от погодных условий и сорта // Защита и карантин растений. 2016. № 10. С. 17-19.
12. Zhang Yan-Jun. Effect of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and bcaendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat / Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen [et al.] // Pesticide biochemistry and physiology. 2010. Vol. 98. Pp. 151-157.
13. Yamaguchi I., Fujimura M. Recent topics on action mechanisms of fungicides // Journal of pesticide science. 2005. Vol. 30. Pp. 67–74.
14. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. 1975. Vol. 59 (5). Pp. 377-380.
15. Григорьев М. Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л.: ВИР, 1976. 60 с.

16. Шешегова Т. К. Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5 (48). С. 10-14. doi: org/10.30766/2072-9081.2015.48.5.10-14.

17. Санин С. С., Назарова Л. Н., Неклеса Н. П., Полякова Т. М. Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней // Защита и карантин растений. 2012. № 3. С. 16-18.

**DEPENDENCE OF DISEASES DEVELOPMENT  
IN SPRING WHEAT VARIETY BAZHENKA  
WHEN APPLYING GROWTH REGULATORS IN THE CONDITIONS  
OF THE KIROVSKAYA OBLAST**

**O. M. Snigireva**, Graduate Student

**Y. E. Vedernikov**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher

Federal Agricultural Research Center of the North-East  
named N. V. Rudnitsky,

166 a, Lenin St., Kirov, Russia, 610007

E-mail: snigireva\_olga@mail.ru

**ABSTRACT**

The growing technogenic pressure on the environment, the need for resource conservation and greening agricultural production requires the development and application of qualitatively new plant protection technologies. The use of biological products based on various active substances as an alternative to chemicals is one of the tools to ensure the agroecological stability of field biocenoses, increase productivity and obtain biologically complete products. Objective is to study the effect of new growth regulators on the development of fungal diseases of spring wheat of the early ripening variety Bazhenka in the agro-climatic conditions of the Kirovskaya Oblast. The studies were carried out in 2015-2017 in the Seed Production Department of the Federal State Budgetary Institution of Health Sciences of the North-East. The soil of the experimental plot is sod-podzolic, medium loamy. The predecessor is fallow. The plot area is 1.8 m<sup>2</sup>, the repetition of the experiment is 4 times. For presowing seed disinfection (OS) in the experiment, a systemic chemical fungicide Bunker was used. The drug was used both in pure form and as part of tank mixtures. To attenuate the negative effects of the chemical protectant, biological growth regulators were used: Emistim R and Albit (biofungicide, antistressant) in recommended doses. The conditions of the spring-summer vegetation prevailing in 2015-2017 were different in temperature and moisture supply. Grain dressing protects crops from root rot only in the first half of the growing season, in the second the disease manifests itself again and the degree of damage reaches its previous values. A decrease in the development of the disease occurred only in the variants when seeds were treated with growth regulators in their pure form. Seed treatment with tank mixtures was less effective. There is a tendency that the studied pesticides exhibit the highest biological efficacy in relation to root infections than leaf stains. In general, more severe

damage by leaf diseases was detected in excessively wet years of 2015 and 2017 compared to the dry year of 2016. On average, over the years of research, the greatest decrease in the disease compared with the control was noted in the OS Bunker + Emistim R + OP Emistim R, OS Bunker, OS + OP Albit variants.

*Keywords: spring wheat, growth regulators, root rot, septoria.*

#### References

1. Shulepova O. V. Zavisimost' razvitiya boleznei yarovogo yachmenya ot po-godnykh uslovii Zapadnoi Sibiri (Dependence of the development of spring barley diseases on the weather conditions of Western Siberia), *Izvestiya Orenburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 5 (67), pp. 44-48.
2. Batalova G. A. Oves v Volgo-Vyatskom regione (Oats in the Volga-Vyatka region), Kirov, ООО «Орма», 2013, 288 p.
3. Smolentseva E. V. Sovremennoe sostoyanie i problemy razvitiya otrasli sel'skogo khozyaistva v Kirovskoi oblasti (Current status and problems of development of the agricultural industry in the Kirovskaya Oblast), *Ekonomika i sovremenyi menedzhment: teoriya i praktika*, 2014, No. 42, pp. 136-142.
4. Frenkel' M. O. Klimat (Climate), Priroda, khozyaistvo, ekologiya Kirovskoi oblasti: Sb. Statei, Kirov, 1996, pp. 115-135.
5. Pavlyuk N. T., Shentsev G. D. Vliyanie protravitelei na posevnye kachestva semyan zernovykh kul'tur (The effect of protectants on the sowing quality of grain seeds), *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 4 (51), pp. 21–25. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.4.21
6. Turenko V. P., Goryanova V. V. Effektivnost' sovremennykh fungitsidov v ogranichenii razvitiya septorioza i muchnistoi rosy yarovoi pshenitsy (The effectiveness of modern fungicides in limiting the development of septorioz and powdery mildew in spring), *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2016, No. 3, pp. 39-41.
7. Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals, A. A. Zavalin [et al.], *Plant Microbial Interactions: Positive interactions in relation to crop production and utilization Aspects of Applied Biology*, 2001, Vol. 63, pp. 123-127.
8. Vakulenko V. V. Regulyatory rosta rastenii povyshayut stressoustoichi-vost' kul'tur (Plant growth regulators increase the stress tolerance of crops), *Zashchita i karantin rastenii*, 2015, No. 2, pp. 13-15.
9. Lavrinova V. A., Chekmarev V. V., Gusev I. V. Obshchie printsipy razvitiya issledovaniy po zashchite zernovykh kul'tur ot boleznei v Tambovskoi oblasti (General principles for the development of research on the protection of crops from diseases in the Tambov Oblast), *Zemledelie*, 2018, No. 1, pp. 27-31.
10. Postovalov A. A., Stepanovskikh A. S. Biologicheskie osnovy zashchity yarovogo yachmenya ot kornevoi gnili v Zaural'e (The biological basis for the protection of spring barley from root rot in the Zauralie), Kurgan, Kurganskaya GSKhA, 2009, 128 p.
11. Sheshegova T. K., Shchekleina L. M. Zavisimost' razvitiya kornevoi gnili zernovykh kul'tur ot pogodnykh uslovii i sorta (The dependence of the development of root rot of crops on weather conditions and varieties), *Zashchita i karantin rastenii*, 2016, No. 10, pp. 17-19.
12. Zhang Yan-Jun. Effect of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and bcarenadazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat, Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen [et al.], *Pesticide biochemistry and physiology*, 2010, Vol. 98, pp. 151-157.
13. Yamaguchi I., Fujimura M. Recent topics on action mechanisms of fungicides, *Journal of pesticide science*, 2005, Vol. 30, pp. 67–74.
14. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease, *Plant Disease Reporter*, 1975, Vol. 59 (5), pp. 377-380.
15. Grigor'ev M. F. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustojchivosti zernovykh kul'tur k kornevym gnilyam (Guidelines for the study of resistance of crops to root rot), L., VIR, 1976, 60 p.

16. Sheshegova T. K. Analiz fitosanitarnogo sostoyaniya posevov yarovykh zernovykh kul'tur v Kirovskoi oblasti (analiticheskiy obzor) (Analysis of the phytosanitary condition of spring grain crops in the Kirov region (analytical review)), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2015, No. 5 (48), pp. 10-14. doi: org/10.30766/2072-9081.2015.48.5.10-14.

17. Sanin S. S., Nazarova L. N., Neklesa N. P., Polyakova T. M. Effektivnost' biopestitsidov i regulyatorov rosta rastenii v zashchite pshenitsy ot boleznei (The effectiveness of biopesticides and plant growth regulators in protecting wheat from disease), Zashchita i karantin rastenii, 2012, No. 3, pp. 16-18.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10023

УДК635.64:631.526.324:58.087.1

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГИБРИДОВ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ УДМУРСТКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Е. В. Соколова**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: sokolowae@gmail.com;

**Т. Н. Тугова**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: toutova@udm.ru;

**Т. Е. Иванова**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: ivanova.tan13@yandex.ru;

**Л. А. Несмелова**, канд. с.-х. наук, доцент,

E-mail: lubownesmelowae@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

ул. Кирова, 16, Ижевск, Удмуртская Республика, Россия, 426033;

**В. М. Мерзлякова**, канд. с.-х. наук, преподаватель,

E-mail: merzlyakova.vera@bk.ru;

ФПОУ УР Ижевский агростроительный техникум,

ул. Автономная, 81, Ижевск, Удмуртская Республика, Россия, 426010

*Аннотация.* В современном мире возникает всё больший интерес населения к здоровому питанию, а значит и потреблению овощей. Полноценное питание во внесезонный период призвано обеспечить тепличное овощеводство. Одной из ведущих культур защищённого грунта является томат. Высокая продуктивность, широкое распространение, хорошие вкусовые качества и многообразие использования сделали его одной из самых распространённых культур. С появлением новых сортов и гибридов томата, их изучение и подбор наиболее пригодных для выращивания в условиях тепличного овощеводства Удмуртской Республики является актуальным. Приведены результаты исследований особенностей роста и развития индетерминантных гибридов томата в условиях защищённого грунта Удмуртской Республики. Исследования проводились в АО «Тепличный комбинат «Завьяловский» в 2011–2012 гг., в 2015–2017 гг. в современных блочных теплицах при

выращивании томата по малообъёмной технологии в зимне-весеннем обороте. По фенологическим наблюдениям выявлено, что более скороспелыми в 2011–2012 гг. оказались гибриды томата F<sub>1</sub> Т-34, F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Очаков, F<sub>1</sub> Гродена, F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Комит и F<sub>1</sub> Измаил. Гибриды томата, изучаемые в 2015–2017 гг., развивались на одном уровне, различий в датах наступления фенологических фаз между ними не выявлено. Наибольшие различия в биометрических показателях отмечены по длине главного стебля. В фазе полного плодоношения в годы исследований она была от 498,0 до 595,4 см. Сильная корреляционная зависимость урожайности от длины стебля и количества листьев отмечалась только у гибрида F<sub>1</sub> Измаил. Тесная корреляционная связь между продуктивностью томата и длиной стебля выявлена у гибрида F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Бизарр и F<sub>1</sub> Комит в 2011–2012 гг. В 2015–2017 гг. тесная корреляционная связь между продуктивностью томата и длиной стебля выявлена у гибрида F<sub>1</sub> Форонти в фазе плодоношения. Средняя положительная корреляционная связь урожайности от количества листьев прослеживается по гибридам F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти.

*Ключевые слова: гибриды томата, защищённый грунт, биометрические показатели, Удмуртская Республика, корреляционная зависимость.*

**Введение.** Популярность томата обусловлена хорошим вкусом плодов, их привлекательной окраской и освежающим действием, а также высоким содержанием физиологически активных и минеральных веществ. Свежие плоды томата, сок из его плодов оказывают оздоравливающее действие на организм. Плоды и сок используют при нарушении сердечно-сосудистой системы, для усиления секреции желудочного сока, деятельности кишечника и др.

В настоящее время в культуре томата и других овощных культурах выращивают в основном гибриды первого поколения F<sub>1</sub> и линии (результат целенаправленного отбора), реже – популяции. В промышленном тепличном овощеводстве вот уже более десяти лет выращивают только гибридные сорта [9].

Существенным преимуществом гибридов F<sub>1</sub> является повышенная товарность продукции, скороспелость, дружное созревание и интенсивная отдача урожая в начальную фазу плодоношения, более высокая устойчивость растений к болезням и

вредителям и высокая пластичность растений к условиям окружающей среды [2–3, 5–8, 10–14].

*Цель исследований* – сравнительная оценка роста и развития новых гибридов томата защищенного грунта.

*Задачи исследований:*

- проанализировать гибриды томата по срокам наступления фазы плодоношения;
- определить биометрические показатели гибридов томата;
- выявить корреляционные связи между биометрическими признаками и продуктивностью гибридов томата.

**Методика.** В 2011–2012 гг. и в 2015–2017 гг. были проведены исследования по изучению гибридов томата в теплицах АО «Тепличный комбинат «Завьяловский», который расположен в Завьяловском районе Удмуртской Республики в 14 км от районного центра с. Завьялово и на расстоянии 3 км от столицы Удмуртии г. Ижевска.

Теплицы оснащены капельным поливом и малообъёмной технологией, программными установками «ФИТО». Теплица

для выращивания рассады площадью 0,5 га оборудована системой электродосвечивания, дополнительным подпочвенным обогревом и горизонтальным зашториванием. Температура теплоносителей +70...+150 °С.

Во все годы исследований варианты опыта размещались методом полной рендомизации в четырёхкратной повторности, площадь учётной делянки – 3,2 м<sup>2</sup>. Возделывание томата в зимне-весеннем обороте проводили методом малообъёмной гидропоники.

Закладка и проведение исследований, учёты и наблюдения осуществлялись согласно требованиям, предъявляемым к проведению опытов в овощеводстве [4]. Полученные результаты исследований обработаны дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [1].

**Результаты.** Научные исследования по изучению гибридов томата проводились по заявке АО «Тепличный комбинат «Завьяловский», тесно сотрудничающим с «Томатным клубом» в производственных условиях. В 2011 г. были изучены 9 гибридов томата, в 2012 – 14 гибридов, в 2015–2015 гг. – 5 гибридов. Не устраивающие производство гибриды выбраковываются, и в следующем году, как правило, изучаются новые.

В 2011 г. изучались гибриды: F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Булава, F<sub>1</sub> Кохава, F<sub>1</sub> Липеркус, F<sub>1</sub> Мариачи, F<sub>1</sub> Нирит, F<sub>1</sub> Очаков, F<sub>1</sub> Тамала и F<sub>1</sub> Т-34. Посев провели 3 января, рассаду на постоянное место высадили 15 февраля. В фазе рассады выделились гибриды F<sub>1</sub> Очаков, F<sub>1</sub> Т-34 и F<sub>1</sub> Нирит. Они имели в среднем длину стебля 55,7; 52,7 и 50,7 см соответственно, сформировали количество листьев по 9,8 – F<sub>1</sub> Очаков и F<sub>1</sub> Нирит; 10,2 шт. – F<sub>1</sub> Т-34. В начале плодоношения растения томата в среднем имели длину

стебля от 151 до 171 см, отмечалось 12,8–21,0 шт. листьев. В конце вегетации длина растений оказалась от 653 до 824 см.

В 2012 г. было изучено 14 гибридов томата: F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Бомакс, F<sub>1</sub> Гродена, F<sub>1</sub> Данди, F<sub>1</sub> Жеронимо, F<sub>1</sub> Измаил, F<sub>1</sub> Кантона, F<sub>1</sub> Комит, F<sub>1</sub> Макарена, F<sub>1</sub> Софиевка, F<sub>1</sub> Старбак, F<sub>1</sub> Физума и F<sub>1</sub> Флексин.

В 2012 г. посев семян провели 4 января, фаза всходов наступила 11–13 января, различия в появлении всходов по гибридам составили от 1-го до 2-х суток. Рассаду на постоянное место высадили 15 февраля.

Фенологические наблюдения 2011–2012 гг. показали, что при одновременных посевах и всходах, раньше на одни-трие суток фаза плодоношения наступила у гибридов F<sub>1</sub> Т-34, F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Очаков, F<sub>1</sub> Гродена, F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Комит и F<sub>1</sub> Измаил на 98–101 сутки от всходов.

В 2011 и 2012 гг. растения выращивали до 30 августа. Период вегетации томата от всходов до уборки культуры составил 231–233 суток.

В 2012 г. в фазе рассады выделились растения томата F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Данди, F<sub>1</sub> Комит и F<sub>1</sub> Старбак. Длина стебля этих растений была в пределах от 70,5 до 78,3 см, а количество листьев от 11,8 шт. – у F<sub>1</sub> Данди, до 13,0 шт. – у F<sub>1</sub> Старбак. В фазе начала плодоношения наибольшую длину стебля также имели данные гибриды томата, она составила в среднем 180,8–201,8 см в зависимости от гибрида. Количество листьев в эту фазу насчитывало 17,0–21,8 шт.

В фазе полного плодоношения достоверным увеличением длины главного стебля характеризовались растения томата F<sub>1</sub> Кантона и F<sub>1</sub> Комит, их длина составила соответственно 550,6 и 561,1 см. По коли-

честву листьев достоверных различий между гибридами томата не наблюдалось, на одном растении их было от 20,3 до 41,8 шт.

Сильная корреляционная зависимость урожайности от длины стебля и количества листьев отмечалась только у гибрида F<sub>1</sub> Измаил, а у гибридов F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Бизарр и F<sub>1</sub> Комит тесная связь была только с длиной стебля.

В хозяйстве в 2013–2014 гг. преимущественно выращивались гибриды томата F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Жеронимо и F<sub>1</sub> Физума. Сортоизучение не проводилось.

В 2015–2017 гг. исследованы индетерминантные гибриды томата: F<sub>1</sub> Адмиро (st), F<sub>1</sub> Старбак, F<sub>1</sub> Таганка, F<sub>1</sub> Тореро, F<sub>1</sub> Форонти. Посев семян проведен 5–8 декабря, рассада высажена 25–30 января на кокосо-

вый субстрат. За стандарт взят гибрид F<sub>1</sub> Старбак, как наиболее изученный в течение нескольких лет.

В среднем, за три года исследований, существенных отклонений в датах наступления фенологических фаз у изучаемых гибридов томата не выявлено. В фазу плодоношения растения вступали на 111–115 сутки после появления всходов.

В фазе рассады в 2015 г. по длине стебля выделились растения томата F<sub>1</sub> Тореро, относительно стандарта увеличение показателя составило 11,7 см при НСР<sub>05</sub> – 3,5 см. В 2016 г. наибольшая длина стебля была отмечена у гибрида F<sub>1</sub> Форонти, короткостебельными оказались растения томата F<sub>1</sub> Таганка, разница со стандартом составила 13,9 см (стандарт 65,5 см) (таблица 1).

Таблица 1

Длина стебля гибридов томата в фазе рассады, см

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	75,1	65,5	58,2	66,3
F <sub>1</sub> Адмиро	78,3	64,5	60,4	67,7
F <sub>1</sub> Таганка	75,0	51,6	53,4	60,0
F <sub>1</sub> Тореро	86,8	66,2	51,7	68,2
F <sub>1</sub> Форонти	74,0	77,1	54,4	68,5
НСР <sub>05</sub>	3,5	4,1	5,5	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>

В 2017 г. у растений томата F<sub>1</sub> Тореро выявлено снижение длины стебля в сравнении со стандартом на 6,5 см, при НСР<sub>05</sub> – 5,5 см. Проведённые исследования показали, что в 2015 г. длина стебля у рассады томата была больше, чем в 2016–2017 гг., это связано с большим возрастом рассады при посадке её на постоянное место. В среднем за три года исследований достоверных отличий по длине стебля изучаемых гибридов томата не наблюдалось.

За годы исследований диаметр стебля гибридов томата в фазе рассады варьировал в пределах от 0,75 до 1,43 см (табл. 2).

Наибольшее значение диаметра стебля было у растений томата F<sub>1</sub> Адмиро в 2015 г., разница со стандартом составила 0,43 см, при НСР<sub>05</sub> – 0,30 см. В среднем, за 2015–2017 гг. диаметр стебля рассады у растений томата F<sub>1</sub> Форонти составил 0,85 см, что достоверно ниже стандартного варианта на 0,13 см при НСР<sub>05</sub> – 0,13 см.

Таблица 2

Диаметр стебля гибридов томата в фазе рассады, см

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	1,00	0,85	1,08	0,98
F <sub>1</sub> Адмиро	1,43	0,80	1,05	1,09
F <sub>1</sub> Таганка	1,03	0,75	1,00	0,93
F <sub>1</sub> Тореро	0,98	0,83	0,98	0,93
F <sub>1</sub> Форонти	0,93	0,83	0,80	0,85
НСР <sub>05</sub>	0,30	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	0,16	0,13

Анализ количества листьев на растении в фазе рассады показал, что растения томата F<sub>1</sub> Адмиро в 2015 г. в фазе рассады сформировали на растении 13,0 шт. листьев, что существенно больше стандарта на 2,1 шт. (табл. 3).

У гибрида F<sub>1</sub> Таганка в 2015 и 2016 гг. отмечено существенное снижение данного показателя на 1,9 и 3,0 шт. соответственно. В 2017 г. по количеству листьев гибриды существенно не различались.

Таблица 3

Количество листьев на растении гибридов томата в фазе рассады, шт.

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	10,9	10,5	9,8	10,4
F <sub>1</sub> Адмиро	13,0	10,5	9,3	10,9
F <sub>1</sub> Таганка	9,0	7,5	9,0	8,5
F <sub>1</sub> Тореро	10,9	9,8	8,8	9,8
F <sub>1</sub> Форонти	9,0	10,8	9,0	9,6
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,4	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	1,1

Анализируя средние данные по годам, можно отметить существенное снижение количества листьев на растении: у томатов F<sub>1</sub> Таганка – на 1,9 при НСР<sub>05</sub> – 0,1 шт. Томаты F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти также оказа-

лись менее облиственными, но изменения незначительные.

В фазе полного плодоношения длина главного стебля варьировала от 477,7 до 603,3 см (таблица 4).

