



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

Научно-практический
журнал

№3 (31) 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. Костюченко, 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. Спалевиц, 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. Теринов, д-р с.-х. наук (г. Екатеринбург, Россия);
В.И. Титова, д-р с.-х. наук (г. Н. Новгород, Россия);
И.Ш. Фатыхов, д-р с.-х. наук (г. Ижевск, Россия);
Т. Фишер, д-р естеств. наук (г. Бранденбург, Германия);
И.К. Хабиров, д-р биол. наук (г. Уфа, Россия);
В.Г. Черненко, акад. НАН ВШК, д-р с.-х. наук
(г. Астана, Казахстан)

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

Дата выхода в свет – 24.09.2020. Формат 60x84%. Усл. печ. л. 15,5.
Тираж 100. Заказ № 79. 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
© 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. Mukhamadiarov, Dr. Tech. Sci. (Kirov, Russia);
A.A. Ovchinnikov, Dr. Agr. Sci., (Troitsk, Russia);
L.Iu. Ovchinnikova, Dr. Agr. Sci. (Troitsk, Russia);
Zh.A. Perevoiko, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);
M.V. Rogozin, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);
T.N. Sivkova, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);
V. Spalevic, Dr. (Podgorica, Montenegro);
L.V. Sycheva, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);
N.A. Tatarnikova, Dr. Vet. Sci. (Perm, Russia);
N.N. Terinov, Dr. Agr. Sci. (Ekaterinburg, Russia);
V.I. Titova, Dr. Agr. Sci. (Nizhny Novgorod, Russia);
I.Sh. Fatykhov, Dr. Agr. Sci. (Izhevsk, Russia);
T. Fischer, Dr. (Brandenburg, Germany);
I. K. Khabirov, Dr. Biol. Sci. (Ufa, Russia);
V.G. Chernenok, Academician of NAHEA SK,
Dr. Agr. Sci. (Astana, Kazakhstan)

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

Signed to print – 24.09.2020. Format 60x84%.
Printed sheets 15,5. Ex. 100, Order No. 79. 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
© FSBEI HE Perm State Agro-Technological University, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Галкин В. Д., Галкин А. Д., Хандриков В. А., Масленников С. Г. Оценка эффективности разделения семян на сортировальном быстроходном цилиндрическом решете	4
Дёмшин С. Л., Зырянов Д. А., Андреев В. Л., Ильичёв В. В. Результаты исследования по определению рациональной конструкционной схемы многофункционального почвообрабатывающего агрегата	13
Мохнаткин В. Г., Поярков М. С., Горбунов Р. М. Повышение пропускной способности молоткового измельчителя с горизонтальным подающим бункером	23

АГРОНОМИЯ

Волошин В. А. Оценка сортов люцерны изменчивой (<i>Medicago sativa</i> L.) в коллекционном питомнике	31
Гулиев Ф. А., Гусейнова Л. А. Видовой состав возбудителей болезней граната в Гянджа-Казахской географической зоне и усовершенствование мер борьбы с основными из них	39
Пакшина С. М., Белоус Н. М., Чесалин С. Ф., Смольский Е. В. К теории биологического выноса элементов питания из почвы посевами мятликовых трав при внесении минерального удобрения	52
Сабитов М. М. Основные элементы агротехнологий в зернопаровом севообороте	65
Черкашин А. Г., Фалалеева Л. В., Нечунаев М. А., Зубарев Ю. Н. Влияние приёма предпосевной обработки почвы на урожайность яровых зерновых в меняющихся агроклиматических условиях Среднего Предуралья	76

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Бинияз М. Ф., Ибишов Д. Ф., Осипов А. П., Расторгуйева С. Л. Сравнительная оценка информативности различных методов изучения состояния придаточных желез у быков-производителей перед забором спермы	86
---	----

CONTENTS

PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

Galkin V. D., Galkin A. D., Khandrikov V. A., Maslennikov S. G. Efficiency assessment of seed separation by sorting high-speed cylindrical sieve	4
Demshin S. L., Zyryanov D. A., Andreev V. L., Ilyichev V. V. Research results on determining a rational design scheme of a multifunctional tillage unit	13
Mohnatkin V. G., Pojrkov M. S., Gorbunov R. M. Increasing the throughput of a hammer mill with a horizontal feed hopper	23

AGRONOMY

Voloshin V. A. Evaluation of <i>Medicago sativa</i> L. varieties in a collection nursery	31
Guliev F. A., Huseynova L. A. Species of pomegranate pathogens in the Ganja- Kazakh geographical area and improved control measures against main of them	39
Pakshina S. M., Belous N. M., Chesalin S. F., Smolsky E. V. To the theory of biological removal nutrients from the soil with poaceae grasses when applying mineral fertilizer	52
Sabitov M. M. The main elements of agricultural technologies in the grain and fallow crop rotation	65
Cherkashin A. G., Falaleeva L. V., Nechunaev M. A., Zubarev Yu. N. Influence of pre-sowing tillage method on spring cereal grains productivity in changing agroclimatic conditions of the Middle Preduralie	76

VETERINARY AND