Таблица 4

Длина стебля гибридов томата в фазе плодоношения, см

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	595,4	599,0	558,8	584,4
F <sub>1</sub> Адмиро	522,0	531,5	477,7	510,4
F <sub>1</sub> Таганка	585,9	603,3	544,8	578,0
F <sub>1</sub> Тореро	547,9	544,8	478,4	523,7
F <sub>1</sub> Форонти	564,2	575,3	502,5	547,3
НСР <sub>05</sub>	31,3	11,4	49,7	28,4

В 2015 г. самые длинные растения томата отмечены в варианте со стандартом. Существенным снижением длины главного стебля отличились растения томата F<sub>1</sub> Адмиро и F<sub>1</sub> Тореро, разница с контролем составила 73,4 и 47,5 см. Подобную тенденцию наблюдали и в 2016 г. Достоверно более низкими оказались растения томатов F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти, отмечена длина стебля 531,5; 544,8 и 575,3 см соответственно (стандарт F<sub>1</sub> Старбак – 599,0 см).

Исследования 2017 г. подтвердили данную тенденцию. Растения гибридов томата F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти

были существенно ниже растений стандартного варианта.

Таким образом, в среднем за 2015–2017 гг. у растений томата F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти отмечено существенное снижение длины стебля на 74,0; 60,7 и 37,1 см соответственно, при НСР<sub>05</sub> – 28,4 см. Гибрид томата F<sub>1</sub> Таганка развивался на уровне стандарта.

Во все годы исследований диаметр стебля гибридов томата в фазе плодоношения изменялся в пределах 1,90–2,15 см, различия по вариантам были в пределах ошибки опыта (табл. 5).

Таблица 5

Диаметр стебля гибридов томата в фазе плодоношения, см

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	1,98	1,98	2,08	2,01
F <sub>1</sub> Адмиро	2,15	2,10	2,05	2,10
F <sub>1</sub> Таганка	1,98	2,08	2,00	2,02
F <sub>1</sub> Тореро	1,90	1,98	1,98	1,95
F <sub>1</sub> Форонти	1,90	2,10	1,95	1,98
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>

Изучаемые гибриды томата в фазе плодоношения по количеству листьев существенно отличались только в 2015 г. (табл. 6).

Так, у растений томата F<sub>1</sub> Тореро отмечено уменьшение количества листьев на растении на 2,3 шт. (стандарт 21,8 шт.), при НСР<sub>05</sub> – 2,0 шт.

Таблица 6

Количество листьев на растении гибридов томата в фазе плодоношения, шт.

Гибрид томата	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
F <sub>1</sub> Старбак (st)	21,8	15,8	17,0	18,2
F <sub>1</sub> Адмиро	20,5	16,5	17,0	18,0
F <sub>1</sub> Таганка	22,5	15,8	18,3	18,8
F <sub>1</sub> Тореро	19,5	17,5	17,3	18,1
F <sub>1</sub> Форонти	21,8	17,3	15,5	18,2
НСР <sub>05</sub>	2,0	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>

Наиболее важным показателем гибридов томата является их урожайность. В ходе исследований была посчитана корреляционная зависимость урожайности изучаемых

гибридов от биометрических показателей растений (табл. 7).

Корреляционная зависимость урожайности от биометрических показателей рас-

тений томата прослеживалась по гибридам F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти. Сильная зависимость урожайности от длины стебля отмечена по гибриду F<sub>1</sub> Форонти в фазах расса-

ды и плодоношения, по F<sub>1</sub> Тореро – в фазе рассады и средняя связь – в фазе плодоношения.

Таблица 7

Корреляционная зависимость урожайности гибридов томата от биометрических показателей растений

Гибрид томата	Фаза рассады			Фаза плодоношения		
	длина стебля	диаметр стебля	количество листьев	длина стебля	диаметр стебля	количество листьев
F <sub>1</sub> Старбак (st)	-0,54	-0,18	-0,59*	0,03	-0,05	-0,42
F <sub>1</sub> Адмиро	-0,12	-0,34	-0,15	0,12	0,08	-0,60*
F <sub>1</sub> Таганка	-0,32	-0,29	0,30	0,17	0,23	0,20
F <sub>1</sub> Тореро	0,83*	0,13	0,58*	0,60*	-0,29	0,65*
F <sub>1</sub> Форонти	0,84*	0,16	0,62*	0,89*	0,42	0,19

Примечание: \* – зависимость существенна

Получена средняя зависимость продуктивности гибрида F<sub>1</sub> Тореро в обе фазы исследования и F<sub>1</sub> Форонти – в фазе плодоношения. Средняя положительная корреляционная связь урожайности от количества листьев прослеживается по гибридам F<sub>1</sub> Тореро и F<sub>1</sub> Форонти и отрицательная средняя зависимость – по гибриду F<sub>1</sub> Старбак.

#### Выводы:

1. Фенологические наблюдения за развитием показали, что всходы томата в годы исследований по изучаемым гибридам появились практически одновременно. Гибриды томата F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Т-34, F<sub>1</sub> Очков, F<sub>1</sub> Гродена, F<sub>1</sub> Адмиро, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Комит и F<sub>1</sub> Измаил оказались более скоро-спелыми.

2. Наибольшие различия отмечены по длине главного стебля. В фазе полного плодоношения достоверным увеличением этого показателя в 2011–2012 гг. характеризовались растения томата F<sub>1</sub> Кантона – 550,6 см и F<sub>1</sub> Комит – 561,6 см. В 2015–2017 гг. самая большая длина главного стебля была у стандартного гибрида томата F<sub>1</sub> Старбак – 584,4 см. Количество листьев варьировало в пределах 19,5–41,8 шт.

Наиболее тесная корреляционная связь продуктивности томата с длиной стебля получена в фазе плодоношения отмечалась только у гибрида F<sub>1</sub> Измаил. У гибридов F<sub>1</sub> Якиманка, F<sub>1</sub> Бизарр, F<sub>1</sub> Комит и F<sub>1</sub> Форонти тесная связь была только с длиной стебля и средняя – от количества листьев у гибрида F<sub>1</sub> Тореро.

#### Литература

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Коробейникова О. В. Фитоспорин-М на томате // Картофель и овощи. 2016. № 6. С. 16–17.
3. Лебедева М. А., Бухарина И. Л. Реакция корневой системы томата на заражение эндотрофной микоризой // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова. Ижевск: Ижевская ГСХА. 2017. С. 158-162.
4. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В. Ф. Белика. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.
5. Иванова Т. Е. Показатели качества овощных культур в зависимости от технологии выращивания / Т. Е. Иванова, О. В. Любимова, Л. А. Несмелова [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (57). С. 10–23.

6. Селекция томата [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hitagro.ru/selekcija-tomata/> (дата обращения: 12.08.2019).
7. Соколова Е. В., Мерзлякова В. М. Продуктивность и биометрические показатели плодов томата в зависимости от освещенности // Картофель и овощи. 2019. № 1. С. 25–26.
8. Соромотина Т. В., Федурин О. Н. Изучение детерминантных сортов томата селекции ВНИИССОК в Предуралье // Науки нового века – знания молодых: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей. Киров, 2012. С. 215-218.
9. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. Сорта и гибриды томата. Режим доступа: <https://reestr.gossort.com/reestr/culture/161> (дата обращения: 17.03.2019).
10. Тутова Т. Н. Изучение сортов томата // Коняевские чтения: Материалы Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2014. С. 350–352.
11. Федурин О. Н., Соромотина Т. В. Новые сорта томатов для Предуралья // Картофель и овощи. 2013. № 1. С. 16–17.
12. Чупкин К. А., Терехова В. И., Константинович А. В. Сортоиспытание гибридов томата селекции фирмы «Гавриш» в АО «Тепличное» Тамбовской области // Овощи России. 2019. № 4. С. 64–67.
13. Atanasov S. S., Daskalov P. I., Nedeva V. I. An intelligent approach of determining relationship between tomato leaves color and soil moisture and temperature // Bulg. J. agr. Sc. 2016. Vol. 22. No. 6. Pp. 1027- 1035.
14. Danailov Z. Main Trends of Tomato Breeding Development. Sofia (Bulgaria): Agricultural Academy, 2012. 61 p.
15. Macovei M. D., Botnari V. F. New Tomato varieties with a complex of economically valuable characters grown under Moldova's conditions // Stiinta Agricola. 2016. No. 1. Pp. 60-65.

## FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF TOMATO HYBRID IN THE PROTECTED SOIL OF THE UDMURT REPUBLIC

**E. V. Sokolova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Email: sokolowae@gmail.com;

**T. N. Tutova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

E-mail: toutova@udm.ru;

**T. E. Ivanova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

E-mail: ivanova.tan13@yandex.ru;

**L. A. Nesmelova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

E-mail: lubownecmelowa@yandex.ru

Izhevsk State Agricultural Academy

16, Kirova St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russia, 426033

**V. M. Merzlyakova**, Cand. Agr. Sci.

E-mail: merzlyakova.vera@bk.ru;

Izhevsk Agricultural Engineering College

81, Avtonomnaya St., Izhevsk, Udmurt Republic, Russia, 426010

### ABSTRACT

In today's world, there is an increasing interest of the population in a healthy diet, and hence the consumption of vegetables. Nutrition in the off-season period is designed to provide greenhouse vegetable growing. One of the leading greenhouse crops is tomato. High productivity, wide distribution, good taste, and variety of uses have made it one of the most common cultures. With the advent of new tomato varieties and hybrids, their study and selection of the most suitable for cultivation in the condi-

tions of greenhouse vegetable growing in the Udmurt Republic is relevant. The results of studies of indeterminate tomato hybrids characteristics grown in the protected ground of the Udmurt Republic are presented. The studies were conducted at Zavyalovsky Greenhouse Plant JSC in 2011–2017 in modern block greenhouses when growing tomatoes using low-volume technology in winter-spring circulation. Phenological observations revealed that tomato hybrids F1 T-34, F1 Yakimanka, F1 Ochakov, F1 Grodena, F1 Admiro, F1 Bizarr, F1 Komit, F1 Izmail were more early-ripening in 2011–2012. Tomato hybrids studied in 2015–2017 developed at the same level; no differences in the dates in the beginning of phenological phases were found in tomato. The greatest differences in biometric indicators were noted for the length of the main stem. In the phase of full fruiting during the years of research, it was from 498.0 to 595.4 cm. A strong correlation between yield on the length of the stem and the number of leaves was observed only in the F1 Ismail hybrid. A close correlation between tomato productivity and stem length was found in the hybrid F1 Yakimanka, F1 Bizarr and F1 Komit in 2011-2012. In 2015-2017, a close correlation between tomato productivity and stem length was found in the F1 Foronti hybrid in the fruiting phase. The average positive correlation of yield from the number of leaves can be traced in the F1 Torero and F1 Foronti hybrids.

*Keywords: tomato hybrids, protected ground, bio-metric indicators, Udmurt Republic, correlation dependence.*

#### References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi ob-rabotki rezul'tatov issledovaniya) (Field experience methodology (with the basis of statistical processing of follow-up results)), M., Agropromizdat, 1985, 351 p.
2. Korobeinikova O. V. Fitosporin-M na tomate (Phytopsporin-M on tomato), Kartofel' i ovoshchi, 2016, No. 6, pp. 16–17.
3. Lebedeva M. A., Bukharina I. L. Reaktsiya kornevoi sistemy tomata na za-razhenie endotrofnoi mikorizoi (Tomato root system response to endotrophic mycorrhiza infection), Realizatsiya printsipov zemledeliya v usloviyakh sovremennoogo sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaistvennykh nauk, professora kafedry zemledeliya i zemleustroystva Vladimira Mikhailovicha Kholzakova, Izhevsk, Izhevskaya GSKhA, 2017, pp. 158-162.
4. Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve (Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing), pod red. V. F. Belika, M., Agropromizdat, 1992, 319 p.
5. Ivanova T. E. Pokazateli kachestva ovoshchnykh kul'tur v zavisimosti ot tekhnologii vyrashchivaniya (Quality indicators of vegetable crops depending on cultivation technology), T. E. Ivanova, O. V. Lyubimova, L. A. Nesselova [i dr.], Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2019, No. 1 (57), pp. 10–23.
6. Seleksiya tomata (Tomato Selection), [Elektronnyi resurs] Rezhim dostupa: <http://hitagro.ru/seleksiya-tomata/> (data obrashcheniya: 12.08.2019).
7. Sokolova E. V., Merzlyakova V. M. Produktivnost' i biometricheskie pokazateli plodov tomata v zavisimosti ot osveshchennosti (Productivity and biometric indicators of tomato fruits depending on illumination), Kartofel' i ovoshchi, 2019, No. 1, pp. 25–26.
8. Soromotina T. V., Fedurina O. N. Izuchenie determinantnykh sortov to-mata seleksii VNISSOK v Predural'e (Study of determinant varieties of VNISSOK selection tomato in the Preduralie), Nauki novogo veka – znaniya molodykh: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i soiskatelei, Kirov, 2012, pp. 215-218.
9. Sorta rastenii, vkluychennye v Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh do-stizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu (Plant varieties included in the state register of breeding practices approved for use), [Elektronnyi resurs], Sorta i gibridy tomata. Rezhim dostupa: <https://reestr.gossort.com/reestr/culture/161> (data obrashche-niya: 17.03.2019).
10. Tutova T. N. Izuchenie sortov tomata (Studying tomato varieties), Konyaevskie chteniya: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ekaterinburg, Ural'skii GAU, 2014, pp. 350–352.

11. Fedurina O. N., Soromotina T. V. Novye sorta tomatov dlya Predural'ya (New tomato varieties for the Urals), *Kartofel' i ovoshchi*, 2013, No. 1, pp. 16–17.
12. Chupkin K. A., Terekhova V. I., Konstantinovich A. V. Sortoispytanie gibridov tomata selektsii firmy «Gavrish» v AO «Teplichnoe» Tambovskoi oblasti (Field testing of tomato hybrids of Gavrish breeding company in Teplichnoye JSC of the Tambov region), *Ovoshchi Rossii*, 2019, No. 4, pp. 64–67.
13. Atanasov S. S., Daskalov P. I., Nedeva V. I. An intelligent approach of determining relationship between tomato leaves color and soil moisture and temperature, *Bulg. J. agr. Sc.*, 2016, Vol. 22, No. 6, pp. 1027- 1035.
14. Danailov Z. Main Trends of Tomato Breeding Development, Sofia (Bulgaria), Agricultural Academy, 2012, 61 p.
15. Macovei M. D., Botnari V. F. New Tomato varieties with a complex of economically valuable characters grown under Moldova's conditions, *Stiinta Agricola*, 2016, No. 1, pp. 60-65.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10025

УДК 633.853.494

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА В АГРОТЕХНИКЕ ЯРОВОГО РАПСА СОРТА РАТНИК И ГИБРИДА СМИЛЛА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

**А. А. Шишкин**, аспирант;

**Э. Д. Акманаев**, канд. с.-х. наук, доцент;

**А. С. Богатырева**, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

Ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: akmanaev@mail.ru

*Аннотация.* В статье приведены результаты по урожайности и экономической оценке способов посева и норм высева ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла в Среднем Предуралье. Оценка сделана по результатам полевого трехфакторного опыта, проведенного в 2017-2019 гг. на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ. Экономическую оценку приемов посева ярового рапса проводили по урожайности, уровню расходов и выручке, полученной за счет продажи маслосемян на кормовые цели. Производственные затраты по возделыванию культуры проводили по технологическим картам в сопоставимых ценах 2020 года. В результате расчетов определены себестоимость, чистый доход и уровень рентабельности изучаемых вариантов. Наибольшая урожайность по сорту Ратник получена в варианте с сочетанием широкорядного способа посева и нормой высева 3 млн шт./га (2,09 т/га). Гибрид Смилла наибольшую урожайность также формировал при норме высева 3 млн шт./га на обоих способах посева. По результатам экономической оценки

наибольшую рентабельность (138 %) и чистую прибыль (33,945 тыс. руб./га) отмечали у сорта Ратник. Наибольшая рентабельность производства семян гибрида Смилла составила 46 %. Низкие показатели уровня рентабельности зарубежного гибрида объясняются значительными производственными затратами, связанными с высокими закупочными ценами на семенной материал.

*Ключевые слова:* яровой рапс, сорт, гибрид, способ посева, норма высева, урожайность, экономическая оценка.

**Введение.** Рапс является одной из ведущих культур земледелия на планете. Расширение площадей под посевы вызвано широким спросом на растительные масла и проблемой кормового белка. В связи с этим в последнее время отмечается возрастающий спрос на семена рапса как внутри страны, так и во всем мире, одновременно с этим возрастает и интерес к их переработке [1, 2].

Одним из основных направлений увеличения урожайности маслосемян ярового рапса является разработка высокопродуктивных и экономически эффективных технологий его возделывания с учетом почвенно-климатических условий региона [3-9]. Важнейшими составляющими технологий возделывания являются способ посева и норма высева [10].

С внедрением в производство региона новых высокопродуктивных сортов и гибридов ярового рапса актуальным является разработка технологии возделывания для получения не только максимальной урожайности, но и экономически конкурентной продукции, т.е. с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью [11, 12]. Для повышения урожайности зачастую необходимо вовлекать в производство дополнительные оборотные средства, что существенно влияет на себестоимость продукции. Известно, что с ростом урожайности

культуры до определенного уровня себестоимость продукции снижается, вместе с тем, при дальнейшем повышении продуктивности посевов себестоимость единицы продукции повышается. Поэтому необходимо проводить экономическую оценку разрабатываемых приемов агротехники [13].

*Цель данной работы* – дать экономическую оценку приемам посева ярового рапса в условиях Среднего Предуралья. В задачи исследований входило сравнение в агротехнике возделывания ярового рапса влияния сорта Ратник и гибрида Смилла, широкорядного и рядового способов их посева, а также норм высева.

**Методика.** Исследования проводили на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ в 2017-2019 гг. Пахотный слой опытного участка за период исследований характеризовался низким содержанием гумуса, повышенным содержанием обменного калия, высоким – фосфора, и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора.

Объектами исследований являются яровой рапс сорта Ратник и гибрид Смилла. Полевой трехфакторный опыт в соответствии с методикой опытного дела [14] был заложен по следующей схеме.

Фактор А – сорт: А<sub>1</sub> – Ратник; А<sub>2</sub> – Смилла. Фактор В – способы посева: В<sub>1</sub> –

рядовой (с междурядьями 15 см); В<sub>2</sub> – ширококорядный (с междурядьями 45 см). Фактор С – норма высева, млн/га: С<sub>1</sub> – 1,0; С<sub>2</sub> – 2,0; С<sub>3</sub> – 3,0. Повторность в опыте четырехкратная, варианты располагали систематически – методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянки третьего порядка – 36 м<sup>2</sup>.

Экономическую оценку приемов посева ярового рапса проводили по урожайности, выручке, полученной за счет продажи маслосемян на кормовые цели и производственным затратам. Производственные затраты по возделыванию культуры проводили по технологическим картам с учётом нормативов затрат [15] в сопоставимых ценах 2020 года. В результате расчетов определены себестоимость, чистый доход и уровень рентабельности изучаемых вариантов.

Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия Среднего Предуралья [16]. Посев опыта на протяжении трех лет проводили в первой декаде мая инкрустированными семенами на глубину

2-3 см, норма высева рапса – согласно схеме опыта. Для посева использовали сеялку ССНП-16.

Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы исследований существенно различались. Отличительной особенностью метеорологических условий 2017 и 2019 годов от среднемноголетних было большое количество осадков с температурой воздуха ниже среднемноголетних. В августе наблюдали почти полное отсутствие осадков на фоне повышенных температур. Начало вегетационного периода 2018 года характеризовалось недостатком влаги и прохладной погодой, что негативно отразилось на полевой всхожести. Впоследствии метеорологические условия 2018 г. соответствовали среднемноголетним данным, и вегетация рапса проходила в условиях теплой погоды при умеренном количестве осадков.

Результаты исследований 2017-2019 гг. позволили провести анализ средней урожайности маслосемян ярового рапса (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность ярового рапса в зависимости от способа посева и нормы высева, т/га, 2017-2019 гг.

Сорт (А)	Способ посева (В)	Норма высева, млн. шт./га (С)			Среднее по АВ	Среднее по В	Среднее по А
		1	2	3			
Ратник	рядовой	1,18	1,78	1,87	1,61	1,67	1,71
	широкорядный	1,36	1,97	2,09	1,81	1,76	
Смилла	рядовой	1,45	1,81	1,94	1,73		1,72
	широкорядный	1,42	1,60	2,10	1,71		
Среднее по С		1,35	1,79	2,00			
НСР <sub>05</sub>		частных различий			главных эффектов		
А		F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>			F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>		
В		F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>			F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>		
С		0,20			0,10		

В среднем за три года исследований выявлено равнозначное влияние сортов и способов посева на урожайность маслосе-

мян. Существенное влияние на урожайность ярового рапса как сорта Ратник, так и гибрида Смилла, оказала норма высева се-

мян. Наибольшая средняя урожайность у Ратника (2,09 т/га) и Смиллы (2,10 т/га) за период исследований получена в вариантах широкорядного посева с нормой высева 3 млн/га. Следует отметить, что урожайность гибрида Смилла при максимальной норме высева и широкорядном способе посева была сопоставима с аналогичным вариантом при рядовом способе высева (2,10 и 1,94 т/га соответственно).

За период исследований отмечена зависимость формирования урожая от агрометеоусловий. Недостаток влаги и прохладная погода в период высева семян в 2018 г. негативно отразились на времени прохож-

дения фенологических фаз и существенно их сдвинули. Негативные факторы наиболее сильно повлияли на гибрид Смилла, у которого урожайность в сравнении с показателями 2017 г. уменьшилась на 1,35 т/га, в то же время снижение урожайности сорта Ратник составило 0,33 т/га.

Обоснование полученной урожайности элементами ее структуры приведено в предыдущей работе [17].

Экономическая оценка дана на основе разработанных технологических карт. Структура производственных затрат на возделывание ярового рапса по сортам приведена в таблицах 2, 3.

Таблица 2

Влияние способа посева и норм высева на структуру затрат при возделывании ярового рапса сорта Ратник, среднее за 2017-2019 г., в ценах 2020 г., тыс. руб./га

Показатели	Рядовой посев			Широкорядный посев		
	норма высева, млн шт./га					
	1	2	3	1	2	3
Оплата труда + налоги	0,884	0,915	0,920	1,006	1,038	1,045
Семена	0,743	1,486	2,229	0,743	1,486	2,229
Пестициды	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096
Удобрения	12,373	12,373	12,373	12,373	12,373	12,373
Организационно-управленческие	0,992	1,032	1,070	1,002	1,043	1,080
Текущий ремонт	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
ГСМ	2,491	2,554	2,564	2,706	2,770	2,783
Амортизация	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075
Прочие расходы	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
Итого	22,546	23,424	24,220	22,895	23,775	24,575

В структуре производственных затрат на возделывание сорта Ратник наибольшая доля расходов приходится на удобрения (50-55%). Следует отметить, что доля затрат на удобрения сокращается с увеличением нормы высева семян. Затраты на семена с увеличением нормы высева растут с 3 до 9 %. Затраты на ГСМ, амортизацию и пестициды в среднем по вариантам составляют соответственно 11, 9 и 9 %. Доля расходов на остальные статьи составляет 3-4 % по каждому из показателей. На

затраты по прочим расходам приходится менее 1 %.

Производственные затраты на возделывание ярового рапса сорта Ратник возрастают с увеличением нормы высева на 0,880-1,680 тыс. руб./га. Расходы при использовании широкорядного способа посева увеличиваются в среднем на 0,350 тыс. руб./га. Аналогичная закономерность отмечена при возделывании гибрида Смилла (табл. 3).

Таблица 3

Влияние способа посева и норм высева на структуру затрат  
при возделывании ярового рапса гибрида Смилла, среднее за 2017-2019 г.,  
в ценах 2020 г., тыс. руб./га

Показатели	Рядовой посев			Ширококорядный посев		
	норма высева, млн шт./га					
	1	2	3	1	2	3
Оплата труда + налоги	0,898	0,917	0,924	1,009	1,018	1,045
Семена	6,125	12,263	18,389	6,125	12,263	18,389
Пестициды	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096	2,096
Удобрения	12,373	12,373	12,373	12,373	12,373	12,373
Организационно-управленческие	1,263	1,571	1,878	1,272	1,580	1,889
Текущий ремонт	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
ГСМ	2,520	2,557	2,572	2,712	2,734	2,783
Амортизация	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075	2,075
Прочие расходы	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,063
Итого	28,242	34,746	41,200	28,557	35,032	41,546

Одной из основных статей расходов при возделывании гибрида Смилла также являются затраты на удобрения, в структуре расходов они составляют от 30 до 44 %. Вторая наиболее затратная статья при выращивании зарубежного гибрида связана с расходами на приобретение семян. С увеличением нормы высева доля затрат на данную статью возрастает с 21 до 45 %. В связи с этим, при общем увеличении расходов по остальным показателям в денежном выражении, затраты в структуре расходов в относительном весе при увеличении нормы высева уменьшаются. При этом уровень затрат на ГСМ, амортизацию и средства защиты растений несколько превышает расходы на оплату труда, текущий ремонт, организационно-управленческие и прочие расходы. За счет дороговизны семян зарубежного гибрида общая сумма производственных затрат при увеличении нормы высева возрастает в 1,2-1,5 раза.

Сравнение сортов по общему уровню затрат выявило преимущество сорта отечественной селекции как более экономичного. При возделывании гибрида Смилла произошло увеличение производственных затрат, по сравнению с аналогичными вариантами выращивания сорта Ратник, в 1,2-1,7 раза. Отмеченная закономерность оказала влияние на экономическую оценку возделывания ярового рапса (табл. 4, 5).

Увеличение нормы высева семян с 1 до 3 млн шт./га привело к снижению себестоимости продукции на 30-32 % за счет получения большей урожайности. Так, при рядовом способе посева себестоимость продукции сорта Ратник сократилась с 19,107 до 12,952 тыс. руб./т, а при ширококорядном – с 16,835 до 11,758 тыс. руб./т.

Рост урожайности при повышении нормы высева привел к увеличению чистого дохода до 2,2 раза при ширококорядном способе посева и до 2,7 раза – при рядовом.

Увеличение прибыли положительно отразилось на рентабельности производства. Наибольший уровень рентабельности при возделывании ярового рапса сорта Ратник отмечен в варианте с ширококрядным спосо-

бом посева и максимальной нормой высева (138 %). При высеве рапса рядовым способом наиболее эффективным, с экономической точки зрения, также был вариант с нормой высева 3 млн шт./га (116 %).

Таблица 4

Экономическая оценка возделывания ярового рапса сорта Ратник, среднее за 2017-2019 гг.

Показатели	Рядовой посев			Ширококрядный посев		
	норма высева, млн шт./га					
	1	2	3	1	2	3
Производственные затраты, тыс. руб./га	22,546	23,424	24,220	22,895	23,775	24,575
Выручка, тыс. руб./га	33,040	49,840	52,360	38,080	55,160	58,520
Чистый доход, тыс. руб./га	10,494	26,416	28,140	15,185	31,385	33,945
Себестоимость продукции, тыс. руб./т	19,107	13,160	12,952	16,835	12,069	11,758
Уровень рентабельности, %	47	113	116	66	132	138

Увеличение выручки с повышением нормы высева отмечено при возделывании гибрида Смилла (табл. 5). Однако это не всегда сопровождалось увеличением чистого дохода. Наибольшую прибыль от возделывания зарубежного гибрида при рядовом способе посева отмечали в варианте с нормой высева 2 млн шт./га (15,934 тыс. руб./га). Высокая урожайность варианта с

сочетанием ширококрядного способа посева и нормы высева 3 млн шт./га нивелировала высокую стоимость семенного материала и обеспечила получение наибольшей прибыли – 17,254 тыс. руб./га. Для этих же вариантов характерны наибольший уровень рентабельности и наименьшая себестоимость продукции.

Таблица 5

Экономическая оценка возделывания ярового рапса гибрида Смилла, среднее за 2017-2019 гг.

Показатели	Рядовой посев			Ширококрядный посев		
	норма высева, млн шт./га					
	1	2	3	1	2	3
Производственные затраты, тыс. руб./га	28,242	34,746	41,200	28,557	35,032	41,546
Выручка, тыс. руб./га	40,600	50,680	54,320	39,760	44,800	58,800
Чистый доход, тыс. руб./га	12,358	15,934	13,120	11,203	9,768	17,254
Себестоимость продукции, тыс. руб./т	19,477	19,197	21,237	20,111	21,895	19,784
Уровень рентабельности, %	44	46	32	39	28	42

В целом, по уровню рентабельности самый низкий показатель по сорту Ратник (47%) был сопоставим с лучшим вариантом

по сорту Смилла (46%). Низкие показатели уровня рентабельности при выращивании зарубежного гибрида объясняются значи-

тельными производственными затратами, связанными с высокими закупочными ценами на семена гибрида.

**Выводы.** По уровню урожайности изучаемые варианты обеспечивали одинаковую урожайность по сортам и способам посева. Увеличение нормы высева до 2-3 млн семян/га способствует повышению урожайности. Экономическая оценка изучаемых вариантов показала, что возделывание сорта Ратник в условиях Среднего Предуралья

является наиболее выгодным. Высокая урожайность зарубежного гибрида не позволяет эффективно покрыть затраты на приобретение его семян.

При наличии у хозяйствующего субъекта свободной техники и рабочей силы для проведения междурядных обработок яровой рапс целесообразно высевать широкорядным способом с нормой высева 3 млн семян/га.

#### Литература

1. Поцелуев О. М. Оптимизация сортовых технологий возделывания ярового рапса в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 5. С. 25-32.
2. Нурлыгаянов Р. Б., Филимонов А. Л. Производство семян ярового рапса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4. С. 20-22.
3. Артемов И. В., Карпачев В. В. Рапс – масличная и кормовая культура. Липецк: Ориус, 2005. 144 с.
4. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Особенности технологии возделывания рапса в Западной Сибири // Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные, кормовые и энергетические цели: Сб. науч. докл. междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2005. С. 152-155.
5. Новоселов Ю. К., Ян Л. В. Факторы стабильности урожая ярового рапса // Кормопроизводство. 2002. № 10. С. 17-20.
6. Федотов В. А., Гончаров С. В., Савенков В. П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с.
7. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Сортоиспытание рапса ярового в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник ОмГАУ. 2016. № 4 (24). С. 21-25.
8. Comparison of transcriptomes undergoing waterlogging at the seedling stage between tolerant and sensitive varieties of *Brassica napus* L. / Xi-ling ZOU [et al.] // Journal of Integrative Agriculture. 2015. Vol. 14. Is. 9. Pp. 1723-1734.
9. Sohrabi M., Zebarjadi A., Najafy A., Kahrizi D. Isolation and sequence analysis of napin seed specific promoter from Iranian Rapeseed (*Brassica napus* L.) // Gene. 2015. Vol. 563. Is. 2. Pp. 160-164.
10. Гущина В. А., Лыкова А. С., Токарева И. Н. Технологические приемы возделывания ярового рапса и их энергетическая и экономическая эффективность // Нива Поволжья. 2010. № 2 (15). С. 14-20.
11. Beckie H. J., Johnson E. N., Blackshaw R. E., Gan Y. Weed suppression by canola and mustard cultivars // Weed Technol. 2008. Vol. 22. Pp. 182-185.
12. Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grained cereals in a direct-seeded system / K. N. Harker [et al.] // Weed Sci. 2011. Vol. 59. Pp. 404-415.
13. Гущина В. А., Лыкова А. С. Экономическая оценка эффективности возделывания ярового рапса в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2012. № 2 (23). С. 99-103.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
15. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы. М.: Роснисиагропром, 2000.
16. Акманаев Э. Д. Инновационные технологии в агробизнесе: учебное пособие. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
17. Шишкин А. А., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Влияние нормы высева и способа посева на продуктивность маслосемян и структуру урожайности сортов ярового рапса в Среднем Предуралье // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 4. С. 20-22.

**ECONOMIC ASSESSMENT OF SOWING METHODS  
AND SOWING RATE IN AGRO-TECHNIQUE  
OF SPRING RAPESEED OF RATNIK VARIETY AND SMILLA HYBRID  
IN THE MIDDLE PREDURALIE**

**A. A. Shishkin**, Postgraduate Student;  
**E. D. Akmanaev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;  
**A. S. Bogatyreva**, Cand. Agr. Sci.,  
Perm State Agro-Technological University,  
23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990  
E-mail: akmanaev@mail.ru

**ABSTRACT**

The article presents the results on the yield and economic assessment of sowing methods and rates of sowing spring rapeseed of Ratnik variety and Smilla hybrid in the Middle Preduralie. The assessment was made based on the results of a field three-factor experience conducted in 2017-2019 on the turf-fine-grained heavy-grained soil of the training and scientific experimental field of the Perm State Agro-Technological University. The economic assessment of the techniques for sowing spring rapeseed was carried out on the basis of yield, level of expenses and revenue obtained from the sale of oil seeds for fodder. Production costs for cultivating crops were carried out according to technological maps at comparable prices in 2020. As a result of the calculations, the cost price, net income and level of profitability of the studied options were determined. The highest yield of the Ratnik variety was obtained in the version with a combination of a wide-range sowing method and a sowing rate of 3 million pcs/ha (2.09 t/ha). The Smilla hybrid also generated the greatest yield at a sowing rate of 3 million pcs/ha for both methods of sowing. Regarding the results of the economic assessment, the highest profitability (138%) and net profit (33.945 thousand rubles/ha) were noted in the Ratnik variety. The largest profitability of Smilla hybrid seeds was 46%. The low level of profitability of the foreign hybrid is due to the significant production costs associated with high purchase prices for seed material.

*Keywords: spring rape, variety, hybrid, sowing method, sowing rate, yield, economic assessment.*

**References**

1. Potseluev O. M. Optimizatsiya sortovykh tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo rapsa v usloviyakh lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri (Optimization of varietal technologies for cultivating spring rapeseed in the forest-steppe zone of Western Siberia), Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki, 2013, No. 5, pp. 25-32.
2. Nurlygayanov R. B., Filimonov A. L. Proizvodstvo semyan yarovogo rapsa (Production of spring rapeseed seeds), Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal, 2018, No. 4, pp. 20-22.
3. Artemov I. V., Karpachev V. V. Raps – maslichnaya i kormovaya kul'tura (Raps - oilseed and fodder culture), Lিপেটস্ক, Orius, 2005, 144 p.

4. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S. Osobennosti tekhnologii vozdel'yvaniya rapsa v Zapadnoi Sibiri (Features of rapeseed cultivation technology in Western Siberia), Raps – kul'tura XXI veka: aspekty ispol'zovaniya na prodovol'stvennye, kormovye i energeticheskie tseli: Sb. nauch. dokl. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Lipetsk, 2005, pp. 152-155.
5. Novoselov Yu. K., Yan L. V. Faktory stabil'nosti urozhaya yarovogo rapsa (Spring rapeseed crop stability factors), Kormoproizvodstvo, 2002, No. 10, pp. 17-20.
6. Fedotov V. A., Goncharov S. V., Savenkov V. P. Raps Rossii (Colza of Russia), M., Agroliga Rossii, 2008, 336 p.
7. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S. Sortoispytanie rapsa yarovogo v usloviyakh yuzhnoi lesostepi zapadnoi Sibiri (Field testing of spring rapeseed in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia), Vestnik OMGU, 2016, No. 4 (24), pp. 21-25.
8. Comparison of transcriptomes undergoing waterlogging at the seedling stage between tolerant and sensitive varieties of *Brassica napus* L., Xi-ling ZOU [et al.], Journal of Integrative Agriculture, 2015, Vol. 14, Is. 9, pp. 1723-1734.
9. Sohrabi M., Zebarjadi A., Najafy A., Kahrizi D. Isolation and sequence analysis of napin seed specific promoter from Iranian Rapeseed (*Brassica napus* L.), Gene, 2015, Vol. 563, Is. 2, pp. 160-164.
10. Gushchina V. A., Lykova A. S., Tokareva I. N. Tekhnologicheskie priemy vozdel'yvaniya yarovogo rapsa i ikh energeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' (Technological techniques of spring rapeseed cultivation and their energy and economic efficiency), Niva Povolzh'ya, 2010, No. 2 (15), pp. 14-20.
11. Beckie H. J., Johnson E. N., Blackshaw R. E., Gan Y. Weed suppression by canola and mustard cultivars, Weed Technol., 2008, Vol. 22, pp. 182-185.
12. Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grained cereals in a direct-seeded system, K. N. Harker [et al.], Weed Sci., 2011, Vol. 59, pp. 404-415.
13. Gushchina V. A., Lykova A. S. Ekonomicheskaya otsenka effektivnosti vozdel'yvaniya yarovogo rapsa v lesostepi Srednego Povolzh'ya (Economic assessment of the efficiency of cultivating spring rapeseed in the forest-steppe of the Middle Volga region), Niva Povolzh'ya, 2012, No. 2 (23), pp. 99-103.
14. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Technique of field experiment), M., ID Al'yans, 2011, 352 p.
15. Tipovye normy vyrabotki i raskhoda topliva na sel'skokhozyaistvennye mekhanizirovannye raboty (Standard fuel production and consumption rates for agricultural mechanized works), M., Rosnisagroprom, 2000.
16. Akmanaev E. D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agribusiness), uchebnoe posobie, Perm', FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 335 p.
17. Shishkin A. A., Bogatyreva A. S., Akmanaev E. D. Vliyanie normy vyseva i sposoba poseva na produktivnost' maslosemyan i strukturu urozhainosti sortov yarovogo rapsa v Srednem Predural'e (Impact of sowing rate and sowing method on oil seed productivity and crop structure of spring rapeseed varieties in the Middle Urals), Vestnik Kurganskoi GSKhA, 2019, No. 4, pp. 20-22.

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10019

УДК 612.11 : 636.2.034

### ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС МОЛОДЫХ ДОЙНЫХ КОРОВ В ОДНОМ ИЗ ХОЗЯЙСТВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

**Е. В. Байдак**, аспирант;

**Н. Б. Никулина**, д-р ветеринар. наук, доцент;

**В. М. Аксенова**, д-р биол. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: uralskay114@yandex.ru

*Аннотация.* Исследован гематологический статус молодых дойных коров черно-пестрой породы массой 490-520 кг в возрасте 1-2 лактации в первую фазу лактации, содержащихся в одном из хозяйств Пермского края. Зоогигиенические параметры коровника соответствовали нормативным требованиям. Отмечен дисбаланс питательных веществ в рационе животных. Наблюдали изменение клинического статуса, которое проявлялось симптомами бурсита у одного животного и клиническими признаками нарушения функционирования органов желудочно-кишечного тракта у другой коровы. У клинически здоровых животных в крови содержание гемоглобина, средняя концентрация его в эритроците, гематокрит, число нейтрофилов не достигали нижних границ среднестатистических значений, а количество эозинофилов в крови достоверно уменьшалось по сравнению с референтными значениями. Показатели тромбоцитарного звена у всех коров соответствовали референтным значениям. Регистрировали резкое увеличение ИСЛЭ и уменьшение ИСЛ по сравнению со среднестатистическими показателями. В крови больных животных отмечали повышение количества эритроцитов и лейкоцитов, гемоглобина, гематокрита, числа нейтрофилов и эозинофилов и одновременное уменьшение числа тромбоцитов и тромбокриты по сравнению с таковыми у здоровых коров. Сорбционная способность эритроцитов у больных животных увеличивалась по сравнению с таковым у здорового крупного рогатого скота. Выявленные нами особенности гематологического статуса у клинически здоровых коров обусловлены адаптационными реакциями организма как к технологическим процессам, так и к физиологическим родам и лактации. Развитие патологических процессов у двух животных и более глубокие нарушения гематологического статуса могут быть следствием индивидуальной чувствительности организма к отмеченным нами факторам.

*Ключевые слова:* дойные коровы, гематологический статус, интегральные индексы, возраст.

**Введение.** Внедрение прогрессивных способов содержания животных в молочном скотоводстве предусматривает повышение продуктивности, которое определяется рациональным использованием биологических особенностей молочных коров [1, 2].

Очевидно, что только при стабильном и качественном выполнении основных технологических процессов на ферме возможна полная реализация генетических возможностей животных. Иногда выбранные технологические приемы кормления и содержания скота не способствуют нормальному функционированию систем организма животного [2, 3]. При изменении внешних условий животные всегда стремятся к равновесию и сохранению постоянства гомеостаза, иногда в ущерб здоровью [4].

Как известно, кровь является маркером физиологического состояния организма. В связи с этим, исследование функционального состояния дойных коров, в частности, гематологического статуса в том или ином хозяйстве представляет существенный интерес для оценки рисков при нарушении кормления и содержания.

*Целью исследования* явилась оценка гематологического статуса молодых дойных коров в одном из хозяйств Пермского края.

**Методика.** Исследование проводили в СПК «Колхоз им. Чапаева» Кунгурского района на дойных коровах (n=10) чернопестрой породы массой 490-520 кг в возрасте 1-2 лактации в первую фазу лактации. Система содержания была круглогодичной стойловой с применением пассивного мотрона на выгульной площадке. Рацион животных включал 25 кг силоса (смесь клевера и злаковых трав), 10 кг сенажа (козлятник), 6 кг комбикорма, 1,5 кг жмыха подсолнечного и кормовой соли.

Клиническое состояние здоровья скота оценивали по общепринятой методике. До утреннего кормления отбирали кровь вакуумным способом у коров, используя пункцию хвостовой вены. На анализаторе марки VetScan HM 5 измеряли количество эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, средний объем эритроцита (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците (MCHC), коэффициент вариации размеров эритроцитов (RDW-cv), ширину распределения эритроцитов по объему (RDW-sd), число лейкоцитов, лимфоцитов, моноцитов, базофилов, эозинофилов, нейтрофилов, тромбоцитов, тромбоцит (PCT), средний объем тромбоцита (MPV), коэффициент вариации размеров тромбоцитов (PDW-cv), ширину распределения тромбоцитов по объему (PDW-sd). Рассчитывали индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ), индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ), лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ), индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК). Сорбционную способность эритроцитов определяли по методу А.Я. Тогайбаева (1988). Лабораторные исследования проводились в лаборатории освоения агрозоотехнологий ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Полученные данные обрабатывались методом вариационной статистики в стандартном пакете Microsoft Excel.

**Результаты.** При изучении зооигиенических параметров в коровнике в летний период установлено, что концентрация сероводорода, аммиака и углекислого газа в воздухе помещения соответствовала нормативным значениям. Влажность воздуха была на уровне 79 %, температура воздуха со-

ставила 17-20°С, скорость движения воздуха – 0,4 м/с.

Отмечен дисбаланс питательных веществ в рационе дойных животных. Так, в рационе было ниже нормативных данных содержание сахара в среднем на 43 %, сухого вещества – на 26 %, сырого жира – на 10 %, сырой клетчатки – на 12 %, фосфора – на 9 %, но обнаружен избыток кальция на 16 % и каротина на 45 %.

У всех коров отмечали среднюю упитанность, наличие аппетита и жвачки. Температура тела животных, частота дыхания и пульса были в пределах нормальных физиологических значений. При этом у двух коров наблюдали изменение клинического статуса, которое у одной из них проявлялось симптомами бурсита (утолщение скакательных суставов, болезненность при пальпации) и клиническими признаками нарушения функционирования органов желудочно-кишечного тракта (гнилостный запах из ротовой полости, частая дефекация, жидкий кал) у другой коровы.

Данные гематологических показателей животных суммированы в таблицах 1 и 2. Как видно из таблицы 1, у клинически здо-

ровых коров в крови содержание гемоглобина, средняя концентрация его в эритроците и гематокрит не достигали нижних границ среднестатистических значений (табл. 1). В крови больного животного с симптомами бурсита наблюдали повышение количества красных клеток в крови до  $8,6 \cdot 10^{12}/л$ , гемоглобина – до 105 г/л, гематокрита – до 39,4 %. Изменение функции органов желудочно-кишечного тракта у другой коровы сопровождалось увеличением числа эритроцитов в среднем на 34 %, содержания гемоглобина – на 43 %, гематокрита – на 46 % по сравнению с таковыми у клинически здоровых животных. При этом коэффициент вариации размеров эритроцитов у больных коров оставался таким же, как у здоровых животных.

Известно, эритроциты обладают выраженной адсорбирующей способностью, что позволяет им переносить ряд веществ (аминокислоты, гормоны, факторы свертывающей и антисвертывающей систем крови и другие вещества) [5]. Способность сорбировать разные вещества свидетельствует о состоянии мембран.

Таблица 1

Показатели красной крови здоровых дойных коров,  $M \pm m$

Показатели	Клинически здоровые коровы	Референтные значения
Эритроциты, $10^{12}/л$	$7,0 \pm 0,3$ (6,5-7,51)	5,0-7,5
Гемоглобин, г/дл	$84,0 \pm 1,0$ (82,0-95,4)	100,0-129,0
Гематокрит, %	$30,3 \pm 1,2$ (28,5-32,1)	35,0-45,0
MCV, $мкм^3$	$43,7 \pm 1,7$ (38,0-49,0)	40,0-60,0
MCH, pg	$12,1 \pm 0,8$ (10,9-14,8)	11,0-17,0
MCHC, г/дл	$27,8 \pm 0,7$ (26,5-28,7)	30,0-36,0
RDW-cv, %	$20,8 \pm 0,9$ (19,4-22,3)	
RDW-sd, $мкм^3$	$35,2 \pm 0,6$ (32,8-37,5)	

Результаты наших исследований показали, что сорбционная способность эритро-

цитов у клинически здоровых животных в среднем составила  $42,4 \pm 0,2$  %, у больных

–  $48,6 \pm 0,1$  %, что свидетельствует о нарушении физико-химических свойств мембран и структуры эритроцитов у больных коров.

В настоящее время оценка лейкоцитарной формулы крови и математических интегральных индексов широко используется для характеристики адаптационных реакций организма и состояния различных звеньев иммунной системы [6, 7].

При изучении количественного состава клеток белой крови выявлено, что у клинически здоровых животных по сравнению с

референтными значениями количество эозинофилов в крови достоверно уменьшалось, а число нейтрофилов не достигало нижней границы нормы (табл. 2). У больной коровы с признаками патологии органов ЖКТ увеличивалось содержание лейкоцитов в крови до  $7,4 * 10^9$ /л, число нейтрофилов до 29,5 %, эозинофилов – до 1,0 %, у животного с симптомами воспаления суставов – до  $8,1 * 10^9$ /л, 30,6 % и 1,4 % соответственно. Кроме того, количество моноцитов в крови коровы с признаками бурсита повышалось до 8,7 %.

Таблица 2

Лейкоцитарная формула и интегральные индексы здоровых дойных коров,  $M \pm m$

Показатели	Клинически здоровые коровы	Референтные значения
Лейкоциты, $10^9$ /л	$6,0 \pm 0,4$ (5,4-6,7)	4,5-12,0
Базофилы, %	$0,3 \pm 0,03$ (0,2-0,3)	0-2,0
Эозинофилы, %	$0,8 \pm 0,1$ (0,6-0,9)	3,0-8,0
Нейтрофилы, %	$24,7 \pm 1,4$ (20,0-27,1)	26,0-37,0
Лимфоциты, %	$68,7 \pm 1,2$ (63,5-65,9)	40,0-65,0
Моноциты, %	$3,7 \pm 0,5$ (3,0-4,5)	2,0-7,0
ИСНМ	$5,7 \pm 0,6$ (3,1-8,0)	5,0-11,0
ИСЛМ	$13,2 \pm 1,4$ (14,8-17,6)	10,0-20,0
ИСЛЭ	$78,6 \pm 2,2$ (46,5-83,4)	9,0-13,0
ЛГИ	$2,3 \pm 0,1$ (2,0-2,3)	1,6
ИСЛ	$0,4 \pm 0,01$ (0,4-0,5)	0,6

У здоровых животных отмечали резкое увеличение ИСЛЭ в 6 раз и уменьшение ИСЛ на 33 % по сравнению с референтными значениями (табл. 2). У больной коровы с симптомами нарушения работы органов желудочно-кишечного тракта регистрировали увеличение ИСЛМ в среднем на 27 % по сравнению с таковыми здорового крупного рогатого скота. У животного с признаками воспаления суставов ИСНМ повышался в среднем на 41 %, ИСЛМ – на 12 %, ИСЛЭ – на 27 %, ЛГИ – на 56 % по сравне-

нию с таковыми коровы с симптомами болезней ЖКТ, что показывает еще большее снижение иммунологической реактивности организма.

Показатели тромбоцитарного звена у всех животных соответствовали референтным значениям (табл. 3), однако у больных коров регистрировали уменьшение числа тромбоцитов до  $(216,0 - 218,0) * 10^9$ /л и тромбокрита до 0,13-0,15 %.

Адаптационные механизмы максимально поддерживают процесс обеспечения

гомеостаза организма, которые характеризуются изменением процессов гемоцитопоза в организме животных в зависимости от

периода роста, развития, физиологического состояния и уровня кормления [8-10].

Таблица 3

Тромбоцитарное звено у дойных коров,  $M \pm m$

Показатели	Клинически здоровые коровы	Референтные значения
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	$278,3 \pm 4,9$ (231,0-333,0)	200,0-700,0
MPV, $\text{мкм}^3$	$6,7 \pm 0,3$ (6,4-7,4)	6,0-9,0
PCT, %	$0,18 \pm 0,02$ (0,16-0,21)	0,1-0,4
PDW-с, %	$30,2 \pm 0,8$ (28,4-33,5)	
PDW-с, $\text{мкм}^3$	$8,1 \pm 0,2$ (7,0-10,4)	

При обсуждении полученных данных, на наш взгляд, необходимо затронуть несколько вопросов. Во-первых, ранняя фаза лактации является наиболее критическим периодом в лактационном цикле коров. В этот период происходит переход животного из родильного отделения в цех раздоя и смена рациона, что является причиной стресса, уменьшения суточной продуктивности и потребления кормов. При этом продолжительность периода восстановления организма коров определяется индивидуальными особенностями животного. Исследованиями ряда авторов показано, что наибольшее число эритроцитов в крови коров при нормальном содержании гемоглобина наблюдается в начале лактации. Ко второй декаде лактационного периода количество красных клеток в крови и уровень гемоглобина несколько падают и нарастают в период максимального раздоя. Впоследствии концентрация эритроцитов вновь снижается. Содержание в крови гемоглобина по ходу лактационного периода носит характер спадающей кривой (с 3-го по 10-й месяц лактации). Средний объем эритроцитов в начале лактационного периода снижается, и не изменяется до окончания лактации [11].

В период максимальных удоев содержание эритроцитов, гемоглобина в крови и гематокрит у коров увеличивается. В том случае, когда уровень кормления не соответствует интенсивности обмена у высокопродуктивных коров, показатели красной крови снижаются [9]. Высокий уровень предыдущей лактации может оказать отрицательное влияние на гематологические показатели животных. Однако, некоторые исследователи считают, что при прочих равных условиях высокопродуктивный скот имеет более высокую концентрацию гемоглобина, эритроцитов, гематокрит, MCV, MCHC, MCH по сравнению с менее продуктивными животными [12].

На 30-й день лактации отмечается максимальное содержание лейкоцитов в крови, а затем их количество возвращается к исходному значению. Кроме того, происходят изменения в лейкоцитарной формуле крови, которые сопровождаются повышением процента лимфоцитов и снижением числа нейтрофилов [10, 11].

Во-вторых, в поддержании лактации на высоком уровне в период физиологического стресса огромную роль, безусловно, играет эндокринная система. К комплексу гормонов, ответственных за индукцию и поддер-

жание синтеза молока, относятся эстрогены, прогестерон, гормоны щитовидной железы, кортикостероиды, пролактин, инсулин, гормон роста [13, 14]. По данным исследователей, в первые месяцы лактации щитовидная железа более активно функционирует, чем в последующие периоды. Установлено, что в течение первого месяца после отела концентрация тиреоидных гормонов в крови остается на низком уровне, а затем, с повышением удоев, их содержание в крови увеличивается. Во второй половине лактации по мере снижения удоев и увеличения срока стельности уровень тироксина и трийодтиронина постепенно снижается [15-17].

Известно, что инсулин участвует в биосинтезе компонентов молока и в регуляции и поддержании лактации животных. Минимальное содержание инсулина в крови зарегистрировано в начале лактации, и оно не зависит от уровня кормления. Это увеличивает доступность энергетических и белковых соединений для молокообразования путем снижения их использования в инсулинчувствительных тканях. По ходу лактации концентрация инсулина постепенно повышается и достигает наиболее высокого значения в период запуска. Более высокая концентрация гормона в крови у менее продуктивных животных может быть объяснена тем, что у них меньшее количество глюкозы расходуется молочной железой на синтез молока и, соответственно, большее количество инсулина требуется для поддержания ее нормального уровня в крови. На втором-третьем месяцах лактации у коров обнаружена минимальная концентрация гормона в крови [13, 17]. Что касается тиреоидных гормонов, то более высокий уровень тестостерона в крови во все периоды лактации был выше у животных с меньшей

молочной продуктивностью [18, 19]. Установлено, что у коров в начале лактации, с повышением удоев, содержание кортизола в крови остается на одном уровне. По мере снижения продуктивности (во второй половине лактации) уровень этого гормона увеличивается и достигает максимума к моменту отела [13, 20].

В-третьих, дисбаланс питательных веществ в рационе сказывается на функционировании всего организма. Так, при недостатке энергии и легкоусвояемых углеводов (сахара) в рационах коров белки и аминокислоты расходуются на энергетические нужды, что повышает потребность в протеине на 20-30 % [21]. Дефицит сахара в кормах способствует изменению рН рубцового содержимого и приводит к снижению интенсивности бродильных процессов и изменению состава микрофлоры в рубце. Избыток кальция в рационе животных в первые дни лактации приводит к нарушению абсорбции его из кишечника и резорбции этого элемента из костной ткани [22]. Высокое содержание в рационе кальция, калия и фтора, а также дефицит витаминов А и Е снижают активность щитовидной железы [23].

Следовательно, активность гемопоеза у коров зависит не только от условий кормления животных, но и от фазы лактации, уровня молочной продуктивности и активности эндокринной системы.

Отмеченные нами изменения показателей красной крови у клинически здоровых коров могут свидетельствовать об усилении процессов кроветворения в первую фазу лактации. Уменьшение количества эозинофилов в периферической крови, вероятно, связано с активацией миграции их в молочную железу и матку. Секретируя биологически активные факторы (например, цито-

кины), эозинофилы способствуют ускорению восстановительных реакций этих тканей, проявляя провоспалительные эффекты.

Возникновение симптомов бурсита и нарушения функционирования органов желудочно-кишечного тракта привело к изменению гематологического статуса коров и свидетельствовало о срыве компенсаторных процессов при формировании адаптивных реакций у этих животных.

Исследованиями ряда авторов показано, что любая стрессовая реакция организма сопровождается подъемом уровня активных форм кислорода и повышением оксидативного статуса, что является результатом адаптационного процесса [24, 25]. При возникновении технологического стресса в сыворотке крови коров повышалось содержание как промежуточных, так и конечных продуктов перекисного окисления липидов. Активация свободноради-

кального окисления способствовала изменению проницаемости эритроцитарных мембран, о чем свидетельствовало повышение ССЭ коров.

**Выводы.** В целом условия кормления и содержания животных в возрасте 1-2 лактации в данном хозяйстве отвечали физиологическим потребностям коров. Выявленные нами изменения гематологического статуса у клинически здоровых коров обусловлены адаптационными реакциями организма как к технологическим процессам, так и к физиологическим родам и лактации. Развитие патологических процессов у двух животных и более глубокие нарушения гематологического статуса могут быть следствием индивидуальной чувствительности организма к отмеченным нами факторам. Результаты данного исследования актуальны для оценки воздействия техногенных факторов на крупный рогатый скот.

#### Литература

1. Мищенко В. А. Анализ причин заболеваний высокопродуктивных коров // Вестник ОрелГАУ. 2008. № 2. Т. 11. С. 20-24.
2. Батраков А. Я., Яшин А. В., Донская Т. К., Винникова С. В. Состояние обмена веществ у высокопродуктивных коров, его коррекция и профилактика // Ветеринария. 2017. № 7. С. 43-46.
3. Требухов А. В. Клинико-биохимические аспекты кетоза у молочных коров // Ветеринария. 2017. № 10. С. 46-49.
4. Евглевский А. А. Метаболический ацидоз у высокопродуктивных коров: причины, последствия, профилактика / А. А. Евглевский, В. Н. Скира, Е. П. Евглевская [и др.] // Ветеринария. 2017. № 5. С. 45-48.
5. Аксенова В. М., Осипов А. П. Морфология и физиология системы крови: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2019. 123 с.
6. Никулина Н. Б., Аксенова В. М. Оценка неспецифической резистентности и адаптационных способностей у крупного рогатого скота отечественной и зарубежной селекции при использовании некачественных кормов и разных условиях содержания // Ветеринария и кормление. 2010. № 2. С. 30-31.
7. Никулина Н. Б., Аксенова В. М. Клинико-иммунологическая характеристика телят при бронхопневмонии разной степени тяжести // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011. № 11-12. С. 78-84.
8. Ливощенко Е. М. Эритроцитопоз коров в зависимости от физиологического состояния организма // Животноводство и ветеринарная медицина. 2016. № 4 (23). С. 57-59.
9. Андреев А. И., Менькова А. А., Ерофеев В. И., Шилов В. Н. Изменение состава крови коров в зависимости от условий их кормления // Ветеринарный врач. 2017. № 6. С. 56-60.
10. Radkowska I., Herbut E. Hematological and biochemical blood parameters in dairy cows depending on the management system // Animal Science Papers and Reports. 2014. Vol. 32 (4). Pp. 317-325.
11. Кузовлев С. В. Функциональное состояние эритроцитов крови нетелей и коров разного уровня продуктивности в стойловый период // Достижения ветеринарной медицины - XXI века: Материалы международной научной конференции, посвященной 40-летию ИВМ АГАУ. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. Ч. 2. С. 52-53.

12. Roland L., Drillich M., Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2014. Vol. 26 (5). Pp. 592–598.
13. Дворецкая Т. Н. Гормональный статус у коров и выделение гормонов с молоком на разных стадиях лактации: дис. ... канд. биол. наук. Боровск: ВНИИ физиологии, биохимии и питания с.-х. животных, 2000. 154 с.
14. Востроилов А. В., Лободин К. А. Воспроизводительная способность краснопестрых коров Воронежского типа // *Зоотехния*. 2012. № 9. С. 30-31.
15. Бунцева Е. Г., Ерёмченко В. И. Функциональные резервы щитовидной железы у лактирующих коров в разные фазы лактации // *Вестник Курской ГСХА*. 2013. № 3. С. 61-62.
16. Карпенкова К. В., Ерёмченко В. И., Кибкало Л. И. Функциональная активность щитовидной железы и коры надпочечников у лактирующих коров с разным уровнем молочной продуктивности // *Вестник Курской ГСХА*. 2014. № 8. С. 67-69.
17. Chalmeh A. Insulin Resistance in Different Physiological States of High Producing Holstein Dairy Cows / A. Chalmeh, M. Pourjafar, S. Nazifi [et al.] // *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. Vol. 43. Pp. 1255.
18. Еременко В. И., Выговтов А. А. Динамика стероидных гормонов и липидных показателей в крови лактирующих коров // *Вестник Курской ГСХА*. 2015. № 2. С. 71-72.
19. Goyon A. Determination of steroid hormones in bovine milk by LC-MS/MS and their levels in Swiss Holstein cow milk / A. Goyon, J. Z. Cai, K. Kraehenbuehl [et al.] // *Food Addit Contam*. 2016. Vol. 33 (5). Pp. 804-816.
20. Wise M. E. Hormonal Alterations in the Lactating Dairy Cow in Response to Thermal Stress / M. E. Wise, O. V. Armstrong, J. T. Huber [et al.] // *University of Arizona Tucson*. 1988. Vol. 71. Pp. 2480-2485.
21. Романенко Л. В., Волгин В. И. Особенности кормления и системы рационов для высокопродуктивных молочных коров // *Сельскохозяйственная биология*. 2007. № 4. С. 20-27.
22. Тюренкова Е. Н., Васильева О. Р. Кормление как основной фактор продуктивного долголетия молочной коровы // *Farm animals*. 2014. № 2. С. 100-110.
23. Coroian C. O. Biochemical and Haematological Blood Parameters at Different Stages of Lactation in Cows / C. O. Coroian, V. Mireşan, A. Coroian [et al.] // *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 2017. Vol. 74 (1). Pp. 31-36.
24. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: «Наука», 1972. 252 с.
25. Koshoridze N. I. Quantitative Alterations in the Products of Lipid Peroxidation under Stress / N. I. Koshoridze, K. O. Menabde, Z. T. Kuchukashvili [et al.] // *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. Vol. 6. 2010. Pp. 4-9.

## HEMATOLOGIC STATUS OF YOUNG DAIRY COWS IN THE FARMS OF THE PERMSKIY KRAY

**E. V. Baydak**, Postgraduate Student

**N. B. Nikulina**, Dr. Vet. Sci., Associate Professor

**V. M. Aksenova**, Dr. Boil. Sci., Professor

Perm State Agro-Technological University,

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

E-mail: uralskay114@yandex.ru

### ABSTRACT

The authors studied the hematological status of young milking cows of black-motley breed weighing 490-520 kg at the age of 1-2 lactation in the first phase of lactation, contained in one of the farms of Permskiy Kray. Zoo-hygienic parameters of the cow-house met the regulatory requirements. An imbalance of nutrients in the diet of animals was noted. A change in clinical status was observed, which was manifested by symptoms of bursitis in one animal and by clinical signs of malfunctioning of the gastrointestinal tract in another cow. In clinically healthy animals, blood hemoglobin content, average erythrocyte concentration, hematocrit, neutrophil number did not reach lower limits of average values, and

blood eosinophils quantity was significantly reduced compared to reference values. Platelet link values in all cows were consistent with reference values. A sharp increase in ISE and a decrease in LIS compared to the average were recorded. In the blood of the sick animals, an increase in the number of erythrocytes and leukocytes in the blood, hemoglobin, hematocrit, the number of neutrophils and eosinophils and a simultaneous decrease in the number of platelets and thrombocrit compared to those of healthy cows were noted. The sorption capacity of erythrocytes in sick animals increased compared to that of healthy cattle. The features of hematological status revealed by the authors in clinically healthy cows are due to adaptation reactions of the body, both to technological processes and to physiological births and lactation. The development of pathological processes in two animals and deeper disorders of hematological status can be a consequence of individual sensitivity of the body to the factors noted by the authors.

*Keywords: dairy cows, hematological status, integral indices, age.*

### References

1. Mishchenko V. A. Analiz prichin zabolevanii vysokoproduktivnykh korov (Analysis of causes of diseases of highly productive cows), Vestnik OrelGAU, 2008, No. 2, T. 11, pp. 20-24.
2. Batrakov A. Ya., Yashin A. V., Donskaya T. K., Vinnikova S. V. Sostoyanie obmena veshchestv u vysokoproduktivnykh korov, ego korrektsiya i profilaktika (The state of metabolism in high-yielding cows, its correction and prevention), Veterinariya, 2017, No. 7, pp. 43-46.
3. Trebukhov A. V. Kliniko-biokhimicheskie aspekty ketoza u molochnykh korov (Clinical and biochemical aspects of ketosis in dairy cows), Veterinariya, 2017, No. 10, pp. 46-49.
4. Metabolicheskii atsidoz u vysokoproduktivnykh korov: prichiny, posledstviya, profilaktika (Metabolic acidosis in highly productive cows: causes, consequences, prevention), A. A. Evglevskii, V. N. Skira, E. P. Evglevskaya [i dr.], Veterinariya, 2017, No. 5, pp. 45-48.
5. Aksenova V. M., Osipov A. P. Morfologiya i fiziologiya sistemy krovi (Morphology and physiology of the blood system), uchebnoe posobie, Perm', IPTs «Prokrost», 2019, 123 p.
6. Nikulina N. B., Aksenova V. M. Otsenka nespetsificheskoi rezistentnosti i adaptatsionnykh sposobnosti u krupnogo rogatogo skota otechestvennoi i zarubezhnoi selektsii pri ispol'zovanii nekachestvennykh kormov i raznykh usloviyakh sodержaniya (Assessment of non-specific resistance and adaptability in domestic and foreign cattle breeding when using low-quality feed and different conditions of maintenance), Veterinariya i kormlenie, 2010, No. 2, pp. 30-31.
7. Nikulina N. B., Aksenova V. M. Kliniko-immunologicheskaya kharakteristika telyat pri bronkhopnevmonii raznoi stepeni tyazhesti (Clinico-immunological characterization of calves in bronchopneumonia of varying severity), Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki, 2011, No. 11-12, pp. 78-84.
8. Livoshchenko E. M. Eritrotsitopoez korov v zavisimosti ot fiziologicheskogo sostoyaniya organizma (Erythrocytopoiesis in cows depending on the physiological state of the body), Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina, 2016, No. 4 (23), pp. 57-59.
9. Andreev A. I., Men'kova A. A., Erofeev V. I., Shilov V. N. Izmenenie sostava krovi korov v zavisimosti ot uslovii ikh kormleniya (Change in blood composition in cows depending on feeding conditions), Veterinarnyi vrach, 2017, No. 6, pp. 56-60.
10. Radkowska I., Herbut E. Hematological and biochemical blood parameters in dairy cows depending on the management system, Animal Science Papers and Reports, 2014, Vol. 32 (4), pp. 317-325.
11. Kuzovlev S. V. Funktsional'noe sostoyanie eritrotsitov krovi netelei i korov raznogo urovnya produktivnosti v stoilovyi period (Functional state of red blood cells of heifers and cows of different levels of productivity in the stall period), Dostizheniya veterinarnoi meditsiny - XXI veku: Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 40-letiyu IVM AGAU, Barnaul, Izd-vo AGAU, 2002, Ch. 2, pp. 52-53.
12. Roland L., Drillich M., Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine, Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 2014, Vol. 26 (5), pp. 592-598.
13. Dvoret'skaya T. N. Gormonal'nyi status u korov i vydelenie gormonov s molokom na raznykh stadiyakh laktatsii (Hormonal status in cows and release of hormones with milk at different stages of lactation), dis. ... kand. biol. nauk, Borovsk, VNII fiziologii, biokhimii i pitaniya s.-kh. zhivotnykh, 2000, 154 p.
14. Vostroi'lov A. V., Lobodin K. A. Vosproizvoditel'naya sposobnost' krasnoplestrykh korov Voronezhskogo tipa (Reproductive ability of red-motley breed cows of the Voronezh type), Zootekhniya, 2012, No. 9, pp. 30-31.

15. Buntseva E. G., Eremenko V. I. Funktsional'nye rezervy shchitovidnoi zhelezy u laktiruyushchikh korov v raznye fazy laktatsii (Functional thyroid reserves in lactating cows in different lactation phases), Vestnik Kurskoi GSKhA, 2013, No. 3, pp. 61-62.
16. Karpenkova K. V., Eremenko V. I., Kibkalo L. I. Funktsional'naya aktivnost' shchitovidnoi zhelezy i kory nadpochechnikov u laktiruyushchikh korov s raznym urovnem molochnoi produktivnosti (Functional activity of the thyroid gland and adrenal cortex in lactating cows with different levels of milk productivity), Vestnik Kurskoi GSKhA, 2014, No. 8, pp. 67-69.
17. Insulin Resistance in Different Physiological States of High Producing Holstein Dairy Cows, A. Chalmeh, M. Pourjafar, S. Nazifi [et all.], Acta Scientiae Veterinariae, 2015, Vol. 43, pp. 1255.
18. Eremenko V. I., Vytovtov A. A. Dinamika steroidnykh gormonov i lipidnykh pokazatelei v krovi laktiruyushchikh korov (Dynamics of steroid hormones and lipid indices in blood of lactating cows), Vestnik Kurskoi GSKhA, 2015, No. 2, pp. 71-72.
19. Determination of steroid hormones in bovine milk by LC-MS/MS and their levels in Swiss Holstein cow milk, A. Goyon, J. Z. Cai, K. Kraehenbuehl [et all.], Food Addit Contam, 2016, Vol. 33 (5), pp. 804-816.
20. Hormonal Alterations in the Lactating Dairy Cow in Response to Thermal Stress, M. E. Wise, O. V. Armstrong, J. T. Huber [et all.], University of Arizona Tucson, 1988, Vol. 71, pp. 2480-2485.
21. Romanenko L. V., Volgin V. I. Osobennosti kormleniya i sistemy ratsionov dlya vysokoproduktivnykh molochnykh korov (Features of feeding and diet system for highly productive dairy cows), Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 2007, No. 4, pp. 20-27.
22. Tyurenkova E. N., Vasil'eva O. R. Kormlenie kak osnovnoi faktor produktivnogo dolgoletiya molochnoi korovy (Feeding as the main factor in the productive longevity of a dairy cow), Farm animals, 2014, No. 2, pp. 100-110.
23. Biochemical and Haematological Blood Parameters at Different Stages of Lactation in Cows, C. O. Coroian, V. Mireşan, A. Coroian [et all.], Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, 2017, Vol. 74 (1), pp. 31-36.
24. Vladimirov Yu. A., Archakov A. I. Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranakh (Lipid peroxidation in biological membranes), M., «Nauka», 1972, 252 p.
25. Quantitative Alterations in the Products of Lipid Peroxidation under Stress, N. I. Koshoridze, K. O. Menabde, Z. T. Kuchukashvili [et all.], Journal of Stress Physiology & Biochemistry, Vol. 6, 2010, pp. 4-9.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10026

УДК 636.15.042

## **ОЦЕНКА ЖЕРЕБЦОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОРЛОВСКОЙ РЫСИСТОЙ ПОРОДЫ ПО ЭКСТЕРЬЕРУ, РЕЗВОСТИ И КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА**

**Е. М. Бачурина**, канд. с.-х. наук, ассистент;

**В. И. Полковникова**, канд. с.-х. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: cat.zor2014@yandex.ru

*Аннотация.* В статье приведены данные по оценке жеребцов – производителей орловской рысистой породы конного завода ООО «Урожай» по племенным качествам: экстерьеру, резвости, качеству потомства. Оценка результатов племенного использования жеребцов на ранних стадиях является необходимой для формирования племенного ядра орлов-

ской рысистой породы на Западном Урале и практикуется на конном заводе «Урожай». Орловский рысак – это уникальная порода в истории как отечественного, так и мирового животноводства, отличается хорошими экстерьерными показателями. Экспертная оценка за экстерьер жеребцов-производителей ООО «Урожай» составила 3,87-4,25 балла, что свидетельствует о хорошей степени развития корпуса и костяка. Лучшей резвостью на дистанции 1600 метров отличается жеребец-производитель Гайдук, линия Пиона – 2.05,0 мин., на втором месте жеребец-производитель Манок линии Корешка с резвостью 2.10,0 мин., худший результат показал жеребец Убыток линии Болтика – 2.20,1 мин. При установлении влияния экстерьера на резвостные качества получен коэффициент корреляции (rs), равный +0,5, что указывает на тесную и положительную связь между признаками. Таким образом, чем выше балл за экстерьер, тем выше оказываются резвостные показатели лошади. Потомки производителя Гайдука показали самую высокую резвость 2.10,1 мин. по сравнению с потомством других жеребцов, что указывает на более успешное разведение на заводе линии Пиона.

*Ключевые слова:* линия, порода, резвость, экстерьер, промеры, потомство, жеребцы-производители, соревнования.

**Введение.** Лошади орловской рысистой породы должны обладать крепким, массивным телосложением. В связи с этим, необходимо тщательно отбирать в племенной состав жеребцов-производителей и маток, отличающихся массивностью и костистостью [5, 12].

Следует отметить, что оценка результатов соревнований в конном спорте начинается в возрасте 7-8 лет вследствие длительного периода подготовки и испытаний [1]. Чаще всего на практике применяется племенное или спортивное использование жеребцов [6].

Следовательно, работоспособность лошадей в различных странах оценивается по уровню спортивных качеств, которые формируются в процессе тренинга, и оценка происходит в возрасте 3-4 лет [8].

При организации племенной работы с породой важным моментом является оценка молодняка и отбор в производящий состав с учетом их работоспособности [2, 7].

Орловская рысистая порода является первой заводской отечественной породой

лошадей в России [10]. Одна из старейших пород лошадей в России в настоящее время имеет ограниченный генофонд. Современное состояние структуры породы требует введения неотложных мер по ее сохранению [3, 11]. Селекционерам необходимо осознать сложность ситуации, которая возникает при разведении по линиям и приложить все усилия, чтобы не допустить обеднения генофонда [4, 9].

*Целью исследований* является оценка жеребцов-производителей орловской рысистой породы по экстерьеру, резвости и качеству потомства на племенном заводе ООО «Урожай».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить жеребцов-производителей по происхождению, экстерьеру и резвости.
2. Провести оценку потомства жеребцов-производителей по экстерьеру и резвостным качествам.
3. Вывить лучшего жеребца-производителя для племенного разведения.

**Методика.** Исследования были проведены на конном заводе ООО «Урожай» Нытвенского района Пермского края. В работе использовали жеребцов-производителей орловской рысистой породы, работающих наиболее активно в период с 2015 по 2019 гг. Были определены жеребцы-производители, которые стойко передают по наследству не только хорошие экстерьерные, но и резвостные качества.

Экстерьер лошади оценивали по следующим промерам: высота в холке, косая длина туловища, обхват груди, обхват пя-

сти. Для изучения происхождения и работоспособности жеребцов-производителей и их потомства на предприятии были использованы следующие материалы:

- племенная карточка жеребца-производителя;
- паспорта спортивных лошадей;
- племенные книги жеребцов-производителей.

Для установления влияния экстерьера на резвостные качества был рассчитан коэффициент корреляции К. Пирсона по формуле:

$$r_s = 1 - 6 \cdot \Sigma(x - y)^2 / n \cdot (n^2 - 1),$$

где  $x$  – значения, принимаемые переменной  $X$ ,  $y$  – значения, принимаемые переменной  $Y$ ,  $n$  – объем выборок.

Данные, полученные в ходе работы, были обработаны статистическим методом, с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты. На конных заводах, как правило, племенное использование жеребцов-производителей наиболее эффективно по сравнению с кобылами, так как жеребцы

оставляют большее количество потомства, и в связи с этим играют важную роль в совершенствовании породы. Следовательно, на конном заводе «Урожай», важным селекционным приемом является ранняя оценка производительных качеств жеребцов-производителей.

В период с 2001 по 2019 гг. в хозяйстве использовали 24 жеребца-производителя, которые принадлежали к различным линиям, в том числе и уходящим (табл.1).

Таблица 1

Характеристика линейной принадлежности жеребцов-производителей

Линия	Количество жеребцов		Резвость на дистанции 1600 м, мин.	
	голов	%	средняя	лучшая
Пиона	5	20,8	2.06,7	2.03,9
Пилота	4	16,7	2.07,2	2.03,2
Болтика	3	12,5	2.08,8	2.03,6
Отбоя	2	8,3	2.23	2.04,7
Пролива	2	8,3	2.08,9	2.07,8
Успеха	2	8,3	2.13,7	2.13,4
Ветра	2	8,3	2.09	2.06,2
Воина	1	4,2	2.11,1	2.11,1
Корешка	1	4,2	2.05,9	2.05,9
Барчука	1	4,2	2.38,5	2.38,5
Вельбота	1	4,2	2.06,3	2.06,3
Итого	24	100	-	-

Из данных таблицы видно, что на конном заводе «Урожай» наиболее распространенными являются линия Пиона – 20,8 % от общего поголовья жеребцов-производителей, также линия Пилота – 16,7 % и линия Болтика – 12,5 %. Следует отметить, что представители перечислен-

ных линий отличаются от остальных лучшей резвостью на дистанции 1600 м – 2.03,5 мин.

Жеребцов-производителей оценили по происхождению, линейной и семейной принадлежности, племенной ценности родителей (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика жеребцов-производителей по происхождению

Кличка	Происхождение	Год рождения	Линия	Семейство	Место рождения
Манок	Крокет – Муза (о. Залп)	2004	Корешка	Молнии	Кемеровский конный завод
Гайдук	Капрон – Гирлянда (о. Водород)	1999	Пиона	Говорущки	Московский конный завод
Убыток	Банк - Улыбка	2004	Болтика	Услады	Завиваловский конный завод

Из данных таблицы 2 видно, что представитель линии Корешка Манок, рожден на Кемеровском конном заводе. Он проходил испытания на Пермском ипподроме, в 2008 году выиграл приз Барса, был участником Всероссийского фестиваля орловского рысака, где в ринге среди жеребцов 4-х лет стал победителем. В 2008 году был признан лучшей лошадей орловской рысистой породы. Манок принадлежит к семейству Молнии, используется на конном заводе для пополнения маточного табуна упряжными, крепкими матками линии Корешка.

Вороной жеребец Гайдук, рожденный на Московском конном заводе, известной линии Пиона, проходил испытания на Раменском ипподроме, имел неплохую беговую карьеру, выигрывал традиционные

призы, на Ринг-выводке в 2015 году стал Абсолютным Чемпионом по типу и экстерьеру.

Линию Болтика представляет серый жеребец Убыток – жеребец упряжного формата, типичного для данной линии. В возрасте 4-х лет Убыток имел резвость на 1600 м – 2.15,6 мин. Жеребец представляет интерес при организации и проведении племенной работы в целях совершенствования типа телосложения у потомства в конном заводе.

При составлении плана племенного подбора большое значение имеет оценка экстерьера животных. При отборе в племенной состав предпочтение следует отдавать крупным, костистым лошадям с глубоким, массивным туловищем (табл. 3).

Таблица 3

Оценка жеребцов по экстерьеру

Кличка	Экспертная оценка, балл	Промеры, см			
		Высота в холке	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти
Манок	4,25	161	163	178	20,5
Гайдук	4,0	163	165	183	21
Убыток	3,87	160	168	178	21
Стандарт по породе		165	164,5	183	20 – 21

Из данных таблицы 3 следует, что жеребцы-производители по промерам в основном отвечают требованиям стандарта по породе, это говорит о хорошей степени развития их корпуса и костяка. При этом следует отметить, что жеребцы Манок и Убыток по обхвату груди не дотягивают до стандарта 5 см, это свидетельствует о недостаточной массивности телосложения. Экспертная оценка жеребцов-производителей за экстерьер находится в пределах 3,87–4,25 балла.

Своевременная оценка жеребцов-производителей по резвостным и экстерьерным качествам является одним из важных этапов в селекционно-племенной работе, что в конечном итоге может привести к существенному генетическому сдвигу в популяции. Таким образом, результаты резвостных качеств приобретают существенную значимость в эволюции заводских пород лошадей (табл. 4).

Таблица 4

Оценка жеребцов-производителей по резвостным качествам

Кличка	Резвость на дистанции 1600 м, мин.	
	средняя	лучшая
Манок	2.13,5	2.10,0
Гайдук	2.07,6	2.05,0
Убыток	2.41,2	2.20,1

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что лучшую резвость на дистанции 1600 метров показал жеребец Гайдук 2.05,0, на втором месте – жеребец Манок с резвостью 2.10,0 и на третьем месте – Убыток с резвостью класса 2.20,1.

При оценке жеребцов-производителей по качеству потомства учитывают выраженность типа, правильность экстерьера и резвостные качества на дистанции 1600 метров (табл. 5).

Таблица 5

Оценка потомства жеребцов-производителей по промерам молодняка в двухлетнем возрасте,  $X \pm Sx$

Кличка	Кол-во голов	Высота в холке, см		Косая длина, см		Обхват груди, см		Обхват пясти, см	
		Жеребчики	Кобылки	Жеребчики	Кобылки	Жеребчики	Кобылки	Жеребчики	Кобылки
Манок	10	158,2±0,6	156,7±0,9	161,0±0,9	160,0±0,9	180,5±1,1	180,3±0,8	20,2±0,6	20,0±0,7
Гайдук	6	158,3±0,8	156,8±0,4	160,9±0,7	160,7±0,7	182,7±0,9	181,0±0,9	20,5± 1,1	20,1±0,6
Убыток	9	159,8±0,8	158,3±0,6	161,8±0,6	161,0±0,9	182,8±0,8	181,0±1,3	20,5± 0,9	20,0±0,5
Стандарт		160,1	159,2	162,1	162,1	182,9	185,1	20,5	20,2

Из данных таблицы видно, что потомство жеребцов-производителей в среднем соответствует шкале развития молодняка по породе. При этом следует отметить, что жеребчики в возрасте 2-х лет по такому промеру, как обхват груди, соответствуют

стандарту, а кобылки отстают на 4-5 см от стандарта, что указывает на недостаточное развитие их грудной клетки.

Ранняя оценка жеребца по качеству потомства позволяет прогнозировать его племенную ценность, способствует выявле-

нию положительных наследственных качеств, а также использованию выдающихся по качеству потомства жеребцов-производителей, что существенно влияет на совершенствование породы.

Молодняк, полученный от жеребцов-производителей, проходил испытания на разных ипподромах: в Казани, Ижевске и других (табл. 6).

Таблица 6

Оценка резвости потомства жеребцов-производителей на дистанции 1600 м

Кличка	Всего голов	Резвость по наилучшему результату, мин.	
		X±Sx	Cv, %
Гайдук	6	2,10,1±0,2	5,22
Манок	5	2,15,0±0,2	5,48
Убыток	5	2,30,1±0,4	7,04

Потомки жеребца-производителя Гайдука отличаются высокой резвостью – 2.10,1 мин. по сравнению с потомством других жеребцов, что указывает на более успешное разведение в ООО «Урожай» линии Пиона.

Судя по резвости потомства, не менее перспективным будет использование на предприятии жеребца Манка линии Корешка.

Экстерьер лошади в существенной мере зависит от направления ее использования, поскольку телосложение лошади, конкретные ее статьи находится во взаимосвязи с функциями, которые выполняет лошадь. Положительная корреляционная связь прослеживается между экстерьером лошади и скоростью её движения (табл. 6).

Таблица 7

Влияние экстерьера на резвостные качества

Жеребец	Ранг		(x-y)	(x-y) <sup>2</sup>
	Оценка за экстерьер (x)	Резвость (y)		
Манок	1	2	-1	1
Гайдук	2	1	1	1
Убыток	3	3	0	0
				Σ(x-y) <sup>2</sup> = 2

$$r_s = 1 - 6 \cdot \Sigma(x - y)^2 / n \cdot (n^2 - 1) = +0,5.$$

При установлении влияния экстерьера на резвостные качества (табл. 7) получен коэффициент корреляции (rs), равный +0,5, что указывает на тесную и положительную связь между изучаемыми признаками. Из приведенных данных следует, что чем выше будет балл за экстерьер, тем выше будут резвостные показатели лошади.

**Выводы.** Данные исследований позволяют сделать следующие выводы: жеребец-

производитель Гайдук, принадлежащий к линии Пиона, отличается выраженностью типа телосложения, хорошим экстерьером и резвостью. Стойко передает эти качества потомству, что позволяет признать его ценным производителем для племенного завода, пригодным для использования. Поэтому желательно вести работу в направлении выявления достойных продолжателей жеребца.

## Литература

1. Андреева И. В. Об экстерьере спортивных лошадей // Коневодство и конный спорт. 2005. № 12. С. 21-22.
2. Базанова Н. У., Барышников И. А. Физиология сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 2003. 454 с.
3. Козлов С. А., Парфенов В. А. Коневодство. М.: «Колос», 2012. 352 с.
4. Красников А. С. Коневодство. М.: «Колос», 1973. 312 с.
5. Красников А. С. Экстерьер лошади. М.: Либроком, 2012. 352 с.
6. Кремер М. Как добиться высоких результатов. 8 пунктов программы по подготовке лошади: Перевод с немецкого. М.: «АКВАРИУМ БУК», 2003. 288 с.
7. Кулешов П. Н. Экстерьер лошади / Полная энциклопедия русского сельского хозяйства. Спб.: 1907. Т. X. С. 10-17.
8. Кулешов П. Н. Выбор по экстерьеру лошадей, скота, овец и свиней. М.: Сельхозгиз, 1937. 205 с.
9. Myers J. Horse Safe: A Complete Guide to Equine Safety. Collingwood, Vic.: Landlinks Press, 2005. 185 p.
10. Pavia A., Sand S. Horseback Riding For Dummies. John Wiley & Sons, 2007. 385 p.
11. Perry Wood. Riding the Problem Horse. Publisher Quiller Publishing Ltd. Publication City / Country Haslemere, United Kingdom, 2006. 24 p.
12. Williams V. D. S. Riding. London: Educational Productions Ltd., 1964. 13 p.

## EVALUATION OF ORLOV TROTTLING BREED STUD HORSES ON EXTERIOR, ACTION AND QUALITY OF OFFSPRING

**E. M. Bachurina**, Cand. Agr. Sci.

**V. I. Polkovnikova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

E-mail: cat.zor2014@yandex.ru

### ABSTRACT

The article presents data on the evaluation of stud horses of the Orlov trotting breed at the Urozhay LLC stud farm on breeding qualities: exterior, action, quality of offspring. The assessment of the results of breeding stallions at an early stage is necessary, since they form the breeding core of the Orlov trotting breed in the Western Urals, and it is a common practice at the stud farm "Urozhay". The Orlov trotter is a unique breed in the history of both domestic and world animal husbandry. It has good exterior characteristics. Expert assessment for the exterior of stud horses at Urozhay LLC was 3.87 – 4.25 points, which indicates a good degree of development of the body and backbone. Action is an important indicator that objectively characterizes the sporting career of the Orlov trotter. The best speed at the distance of 1600 meters showed the stud horse Hayduk of Peony line – 2.05,0 minutes, at the second place was the stud horse Manok of Koreshok with the action 2.10,0 minutes, the worst result was shown by the stallion Ubytok of Boltik line – 2.20,1. When determining the influence of the exterior on the action qualities, a correlation coefficient (rs) equal to +0.5 was obtained, which indicates that the relationship between the signs is positive and close. From the data, the higher the score for the exte-

rior is, the higher the horse's action indicators. The descendants of the stud horse Hayduk showed the highest action of 2.10,1 minutes compared to the offspring of other stallions, which indicates a more successful breeding of the Peony line.

*Keywords: line, breed, action, exterior, measurements, offspring, stallions-producers, competitions.*

#### References

1. Andreeva I. V. Ob ekster'ere sportivnykh loshadei (About the exterior of sports horses), Konevodstvo i konnyi sport, 2005, No. 12, pp. 21-22.
2. Bazanova N U., Baryshnikov I. A. Fiziologiya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Physiology of farm animals), M., Kolos, 2003, 454 p.
3. Kozlov S. A., Parfenov V. A. Konevodstvo (Horse breeding), M., «Kolos», 2012, 352 p.
4. Krasnikov A. S. Konevodstvo (Horse breeding), M., «Kolos», 1973, 312 p.
5. Krasnikov A. S. Ekster'er loshadi (Horse exterior), M., Librokom, 2012, 352 p.
6. Kremer M. Kak dobit'sya vysokikh rezul'tatov. 8 punktov programmy po podgotovke loshadi (How to achieve high results. 8 points of the horse training program), Perevod s nemetskogo, M., «AKVARIUM BUK», 2003, 288 p.
7. Kuleshov P. N. Ekster'er loshadi (Horse exterior), Polnaya entsiklopediya russkogo sel'skogo khozyaistva, Spb., 1907, T. X, pp. 10-17.
8. Kuleshov P. N. Vybory po ekster'eru loshadei, skota, ovets i svinei (Selection by exterior of horses, cattle, sheep and pigs), M., Sel'khozgiz, 1937, 205 p.
9. Myers J. Horse Safe: A Complete Guide to Equine Safety, Collingwood, Vic.: Landlinks Press, 2005, 185 p.
10. Pavia A., Sand S. Horseback Riding For Dummies, John Wiley & Sons, 2007, 385 p.
11. Perry Wood. Riding the Problem Horse, Publisher Quiller Publishing Ltd. Publication City / Country Haslemere, United Kingdom, 2006, 24 p.
12. Williams V. D. S. Riding, London, Educational Productions Ltd., 1964, 13 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10027

УДК 636.5.033:636.084.5

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ БРОЙЛЕРОВ

**А. А. Сбоев,**

ООО «ПЛАЗА СИТИ»,

ул. Промышленная, 87, Пермь, Россия, 614065

E-mail: saa@torgor.ru;

**В. А. Ситников,** канд. с.-х. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: sitnikov.59@mail.ru

*Аннотация.* В научно-хозяйственном опыте, проведенном в 2019 году на производственной базе ООО «ПЛАЗА СИТИ», испытывался препарат «ОРГАНИК ЛОГОС ЗОО», полученный путем экстракции из растительного сырья, содержащий в своем составе фолиевую, фульвовую и гуминовую кислоты, и активные добавки к ним. Цель исследования

– выявление общих механизмов воздействия данного препарата на рост, активность и биохимию бройлеров. Изучались, в условиях кормления птицы полноценными сбалансированными комбикормами, дозировки 16,67 мг/л и 61,09 мг/л, которые опытные группы получали с питьевой водой. Выявлено, что доза 16,67 мг/л воды – повысила среднесуточный прирост цыплят-бройлеров с семидневного возраста по 40 в первой опытной группе до 89,76 г (+2,64 % к контролю), а доза 61,09 мг/л понизила (-1,93 % в сравнении с контролем). Обе дозировки не оказали негативного влияния на биохимический состав крови, но в опытных группах установлено достоверное понижение содержания фосфора, мочевины, креатинина. Понижение роста бройлеров во второй опытной группе в сравнении с контрольной группой от повышенной дозы 61,09 мг/л, полагаем, связано с передозировкой. Выявлена связь между дозировкой продукта, привесом бройлеров и содержанием в крови фосфора, мочевины и креатинина, что делает дальнейшие исследования предсказуемыми и целевыми. Доза ввода препарата 16,67 мг на кг живой массы является избыточной и оценочно оптимальной дозой будет от 6 до 10 мг на кг живой массы, так как препарат оказал высокое биохимическое действие на организм бройлеров.

*Ключевые слова:* цыплята, гуминовые кислоты, доза, среднесуточный прирост, промеры, биохимия крови.

**Введение.** На современном этапе производства продукции животноводства в кормлении широко используются комбикорма, в состав которых для свиней и птицы вводят витамины группы В (В<sub>5</sub> или РР – никотиновая кислота; В<sub>9</sub> – фолиевая кислота, иначе В<sub>с</sub>). Данные витамины участвуют в окислительных процессах в тканях, играют роль в образовании форменных элементов крови, стимулируют рост птицы, ее оперение. Эти витамины получают из дрожжей [1].

В то же время в растениеводстве широко используются гуминовые вещества – это азотсодержащие высокомолекулярные соединения кислот природы, которые не существуют в живых организмах. Они получают в процессе длительного разложения растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды. Образование гуминовых веществ, или гумификация, – это второй по масштабности процесс превращения органического вещества после фотосинтеза. В результате фотосинтеза ежегодно связы-

вается около  $50 \cdot 10^9$  т атмосферного углерода, а при отмирании живых организмов на земной поверхности оказывается около  $40 \cdot 10^9$  т углерода. Часть отмерших остатков минерализуется до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, остальное превращается в гуминовые вещества [1-4]. Гуминовые вещества, фолиевая и фульвовая кислоты, получаемые из бурых углей и торфа, широко применяются в растениеводстве, способствуя повышению урожайности, ускорению созревания [5-7].

Кроме того, гуминовые вещества, обладая каркасным строением, могут выполнять функции адсорбентов, обогащать рационы животных макро- и микроэлементами [8-10], а фолиевая и фульвовая кислоты – дополнительно витаминами [11, 12].

Отсюда возникает интерес к использованию гуматов в качестве биологически активной добавки в кормлении птицы.

Малоизученность данного вопроса послужила выбором темы исследования и проведения научно-хозяйственного опыта на базе ООО «ПЛАЗА СИТИ».

Для опыта использовался препарат «ОРГАНИК ЛОГОС ЗОО» фирмы ООО «ПЛАЗА СИТИ», г. Пермь, представляющий собой водный раствор гуматов натрия и калия (50\*50), полученных экстракцией растительного сырья с добавкой биологически активного вещества.

*Цель исследования* – выявление общих механизмов воздействия данного препарата на рост, активность и биохимию крови бройлеров.

**Методика.** Методикой исследования предусматривалось:

- проведение научно-хозяйственного опыта по схеме таблицы 1, по методике Ш. А. Имангулова и др. [13];
- учет роста и развития бройлеров путем взвешивания раз в пять дней с точностью до 5 г, взятие промеров мерной лентой с точностью до 0,5 см по завершении откорма;
- ежедневный учет выдачи комбикорма по группам путем взвешивания с точностью до 5 г и воды путем измерения выданного объема;

- отбор проб крови для анализа биохимического состава по общепринятой методике в биохимическом отделе лаборатории ГБУВК «Пермский ветеринарный диагностический центр»;

- дозировка 16,67 была принята за эталон на основании результатов работы Н. М. Маловой (2010), в которой выявлена высокая эффективность лигногумата калиевого КД в дозе 20 мг на кг живой массы бройлеров с разведением в воде 1: 20, что эквивалентно 16,67 мг/л [10];

- биометрическую обработку результатов опыта с вычислением среднеарифметической (X), ошибки среднеарифметической ( $\pm m$ ) и достоверность разницы по t-критерию Стьюдента показателей сравниваемых групп, достоверность разницы в таблицах между контрольной и опытными группами помечали знаками при  $P > 0,95$  \*,  $P > 0,99$  \*\*,  $P > 0,999$  \*\*\* [14];

- экономическую эффективность использования гуминовых кислот рассчитывали по затратам кормов в руб., на голову.

Таблица 1

Схема опыта

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Цыплята, п	20	20	20
Возраст, дней	7	7	7
Период выращивания, дн.	33	33	33
Условия кормления	Комбикорм ПК-5, ПК-6	Комбикорм ПК-5, ПК-6	Комбикорм ПК-5, ПК-6
Условия поения	Вода питьевая	Вода+гуминовые к-ты 16,67 мг/л [10]	Вода+гуминовые к-ты 61,09 мг/л

**Результаты.** В связи с отсутствием брудеров, цыплят-бройлеров завезли в семидневном возрасте средней живой массой 185 г с АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская» в августе 2019 г. Содержание птицы

осуществлялось на глубокой несменяемой подстилке из опила; кормление – через насыпные самокормушки вволю; поение – при помощи вакуумных поилок. Для контрольной группы наполнялись одной водой,

а для опытных групп в воду добавляли смеси гуминовых кислот согласно схеме опыта. Во избежание скучивания цыплят подогрев воздуха в помещении производили с помощью электрокалориферов.

Кормление цыплят-бройлеров с момента завоза на производственную площадку ООО «ПЛАЗА СИТИ» осуществлялось полнорационным сбалансированным комбикормом ПК-5 производства АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская», рекомендованного для кормления цыплят-бройлеров в первые 24 дня жизни, с концентрацией обменной энергии 291 ккал в 100 г и содержанием протеина 23 %, жира 4,55 %.

На завершающем этапе кормление осуществлялось полнорационным комбикормом ПК-6 с концентрацией обменной энергии 282 ккал, протеина – 17,03 % и жира – 3,38 %. В составе обоих комбикормов присутствовали адсорбенты, ферменты и все витамины, в том числе В<sub>5</sub> и В<sub>С</sub>.

Учетом потребления комбикормов установлено, что контрольная группа потребила 96,2 кг, 1-я опытная группа – 98,7 кг и 2-я опытная группа – 89,2 кг комбикорма. Меньшее потребление комбикорма во второй опытной группе связано с вы-

бытием 2 голов по причине, не связанной с инфекционным заболеванием.

Учитывая потребление воды, а отсюда количество препарата «ОРГАНИК ЛОГОС ЗОО», цыплята первой опытной группы получили 1,6 г, второй – 5,4 г.

В ходе эксперимента с целью контроля развития цыплят проводили взвешивания с точностью до 5 г, итоговый результат представлен в табл. 2, а поэтапный – на рисунке 1, а перед забоем произвели промеры отдельных статей телосложения, характеризующих мясные качества (табл. 3).

До 27-дневного возраста цыплята обеих опытных групп по интенсивности роста превосходили контрольную группу на 2,1 % (рис. 1).

С 27-дневного возраста вышли на первое место цыплята первой опытной группы при среднесуточном приросте живой массы 132 г, что выше контрольной на 18,8 г (на 16,61 %), а 2-й опытной группы – на 21,2 г (16,06 %).

В последние 8 суток выращивания интенсивность роста цыплят контрольной группы повысилась на 6,1 г (5,72 %) в сравнении с 1-й опытной и на 8,3 г (на 7,37 %) – со 2-й опытной группой.

Таблица 2

Динамика живой массы, в среднем одной головы (n=20)

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Живая масса в 7 суток, г	185±2,2	185±2,7	185±2,2
Живая масса в 40 дней, г	3071±4,47	3147±8,54***	3016±8,06***
Прирост живой массы за 33 дня, г	2886±3,87	2962±8,97***	2831±8,37***
Среднесуточный прирост, г	87,45±0,60	89,76±1,51	85,79±1,45

Примечание: \*\*\* здесь и далее P>0,999; \*\* P>0,99

В целом за весь период выращивания более высокая живая масса и прирост живой массы бройлеров получен по 1-й опыт-

ной группе, что превысило показатели контрольной группы на 76 г (P>0,999). Соответственно, среднесуточный прирост живой

массы цыплят в первой опытной группе оказался выше контрольной на 2,31 г (на 2,57 %) и второй опытной группы – на 3,97 г (на 4,42 %).

По итогам выращивания 1-я опытная группа показала более высокие результаты в сравнении со второй и контрольной группами ( $P>0,999$ ), а контрольная – со второй опытной группой (рис. 1).

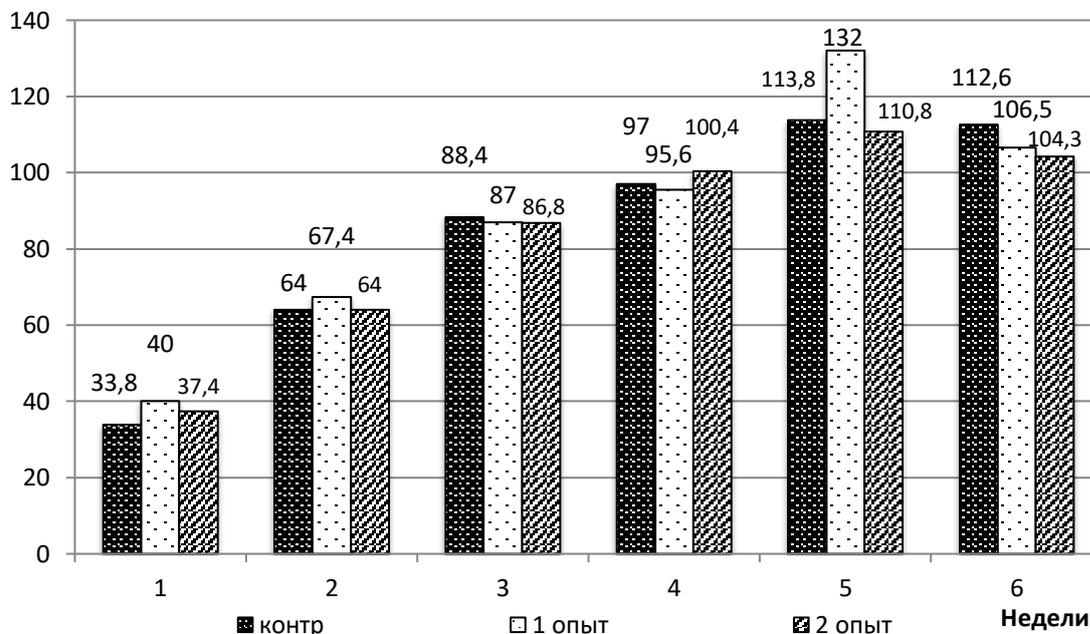


Рис. 1. Диаграмма среднесуточных приростов живой массы (г)

Концентрация гуматов 16,67 мг в литре воды оказала некоторое стимулирующее влияние на рост бройлеров первой опытной группы, но при этом концентрация 61,09 мг, наоборот, подействовала угнетающе на рост бройлеров во второй опытной группе.

Линейные измерения отдельных статей цыплят-бройлеров в 34-дневном возрасте представлены в табл. 3.

Достоверной разницы между подопытными группами по всем измерениям статей не установлено, но превышение длины плюсны наблюдалось в 1-й опытной группе на 1,07 см ( $P<0,99$ ), во 2-й опытной – на 1,8 см ( $P<0,99$ ) в сравнении с контрольной группой. Обхват плюсны в опытных группах превышал таковой в контрольной груп-

пе птицы на 0,3 см.

Вычислением коэффициента компактности (отношение живой массы к длине плюсны, умноженной на 100), выявлено, что более компактно были сформированы тушки бройлеров первой опытной группы, затем – контрольной и на третьем месте – второй опытной группы [14].

Биохимическим анализом крови выявлены достоверные различия между контрольной и опытными группами по содержанию фосфора, которого было в первой опытной меньше на 22,05 % ( $P<0,999$ ), во второй – на 32,82 % ( $P<0,999$ ); меньше содержалось мочевины и креатинина. Повышенная доза препарата не вызвала значительных изменений в морфологическом и биохимическом составе крови.

Таблица 3

Линейные промеры, n=10 ( $\bar{X} \pm m$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Обхват груди, см	36,86±0,43	36,85±0,60	36,92±0,42
Длина бедра, см	12,65±0,30	11,57±0,33	10,95±0,23
Длина голени, см	10,48±0,46	10,32±0,50	12,10±0,22
Длина плюсны, см	7,53±0,18	8,60±0,24**	9,10±0,19**
Обхват плюсны, см	5,31±0,95	5,62±0,10	5,65±0,14
Коэффициент компактности	520±20	410±51	540±90

Примечание: \*\* здесь и далее  $P \leq 0,99$ 

По остальным показателям крови не установлены достоверные различия, они во всех подопытных группах были в пределах нормативных значений и в их пределах имели незначительные отклонения.

**Выводы.** В условиях данного опыта добавка концентрации «ОРГАНИК ЛОГОС ЗОО» 16,67 мг/л оказала положительное влияние на рост и развитие бройлеров, более высокая замедлила рост и не будет в дальнейшем использована. Увеличение прироста в первой опытной группе (16,67

мг/л) на 2,57 %, практически равнозначно (3,4 %) полученному в опытах с аналогичной дозой лигногумата натрия 20 мг/кг живой массы [10]. Но, выявлена связь между дозировкой продукта, привесом бройлеров и содержанием в крови фосфора, мочевины и креатинина, что делает дальнейшие исследования предсказуемыми и целевыми. Биохимия крови показала, что доза препарата 16,67 мг на кг живой массы является избыточной и оценочно оптимальной будет доза от 6 до 10 мг на кг живой массы.

#### Литература

1. Перминова И. В. Гуминовые вещества – вызов химикам 21 века // Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 50-55.
2. Wang S. Characteristics of soil humic substances as determined by conventional and synchrotron fourier transform infrared spectroscopy / S. Wang, X.Y. Song, N. Wang and [et all.] // Journal of Applied Spectroscopy. 2014. Vol. 81. Is. 5. Pp. 770-776.
3. Анучина М. М., Воробьева Н. А., Панкратов Д. А. Термические превращения наноразмерного Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в присутствии гуминовых веществ / Мёссбауэровская спектроскопия и ее применения: Сборник материалов XIV Международной конференции. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. С. 157.
4. Кошелев А. В. Химический состав гуминовых препаратов, полученных из торфа / А. В. Кошелев, И. Д. Дервягина, В. Ф. Головкин [и др.] // Химия и технология органических веществ. 2019. № 1 (9). С. 25-37.
5. Жилкибаев О. Т. Высокоэффективный органический регулятор роста растений на основе гуминовых и фульвовых кислот / О. Т. Жилкибаев, С. А. Шоинбекова, З. А. Тукунова [и др.] // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Минск: БГУ, 2018. С. 84-86.
6. Абрамчук А. В., Карпунин М. Ю., Сапаркльчева С. Е. Влияние физиологически активных веществ на эффективность возделывания душицы обыкновенной // Аграрный вестник Урала. 2018. № 8 (175). С. 4-9.
7. Ермагамбет Б. Т. Перспективы применения гуминовых веществ и их получение из окисленного бурого угля / Б. Т. Ермагамбет, Н. У. Нургалиев, А. А. Сыздыкова [и др.] // Наука, техника и образование. 2019. № 2 (55). С. 20-25.
8. Kucukersan S. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen / S. Kucukersan, K. Kucukersan, I. Colpan [et al.] // Vet. Med. Czech. 2005. № 50. Pp. 406-410.

9. Herzig I. The effect of humic acid on zinc accumulation in chicken broiler tissues / I. Herzig, M. Navratilova, J. Totusek [et al.] // Czech J. Animal Sci. 2009. Vol. 54. Is. 3. Pp.121-127.
10. Малова Н. М. Применение лигногумата калиевого КД и его влияние на неспецифическую и специфическую резистентность цыплят при инфекционном синовите: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук, Москва: 2010. 22 с.
11. Кубасов В. А., Белкин Б. Л. Влияние гуминовых веществ на яичную продуктивность и морфологические показатели крови кур яичного направления / АПК в современном мире: взгляд научной молодежи: Материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых. Орел: Орловский ГАУ, 2011. С. 47-48.
12. Лабутина Н. Д. Природный источник гуминовых и фульвовых кислот в кормлении птицы / Н. Д. Лабутина, Н. А. Юрина, Л. Н. Скворцова [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8. № 2. С. 78-83.
13. Имангулов Ш. А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы: рекомендации / Ш. А. Имангулов, И. А. Егоров, Т. М. Околелова [и др.]. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. 43 с.
14. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1986. 255 с.

## THE EFFECT OF HUMIC ACID CONCENTRATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BROILERS

**A. A. Sboev,**

ООО "PLAZA CITY",

87, Promyshlennaya St., Perm, Russia, 614065

E-mail: saa@torgor.ru

**V. A. Sitnikov,** Cand. Agr.Sci., Associate Professor,

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

E-mail: sitnikov.59@mail.ru

### ABSTRACT

In the scientific and economic experiment conducted in 2019 at the production base of PLAZA CITY LLC, it was tested the drug "ORGANIC LOGOS ZOO" obtained by extraction from vegetable raw materials, containing folic, fulvic and humic acid, and active additives to them. The aim of the study is to identify the general mechanisms of the drug's effects on the growth, activity and biochemistry of broilers. The conditions of feeding the bird with full balanced feed feeds, dosages of 16.67 mg/L and 61.09 mg/L, which the experimental groups received with drinking water, were studied. It was found that the dose of 16.67 mg/l of water increased the average daily growth of broiler chickens from the seven-day age of 40 in the first experimental group to 89.76 g (2.64 % to control), and the dose 61.09 mg/L lowered (-1.93% in comparison with control). Both dosages did not have a negative effect on the biochemical composition of the blood, but in the experimental groups there was a significant reduction in the content of phosphorus, creatinine urea. Lower broiler growth in the second experimental group compared to the control group from an increased dose of 61.09 mg/L, the authors believe, is associated with overdose. The link between the dosage of the product, the weight of broilers and the blood

content of phosphorus, urea and creatinine was revealed, which makes further research predictable and targeted. The dose of the drug input 16.67 mg per kg of live mass is excessive and the estimated optimal dose will be from 6 to 10 mg per kg of live mass, as the drug has had a high biochemical effect on the body of broilers.

*Keywords: chickens, humic acids, dose, average daily gain body, measurements, blood biochemistry.*

#### References

1. Perminova I. V. Guminovye veshchestva – vyzov khimikam 21 veka (Humic substances - challenge to chemists of the 21st century), *Khimiya i zhizn'*, 2008, No. 1, pp. 50-55.
2. Wang S. Characteristics of soil humic substances as determined by conventional and synchrotron fourier transform infrared spectroscopy, S. Wang, X.Y. Song, N. Wang and [et al.], *Journal of Applied Spectroscopy*, 2014, Vol. 81, Is. 5, pp. 770-776.
3. Anuchina M. M., Vorob'eva N. A., Pankratov D. A. Termicheskie prevrashcheniya nanorazmernogo Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> v prisutstvii guminovykh veshchestv (Thermal transformations of nanosized Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> with humic substances), *Messbaueroovskaya spektroskopiya i ee primeneniya: Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoi konferentsii, Kazan', Izd-vo Kazan. un-ta*, 2016, pp. 157.
4. Koshelev A. V. Khimicheskii sostav guminovykh preparatov, poluchennykh iz torfa (Chemical composition of humic preparations obtained from peat), A. V. Koshelev, I. D. Derevyagina, V. F. Golovkov [i dr.], *Khimiya i tekhnologiya organicheskikh veshchestv*, 2019, No. 1 (9), pp. 25-37.
5. Zhilkibaev O. T. Vysokoeffektivnyi organicheskii regulyator rosta rastenii na osnove guminovykh i ful'vovykh kislot (Highly effective organic plant growth regulator based on humic and fulvic acids), O. T. Zhilkibaev, S. A. Shoinbekova, Z. A. Tukenova [i dr.], *Biologicheski aktivnye preparaty dlya rastenievodstva. Nauchnoe obosnovanie – rekomendatsii – prakticheskie rezul'taty: Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, BGU*, 2018, pp. 84-86.
6. Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu., Saparklycheva S. E. Vliyanie fiziologicheskii aktivnykh veshchestv na effektivnost' vzdelyvaniya dushitsy obyknovЕННОй (Effect of physiologically active substances on the efficiency of cultivation of the oregano ordinary), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2018, No. 8 (175), pp. 4-9.
7. Ermagambet B. T. Perspektivy primeneniya guminovykh veshchestv i ikh poluchenie iz okislennogo burogo uglya (Prospects for the use of humic substances and their preparation from oxidized brown coal), B. T. Ermagambet, N. U. Nurgaliev, A. A. Syzdykova [i dr.], *Nauka, tekhnika i obrazovanie*, 2019, No. 2 (55), pp. 20-25.
8. Kucukersan S. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen, S. Kucukersan, K. Kucukersan, I. Colpan [et al.], *Vet. Med. Czech.*, 2005, No. 50, pp. 406-410.
9. Herzig I. The effect of humic acid on zinc accumulation in chicken broiler tissues, I. Herzig, M. Navratilova, J. Totusek [et al.], *Czech J. Animal Sci.*, 2009, Vol. 54, Is. 3, pp.121-127.
10. Malova N. M. Primenenie lignogumata kalievrogo KD i ego vliyanie na nespetsificheskuyu i spetsificheskuyu rezistentnost' tsyplyat pri infektsionnom sinovite (Use of lignonumat potassium KD and its effect on non-specific and specific resistance of chickens in infectious synovitis), avtoref. dis. ... kand. veterinar. nauk, Moskva, 2010, 22 p.
11. Kubasov V. A., Belkin B. L. Vliyanie guminovykh veshchestv na yaichnyuyu produktivnost' i morfologicheskii pokazateli krovi kur yaichnogo napravleniya (Influence of humic substances on egg productivity and morphological indicators of blood of laying chickens), *APK v sovremennom mire: vzglyad nauchnoi molodezhi: Materialy regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, Orel, Orlovskii GAU*, 2011, pp. 47-48.
12. Labutina N. D. Prirodnyi istochnik guminovykh i ful'vovykh kislot v kormlenii ptitsy (Natural source of humic and fulvic acids in poultry feeding), N. D. Labutina, N. A. Yurina, L. N. Skvortsova [i dr.], *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii*, 2019, T. 8, No. 2, pp. 78-83.
13. Imangulov Sh. A. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokhozyaistvennoi ptitsy: rekomendatsii (The method of conducting scientific and production research on feeding of agricultural poultry: recommendations), Sh. A. Imangulov, I. A. Egorov, T. M. Okolelova [i dr.], *Sergiev Posad, VNITIP*, 2004, 43 p.
14. Plokhinskii N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov (Guide to biometrics for animal technicians), M., Kolos, 1986, 255 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10022

УДК 636.32/.38

## **КОМПЕНСАТОРНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОВЕЦ К ГОРНОЙ ГИПОКСИИ В УСЛОВИЯХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ**

**Р. А. Улимбашева**, канд. с.-х. наук, младший научный сотрудник,  
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,  
ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, Россия, 356241  
E-mail: ulimbasheva1976@mail.ru

*Аннотация.* Цель исследований заключалась в установлении компенсаторно-приспособительных механизмов овец карачаевской породы, содержащихся в разных условиях, а также перегоняемых в летний период на пастбища с разной высотой над уровнем моря. Исследования выполнялись на баранчиках карачаевской породы, принадлежащих племенному репродуктору ООО «Дарган» Кабардино-Балкарской Республики, содержащихся круглый год на пастбище – на высоте 2200 м над уровнем моря (I группа), в предгорье с использованием в летний период присельских пастбищ (II группа), при отгонно-горном содержании в пастбищный период на высоте 1200 (III группа) и 2200 м (IV группа) над уровнем моря (н.у.м.). Изучение показателей гематологического и клинического статуса, резистентности проводили при формировании групп животных – в возрасте 4 месяца, 4,5 месяца – на 5-й день пребывания на пастбище, 6 месяцев – на 50-й день и 9 месяцев – после возвращения с пастбищ (окончание пастбищного периода) по общепринятым методам. Установлено, что у баранчиков I, II и III групп клинические показатели находились на более низком уровне, чем у сверстников предгорного содержания, особенно при высокой положительной температуре воздуха. Независимо от возраста и места содержания наибольшее содержание гемоглобина в крови было свойственно баранчикам круглогодичного пастбищного содержания, они же отличались более интенсивным фагоцитозом, что является приспособительной реакцией к горной гипоксии. Перевод поголовья овец на пастбища различной высоты также сопровождалось увеличением концентрации гемоглобина и фагоцитарной активности нейтрофилов крови. Выращивание молодняка карачаевской породы в условиях круглогодичного содержания в горах и по технологии отгонно-горного содержания в отличие от содержания в предгорье, особенно в летний период, является менее напряженным для органов и тканей организма, что обеспечивает наилучшее приспособление к высотной поясности территории Северного Кавказа.

*Ключевые слова:* овцы, карачаевская порода, высотная поясность, клинический статус, гематологический профиль, резистентность.

**Введение.** Климатические условия горных районов Северного Кавказа весьма разнообразны: наряду с местами, характеризующимися пониженной температурой, резко колеблющейся в течение суток, постоянными туманами, ливневыми дождями при большой влажности воздуха (80-85%), есть и более сухие уголья, имеющие весьма благоприятные условия для зимнего содержания овец (например, Чегемский район Кабардино-Балкарской Республики).

Своеобразные природно-экономические условия горных пастбищ предъявляют особые требования к выбору для этих районов типа и пород овец.

Особо следует остановиться на разведении в горах грубошерстных овец. Именно эти овцы позволяют широко использовать более влажные и суровые горные пастбища. Там, где не может жить тонкорунная или полутонкорунная овца, с успехом будет разводиться грубошерстная – лезгинская, андийская, карачаевская, тушинская.

В нашей стране доведено до минимума поголовье многих отечественных пород овец, созданных многовековой селекцией в различных регионах нашей страны. При этом от ряда современных пород их отличают такие ценные качества, как крепость конституции, выносливость, приспособленность к пересеченной местности, высокие воспроизводительные качества, удовлетворительная шерстная, мясная и молочная продуктивность [1, 2].

На необходимость разведения и выращивания определенных пород овец, в зависимости от технологии пастбищного содержания, флористического состава естественных пастбищ и других организационно-технологических условий, указывается в ряде работ российских и зарубежных ученых [3-7].

Частые туманы, заморозки и длительные перегоны овец позволяют в этих условиях разводить тех животных, которые обладают крепкой конституцией, большой выносливостью и высокой продуктивностью. Несмотря на довольно суровые условия, климат гор и богатые высокопитательными травами альпийские и субальпийские пастбища оказывают благотворное влияние на рост и развитие животных.

Изучение морфо-физиологических показателей грубошерстных пород овец Северного Кавказа [8] показало, что на высоте 1700 м над уровнем моря баранчики андийской породы по морфологическому составу крови, клеточному и гуморальному иммунитету превзошли сверстников карачаевской, лезгинской, тушинской и осетинской пород.

Обширные исследования морфо-биохимических функций и иммунного статуса организма овец карачаевской породы, с позиции йододефицитных условий содержания [9], выращиваемых в разных природно-климатических зонах (низина и горная зона – 2,0-2,5 тыс. м н.у.м.), с различной обеспеченностью йодом в кормах, свидетельствуют, что у молодняка, находящегося в зоне йододефицита (горная зона, дефицитная по концентрации йода в кормах), уже на ранних этапах онтогенеза произошло нарушение гемопоэтической функции, тогда как у сверстниц, выращиваемых в условиях отсутствия дефицита в этом элементе (низина и горная зона с необходимым количеством йода в кормах), интенсивность увеличения эритроцитов и гемоглобина в крови была достоверно выше.

Важнейшей особенностью, характеризующей горные условия, является пониженное парциальное давление кислорода. Животные, постоянно обитающие в горных

условиях, как правило, приспособлены к этому, тогда как домашние животные, периодически поднимающиеся на высоту, каждый раз должны приспосабливаться к этим необычным для них условиям обитания за относительно короткий промежуток времени, измеряемый неделями или месяцами [10-12].

Многочисленные исследования по изучению компонентов крови у различных видов сельскохозяйственных животных свидетельствуют, что концентрация эритроцитов и гемоглобина в крови при переходе на летние пастбища возрастает, что указывает на важнейшую роль этих компонентов в приспособлении к высокогорным условиям. Однако, до сих пор остается открытым вопрос, касающийся приспособления тех или иных разводимых пород к определенным высотным поясам и времени, требуемому на это. Поэтому изучение механизмов адаптации животных с учетом перечисленных критериев является актуальным, представляет большой научный и практический интерес, поскольку могут стать основанием для тех или иных организационных мероприятий, касающихся в том числе использования горных кормовых угодий.

*Цель исследований* заключалась в установлении компенсаторно-приспособительных механизмов овец карачаевской породы, содержащихся в разных условиях, а также перегоняемых в летний период на пастбища с разной высотой над уровнем моря.

В соответствии с поставленной целью исследований решались следующие задачи:

- установить клинико-физиологический статус и коэффициент адаптации баранчиков при разных технологиях (условиях) со-

держания и высотной поясности горных пастбищ;

- изучить морфо-биохимический состав крови подопытных групп баранчиков;

- определить уровень клеточного и гуморального иммунитета при разных технологиях выращивания баранчиков и при перегоне на высокогорные пастбища различной высоты в летний период содержания.

**Методика.** Исследования выполнялись на баранчиках карачаевской породы, принадлежащие племенному репродуктору ООО «Дарган» Кабардино-Балкарской Республики, содержащиеся круглый год на пастбище – на высоте 2200 м над уровнем моря (I группа), в предгорье с использованием в летний период присельских пастбищ (II группа) и при отгонно-горном содержании в пастбищный период на высоте 1200 (III группа) и 2200 м (IV группа) над уровнем моря (н.у.м.). Формирование подопытных групп баранчиков проведено в мае по достижении 4-месячного возраста до перевода (перегона) на пастбища.

Баранчики I группы на протяжении всего периода исследований содержались в горах на высоте 2200 м н.у.м., II группы – в предгорье на высоте 540 м н.у.м., III группы – в 4-месячном возрасте – в предгорье на высоте 540 м н.у.м., в 4,5 и 6 месяцев – на пастбищах (1200 м н.у.м.), в 9 месяцев – в предгорье, IV группы – в 4-месячном возрасте – в предгорье на высоте 540 м н.у.м., в 4,5 и 6 месяцев – на высокогорных пастбищах (2200 м н.у.м.), в 9 месяцев – в предгорье.

Схема исследований по изучению компенсаторно-приспособительных механизмов овец к условиям горной гипоксии в условиях высотной поясности территории представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема исследований

Группа баранчиков	n	Место и период исследований (возраст баранчиков)
I	10	в горах на высоте 2200 м н.у.м. на протяжении всего периода исследований – май-октябрь (4-9 месяцев)
II	10	в предгорье на высоте 540 м н.у.м. на протяжении всего периода исследований с использованием в летний период присельских пастбищ – май-октябрь (4-9 месяцев) (ООО «Дарган»)
III	10	в 4-месячном возрасте (май) – в предгорье на высоте 540 м н.у.м. (ООО «Дарган»), с 4,5 месяца (2-я половина мая) – на пастбищах (1200 м н.у.м.), в 9 месяцев (октябрь) – в предгорье (ООО «Дарган»)
IV	10	в 4-месячном возрасте (май) – в предгорье на высоте 540 м н.у.м. (ООО «Дарган»), с 4,5 месяца (2-я половина мая) – на высокогорных пастбищах (2200 м н.у.м.), в 9 месяцев (октябрь) – в предгорье (ООО «Дарган»)

Изучение показателей, характеризующих клинико-гематологический профиль, факторы «неспецифической» защиты организма проводили при формировании групп животных, в возрасте 4,5 месяца – на 5-й день пребывания на пастбище, в возрасте 6 месяцев – на 50-й день и в 9 месяцев – после возвращения с пастбищ (окончания пастбищного периода).

Из клинико-физиологических показателей изучали: температуру тела – ректально обычным термометром в прямой кишке, частоту пульса – по числу сердечных ударов в минуту на бедренной артерии, количество дыханий в минуту – путём подсчёта колебаний грудной клетки (акт вдоха) при спокойном состоянии животных. Перечисленные показатели использовали при установлении коэффициента адаптации по формуле Бенезера (1954):

$$KA = RT:38,33 + ЧД:23, \text{ где}$$

РТ – ректальная температура тела животного при данных условиях; ЧД – частота дыхания в минуту при данных условиях окружающей среды; 38,33 – температура при наиболее благоприятных условиях; 23 –

частота дыхания в минуту при оптимальных условиях среды в состоянии покоя.

Кровь для исследований брали в соответствующие возрастные периоды до утреннего кормления и поения овец.

Количество эритроцитов и лейкоцитов в крови определяли подсчетом в камере Горяева, количество гемоглобина – в гемометре Сали и общего белка – рефрактометрически.

Уровень факторов естественного «неспецифического» иммунитета определяли общепринятыми методами. Из показателей клеточного и гуморального иммунитета анализировали бактерицидную, лизоцимную и фагоцитарную активность крови [13].

Цифровой материал обработан с использованием методов математической статистики [14] с определением достоверности разности значений показателей между группами при трех уровнях вероятности ( $P > 0,95$ ;  $P > 0,99$  и  $P > 0,999$ ).

**Результаты.** Изменения клинико-физиологического статуса у баранчиков на разных высотах, в связи с изменением места их содержания, представлены в таблице 2.

Физиологическая норма температуры тела овец колеблется в пределах 38,5-

40,0<sup>0</sup>С, частота дыхания в 1 минуту – 12-30 раз, частота пульса – 60-85 ударов.

В период формирования групп и в 4,5-месячном возрасте не обнаружено существенных различий по температуре тела между подопытными группами животных, что объясняется, практически, одинаковым температурным режимом, в котором находились подопытные группы баранчиков. Однако, в 6-месячном возрасте у животных II группы, продолжающих находиться в предгорье, где температура воздуха дохо-

дила до 35-38<sup>0</sup>С, температура тела была выше в среднем на 0,7-1,0<sup>0</sup>С, чем у сверстников других групп, содержащихся в более комфортных температурных условиях на пастбище (22-26<sup>0</sup>С). К 9 месяцам отличия в температуре тела между баранчиками разных технологий содержания остаются, практически, на уровне различий предыдущего периода и составляют 0,5-0,7<sup>0</sup>С (P>0,95-0,99), что, вероятно, связано с продолжающейся высокой температурой воздуха в предгорной зоне.

Таблица 2

Клинические показатели и коэффициент адаптации баранчиков

Возраст баранчиков, мес.	Температура тела, <sup>0</sup> С	Частота дыхания, раз/мин.	Частота пульса, уд./мин	Коэффициент адаптации, ед.
I группа				
4 мес.	38,4±0,06	20,0±0,80	62±1,74	1,65±0,01
4,5 мес.	38,7±0,12	20,2±0,82	60±1,93	1,67±0,03
6 мес.	38,8±0,14	19,7±0,88	63±1,79	1,65±0,03
9 мес.	38,5±0,12	20,0±0,74	61±1,04	1,65±0,02
II группа				
4 мес.	38,7±0,09	20,8±0,84	67±1,56	1,70±0,02
4,5 мес.	39,0±0,10	23,7±1,10	78±1,13	1,83±0,04
6 мес.	39,7±0,10	22,8±1,07	75±1,19	1,81±0,03
9 мес.	39,2±0,15	21,4±0,99	70±1,25	1,73±0,03
III группа				
4 мес.	38,6±0,09	20,4±0,75	63±1,46	1,68±0,02
4,5 мес.	38,9±0,09	21,3±0,98	69±1,38	1,72±0,03
6 мес.	39,0±0,15	22,0±1,03	64±1,81	1,76±0,01
9 мес.	38,7±0,15	20,6±1,08	61±1,66	1,69±0,02
IV группа				
4 мес.	38,5±0,09	19,7±0,91	64±1,85	1,64±0,01
4,5 мес.	38,8±0,14	21,3±0,95	73±1,52	1,72±0,03
6 мес.	38,7±0,16	20,6±0,88	68±1,50	1,69±0,02
9 мес.	38,6±0,13	19,8±0,99	62±2,01	1,65±0,02

Частота дыхательных движений и пульса в одну минуту изменялась соразмерно температуре тела подопытных баранчиков. Очевидно, что высокая температура воздуха в предгорье во все возрастные периоды содержания животных II группы значительно повышает напряженность в деятельности

анализируемых систем организма, что следует учитывать при разведении особей карачаевской породы овец, выведенных в высокогорных условиях Карачаево-Черкесии в своеобразных природно-климатических, кормовых и горных условиях вертикальной зональности территории.

Коэффициенты адаптации подопытного поголовья во все возрастные периоды не выходили за пределы 2-х единиц, что, по мнению автора методики, характеризует животных как приспособленных к условиям внешней среды. В то же время у животных, содержащихся круглый год в предгорье, этот коэффициент несколько выше, нежели у сверстников круглогодичного пастбищного и отгонно-горного содержания, что характеризует определенную напряженность клинико-физиологических показателей их организма. В 4-месячном возрасте различия между указанными группами баранчиков варьировали в пределах 0,02-0,06 ед. (P>0,95-0,99), в возрасте 4,5 – 0,11-0,16 ед.

(P>0,95-0,99), 6-месячном – 0,05-0,16 ед. (P>0,99), 9-месячном – 0,04-0,08 ед. (P>0,95). Максимальные различия в коэффициентах адаптации, наблюдаемые между группами баранчиков в летний пастбищный период содержания, вполне закономерны, так как в этот период высокая температура воздуха и атмосферное давление негативно отражаются на клиническом состоянии животных – температуре тела и частоте дыхания. Именно эти показатели позволяют определить названный коэффициент.

О гематологическом профиле подопытных групп баранчиков можно судить по данным, представленным в таблице 3.

Таблица 3

Гематологические показатели и содержание общего белка в крови баранчиков

Возраст баранчиков, мес.	I группа	II группа	III группа	IV группа
гемоглобин, г/л				
4 мес.	122,0±1,54	118,6±2,31	119,8±0,98	121,3±1,49
4,5 мес.	125,4±0,97	119,7±1,97	123,0±1,38	120,5±1,68
6 мес.	124,6±1,24	117,0±2,03	122,7±1,42	123,6±1,48
9 мес.	124,3±1,23	118,3±1,69	121,5±1,51	123,8±1,43
эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л				
4 мес.	8,6±0,12	8,4±0,10	8,5±0,15	8,7±0,11
4,5 мес.	8,7±0,11	8,2±0,19	8,8±0,12	9,4±0,17
6 мес.	8,9±0,15	8,3±0,19	9,0±0,19	9,5±0,18
9 мес.	9,0±0,15	8,5±0,18	8,7±0,29	8,9±0,16
лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л				
4 мес.	9,8±0,31	9,6±0,11	9,7±0,15	10,0±0,10
4,5 мес.	10,0±0,11	9,3±0,19	9,4±0,12	9,8±0,17
6 мес.	10,2±0,17	9,5±0,15	9,6±0,19	9,5±0,19
9 мес.	10,0±0,14	9,5±0,15*	9,3±0,18**	9,6±0,14
общий белок, г/л				
4 мес.	69,0±1,78	70,3±1,47	69,7±1,53	69,2±1,49
4,5 мес.	68,4±1,70	72,6±1,36	70,5±1,73	71,3±1,74
6 мес.	71,8±1,15	74,8±1,61	73,6±1,71	74,6±1,94
9 мес.	70,6±1,72	73,5±1,56	73,1±1,93	72,7±1,74

У круглогодично содержащихся на высокогорьях баранчиков концентрация гемоглобина в крови во все периоды исследова-

ний превосходила значения, полученные от находящихся в предгорье и перегоняемых сверстников на различные высоты пастбищ.

Так, указанные различия в возрасте 4-х месяцев составили 0,7-3,4 г/л, 4,5 – 2,4-5,7 ( $P>0,95$ ) г/л, 6 – 1,0-7,6 ( $P>0,99$ ) г/л и 9 – 0,5-6,0 ( $P>0,95$ ) г/л, причем наименьшими и недостоверными они были в сравнении с животными IV группы, находящимися с ними, практически, в сходных высотных условиях, наибольшими и достоверными – относительно особей, постоянно содержащихся в предгорье. Вероятно, у представителей животного мира, постоянно содержащихся в высокогорьях, при пониженном парциальном давлении кислорода во вдыхаемом воздухе, компенсаторно-приспособительные механизмы к его недостатку обеспечиваются путем доставки к тканям и органам для нормальной жизнедеятельности. Подобные результаты получены, и этого мнения придерживается ряд ученых, занимавшихся вопросами адаптации к высотной гипоксии ряда сельскохозяйственных животных [8, 15-17].

По концентрации эритроцитов в крови баранчики круглогодичного содержания в горах и перегоняемые в летний период на различные высоты отличались от сверстников предгорного содержания большими значениями, особенно в пастбищный период и после возвращения с гор, что характеризует более интенсивные окислительно-восстановительные процессы в их организме.

О защитных силах организма животных судят по содержанию в крови лейкоцитов. Их уровень, начиная с периода формирования групп и до конца исследований, был выше в крови животных I и IV групп, что свидетельствует о высоких защитных механизмах организма.

Анализ белкового обмена подопытных групп животных указывает на высокий уровень окислительно-восстановительных

процессов, причем, наибольшими значениями в 4,5-месячном возрасте отличались представители предгорной зоны содержания, которые превосходили сверстников круглогодичного пастбищного содержания на 4,2 г/л, в 6 месяцев – на 3 г/л и в 9 – на 2,9 г/л. Группы баранчиков отгонно-горного содержания по анализируемому показателю в указанные возрастные периоды занимали промежуточное положение между крайними значениями признака.

Следует отметить, что, несмотря на имевшиеся межгрупповые различия в морфобioхимическом составе крови, у всех групп баранчиков изученные показатели, независимо от возраста, находились в пределах видовой для овец физиологической нормы.

Важным моментом при изучении приспособляемости животных к высотным территориям горного пояса является мониторинг клеточного и гуморального иммунитета реактивности.

Результаты анализа показателей естественной «неспецифической» резистентности организма подопытных групп баранчиков, в зависимости от возраста и места содержания, показаны в таблице 4.

Из представленных данных видно, что уже при формировании групп более интенсивный фагоцитоз проявили особи круглогодичного горного содержания, у которых этот показатель был выше значений других групп в среднем на 2,8-6,1% ( $P>0,99$ ). Баранчики, постоянно находившиеся в предгорье на протяжении всего периода исследований, уступали по уровню фагоцитарной активности нейтрофилов крови сверстникам других групп, в большей степени – особям I группы. В возрасте 4,5 месяца эти различия составили 5,7% ( $P>0,95$ ), в 6 месяцев – 7,2% ( $P>0,99$ ) и в 9 месяцев – 5,4%

( $P>0,95$ ). Следует указать, что у особей III и IV групп, переведенных после 4-месячного возраста на пастбища различной высоты, увеличился уровень фагоцитоза. Указанное увеличение по сравнению со значениями до перегона составило 1,6-2,3%, после 1,5-месячного пребывания на высокогорных пастбищах – на 3,9-4,8%.

Таблица 4

Клеточный и гуморальный иммунитет подопытных групп баранчиков

Возраст баранчиков, мес.	I группа	II группа	III группа	IV группа
фагоцитарная активность нейтрофилов крови, %				
4 мес.	45,3±1,59	39,2±0,89	41,4±1,01	42,5±1,33
4,5 мес.	47,0±1,86	41,3±1,10	43,0±1,61	44,8±1,71
6 мес.	49,2±1,41	42,0±1,29	45,3±1,88	47,3±2,06
9 мес.	48,0±1,62	42,6±1,31	44,7±2,13	47,5±1,99
лизоцимная активность сыворотки крови, %				
4 мес.	28,6±1,01	29,3±1,09	28,8±1,25	30,2±1,16
4,5 мес.	30,4±1,29	28,9±1,35	29,5±1,31	30,0±1,36
6 мес.	31,7±1,49	30,0±1,43	30,4±1,29	32,3±1,39
9 мес.	32,2±1,62	29,6±1,57	30,9±1,62	31,8±1,29
бактерицидная активность сыворотки крови, %				
4 мес.	59,2±1,66	57,6±1,78	58,3±1,58	60,0±2,31
4,5 мес.	61,7±1,94	59,0±1,74	60,4±1,88	58,3±1,91
6 мес.	58,4±1,43	56,2±1,80	62,0±2,13	59,0±1,60
9 мес.	60,3±1,86	57,0±1,69	60,7±2,21	61,5±2,06

По лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови не выявлено четкой закономерности относительно межгрупповых различий в изученные возрастные периоды, но уровень этих защитных факторов иммунитета у всех групп баранчиков был высоким.

**Выводы.** Исследование адаптивных способностей молодняка карачаевской породы овец в условиях вертикальной зональности территории свидетельствует о различиях в механизмах приспособления к существующим условиям обитания. Сложности в приспособлении к технологии круглогодичного содержания в предгорьях на средних высотах вызваны высокими положительными температурными режимами в летний период, вызывающими повышение температуры тела, учащение частоты дыхания и пульса. Вероятно, высокие приспособи-

тельные механизмы овец при круглогодичном пастбищном и отгонно-горном содержании связаны с методами выведения анализируемой породы, которая появилась путем народной селекции в определенных природно-климатических, кормовых и технологических условиях. Свидетельством высокого течения обменных процессов в организме, а также клеточного и гуморального иммунитета в условиях вертикальной зональности горной местности является коэффициент адаптации, который оказался выше у особей, либо постоянно находящихся в горах, либо периодически на высотах различной крутизны. Отсюда напрашивается вывод: всем хозяйствующим субъектам, расположенным в предгорных и горных зонах Северо-Кавказского региона, при наличии пастбищных угодий следует использовать высокогорные территории для летнего

содержания молодняка карачаевской породы, так как разведение овец в таких условиях обеспечивает повышение защитных механизмов и окислительно-восстановительных реакций организма, увеличение коэффициента адаптации.

#### Литература

1. Yuldashbayev Yu. A. Meat productivity of young sheep karachai breed / Yu. A. Yuldashbayev, A. F. Shevhuzhev, R. Kh. Kochkarov [et all.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Т. 9. No. 4. Pp. 692-699.
2. Улимбашев М. Б. Рациональное использование генофонда ценных пород животных с целью сохранения биологического разнообразия / М. Б. Улимбашев, В. В. Кулинцев, М. И. Селионова [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13, No. 2. С. 165-183. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-165-183.
3. Горлов И. Ф. Адаптационные особенности овец эдилбаевской породы, выращенных в агроэкологических условиях засушливых территорий Юга России / И. Ф. Горлов, Г. В. Федотова, М. И. Сложенкина [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14, No. 3. С. 71-81. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-71-81.
4. Иргит Р. Ш., Лушенко А. Е. О системе селекционной работы с тувинскими овцами // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. 2019. No. 2 (41). С. 30-38.
5. Font I. F. M. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers / I. F. M. Font, C. E. Realini, L. Guerrer [et all.] // Meat Science. 2009. No. 81 (1). Pp. 196-202.
6. Тортладзе Л. А. Восстановление новых пород грузинских овец / Л. А. Тортладзе, Л. М. Уджмаджуридзе, Д. Н. Лоладзе [и др.] // Горное сельское хозяйство. 2018. No. 4. С. 143-148. DOI:10.25691/GSH.2018.4.035.
7. Римиханов Н. И. Рациональное использование сенокосов и пастбищ для овец в условиях Дагестана / Н. И. Римиханов, К. М. Ибрагимов, М. А. Умаханов [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. No. 1. С. 34-37.
8. Гаджиев З. К. Мясная продуктивность, морфо-физиологические показатели и их взаимосвязь у грубошерстных пород овец Северного Кавказа // Достижения науки и техники АПК. 2010. No. 11. С. 71-72.
9. Селионова М. И. Морфо-биохимические функции организма овец и их коррекция в условиях йододефицита / М. И. Селионова, А. К. Михайленко, Л. Н. Чижова [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. No. 1. С. 42-53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53.
10. Уртаева А. А., Цалиев Б. З., Агаева Т. И. Сравнительная характеристика крови чистопородных и помесных овец в горах // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47. No. 1. С. 114-117.
11. Бектуров А. Б., Чортонбаев Т. Д., Чебодаев Д. В. Влияние атмосферного давления на продуктивность внутрипородных зональных типов овец породы кыргызский горный меринос // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. No. 5 (79). С. 255-258.
12. Биттиров А. М., Бегиева С. А., Биттиров И. А. Адаптивные характеристики организма овец карачаевской породы к экоспецифическим условиям изолированных горных пастбищ «Кая-арта», «Крандух» и «Уш-тулу» в Северо-Кавказском регионе // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. No. 3. С. 41-45.
13. Чумаченко В. Е., Высоцкий А. М., Сердюк Н. А., Чумаченко В. В. Определение естественной резистентности и обмена веществ у сельскохозяйственных животных. Киев: Урожай, 1990. 134 с.
14. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
15. Хайитов А. Х., Джуряева У. Ш. Энергетический обмен и рубцовое пищеварение у овец в зависимости от условий содержания // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. No. 4 (49). С. 119-126.
16. Цалиев Б. З., Кцова И. И., Габолоева А. Р., Гусова Б. Д. Особенности естественной резистентности жвачных животных в горах // Известия Горского государственного аграрного университета. 2011. Т. 48 (1). С. 140-145.
17. Карашаев М. Ф. Реакция кислородного режима телят на гипоксию // Пермский аграрный вестник. 2017. No. 2 (18). С. 136-140.

---

## COMPENSATORY-ADAPTIVE MECHANISMS IN SHEEP TO MOUNTAIN HYPOXIA IN THE CONDITIONS OF VERTICAL ZONING OF THE TERRITORY

**R. A. Ulimbasheva**, Cand. Agr. Sci. Research Associate

Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Agrarian Center»

49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropolskiy Kray, Russia, 356241

E-mail: ulimbashева1976@mail.ru

### ABSTRACT

The purpose of the research was to establish the compensatory-adaptive mechanisms of Karachai sheep kept in different conditions, and also distilled to pastures in summer with different heights above sea level. The studies were carried out on sheep of Karachai breed belonging to the pedigree reproducer Dargan LLC of the Kabardino-Balkarian Republic kept in the pasture year-round at the altitude of 2200 m above sea level (group I), in the foothills with the use of summer pastures in summer (group II) and with distant-mountain maintenance in the grazing period at the altitude of 1200 (group III) and 2200 m (group IV) above sea level (a.s.l.). It was carried out the investigation of hematological, clinical status indicators and resistance during the formation of animals' groups of the age of 4 months, at the age of 4.5 months on the 5th day of stay in the pasture, in 6 months is on the 50th day and 9 months after returning from pasture (at the end of grazing period) according to generally accepted methods. It was established that in the rams of groups I, II and III, the clinical indicators were at a lower level than in peers of the foothill keeping, especially during high positive air temperature. Regardless of age and place of keeping, the highest hemoglobin content in the blood was characteristic in rams of year-round pasture keeping, they are also differed in more intense phagocytosis, which is an adaptive reaction to mountain hypoxia. The transfer of sheep to pastures of various heights was also accompanied by an increase in the concentration of hemoglobin and phagocytic activity of blood neutrophils. The growing of young Karachai breed under conditions of year-round keeping in the mountains and according to the technology of distant-mountain maintenance is less stressful for the organs and tissues of organism, in contrast to the content in foothills, especially in summer, which provides the best adaptation to the altitude zonality of the North Caucasian territories.

*Keywords: sheep, Karachai breed, altitude zonation, clinical status, hematological profile, resistance.*

### References

1. Yuldashbayev Yu. A. Meat productivity of young sheep Karachai breed, Yu. A. Yuldashbayev, A. F. Shevhuzhev, R. Kh. Kochkarov [et al.], Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, T. 9, No. 4, pp. 692-699.
2. Ulimbashev M. B. Ratsional'noe ispol'zovanie genofonda tsennykh porod zivotnykh s tsel'yu sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya (Rational management of the gene pool of valuable breeds of animals for the purpose of conservation of biological diversity), M. B. Ulimbashev, V. V. Kulintsev, M. I. Selionova [i dr.], Yug Rossii: ekologiya, razvitie, 2018, T. 13, No. 2, pp. 165-183. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-165-183.

3. Gorlov I. F. Adaptatsionnye osobennosti ovets edil'baevskoi porody, vyrashchennykh v agroekologicheskikh usloviyakh zasushlivykh territorii Yuga Rossii (Adaptation features of sheep of the Edilbaev breed reared in the agroecological conditions of the arid zones of Southern Russia), I. F. Gorlov, G. V. Fedotova, M. I. Slozhenkina [i dr.], Yug Rossii: ekologiya, razvitiye, 2019, T. 14, No. 3, pp. 71-81. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-71-81.
4. Irgit R. Sh., Lushchenko A. E. O sisteme selektsionnoi raboty s tuvinskimi ovtsami (About the system of breeding work with Tuvan sheep), Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i sel'skokhozyaistvennye nauki, 2019, No. 2 (41), pp. 30-38.
5. Font I. F. M. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers, I. F. M. Font, C. E. Realini, L. Guerrer [et all.], Meat Science, 2009, No. 81 (1), pp. 196-202.
6. Tortladze L. A. Vosstanovlenie novykh porod gruzinskikh ovets (The restoration of new breeds of Georgian sheep), L. A. Tortladze, L. M. Udzhmadzhuridze, D. N. Loladze [i dr.], Gornoe sel'skoe khozyaistvo, 2018, No. 4, pp. 143-148. DOI:10.25691/GSH.2018.4.035.
7. Rimikhanov N. I. Ratsional'noe ispol'zovanie senokosov i pastbishch dlya ovets v usloviyakh Dagestana (Rational use of hayfields and pastures for sheep in the conditions of Dagestan), N. I. Rimikhanov, K. M. Ibragimov, M. A. Umakhanov [i dr.], Ovtсы, kozy, sherstyanoe delo, 2018, No. 1, pp. 34-37.
8. Gadzhiev Z. K. Myasnaya produktivnost', morfo-fiziologicheskie pokazateli i ikh vzaimosvyaz' u grubosherstnykh porod ovets Severnogo Kavkaza (Meat efficiency, morfo-physiological indicators and their interrelation coarse sheep of the North Caucasus), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2010, No. 11, pp. 71-72.
9. Selionova M. I. Morfo-biokhimicheskie funktsii organizma ovets i ikh korrektsiya v usloviyakh iododefitsita (Morphobiochemical functions of the sheep organism and their adjustment in the conditions of iodine deficiency), M. I. Selionova, A. K. Mikhailenko, L. N. Chizhova [i dr.], Yug Rossii: ekologiya, razvitiye, 2019, T. 14, No. 1, pp. 42-53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53.
10. Urtaeva A. A., Tsaliev B. Z., Agaeva T. I. Sravnitel'naya kharakteristika krovi chistoporodnykh i pomesnykh ovets v gorakh (Comparative characteristic of thoroughbred and hybrid sheep's blood in mountains), Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2010, T. 47, No. 1, pp. 114-117.
11. Bekturov A. B., Chortonbaev T. D., Chebodaev D. V. Vliyanie atmosfernogo davleniya na produktivnost' vnutriporodnykh zonal'nykh tipov ovets porody kyrgyzskii gornyi merinos (Influence of atmospheric pressure on the productivity of intrabreed types of Kyrgyz mountain merino sheep), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2019, No. 5 (79), pp. 255-258.
12. Bittirov A. M., Begieva S. A., Bittirov I. A. Adaptivnye kharakteristiki organizma ovets karachaevskoi porody k ekospetsificheskim usloviyam izolirovannykh gornykh pastbishch «Kaya-arta», «Krandukh» i «Ush-tulu» v Severo-Kavkazskom regione (Adaptive characteristics of Karachai sheep body to the ecospecific conditions of isolated mountain pastures «Kaya-arta», «Krandukh» and «Ush-tulu» in the North-Caucasus region), Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018, T. 55, No. 3, pp. 41-45.
13. Chumachenko V. E., Vysotskii A. M., Serdyuk N. A., Chumachenko V. V. Opredelenie estestvennoi rezistentnosti i obmena veshchestv u sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh (Determination of natural resistance and metabolism in farm animals), Kiev, Urozhai, 1990, 134 p.
14. Plokhinskii N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov (Biometrics guide for livestock specialists), M., Kolos, 1969, 256 p.
15. Khaitov A. Kh., Dzhuraeva U. Sh. Energeticheskii obmen i rubtsovoe pishchevarenie u ovets v zavisimosti ot uslovii sodержaniya (Energy exchange and umbilicus digestion in sheep, depending on the conditions), Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, No. 4 (49), pp. 119-126.
16. Tsaliev B. Z., Ktsoeva I. I., Gabolaeva A. R., Gusova B. D. Osobennosti estestvennoi rezistentnosti zhvachnykh zhyvotnykh v gorakh (Features of ruminant animals' natural resistance in mountains), Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2011, T. 48 (1), pp. 140-145.
17. Karashaev M. F. Reaktsiya kislorodnogo rezhima telyat na gipoksiyu (The reaction of calves oxygen regime to hypoxia), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No. 2 (18), pp. 136-140.

## 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 статей 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 подписную 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.

### 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. Петрова-Ловская, 23, издательско-полиграфический центр «ПрокростЪ» или электронной почтой на адрес [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru). Отправляемые по электронной почте скан-копии документов (с расширениями \*.jpeg или \*.pdf) должны быть цветными и четкими. Более подробную информацию о правилах и требованиях к оформлению и публикации статей, а также формы сопроводительных документов можно найти на сайте научно-практического журнала «Пермский аграрный вестник» <http://agrovest.psa.ru>.

### Контактные телефоны

8 (342) 217-97-22 Богатырева Анастасия Сергеевна, ответственный секретарь;

8 (342) 217-95-42 Корепанова Ольга Кузьминична, директор издательско-полиграфического центра

### Уважаемый читатель!

Подписаться на научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник»

можно во всех отделениях РГУП «Почта России».

С условиями подписки можно ознакомиться в официальном подписном каталоге Почты России «Подписные издания». Каталогная стоимость подписки на полгода составит 1350 рублей. Индекс издания, по которому Вы можете найти журнал в каталоге, – ПР922.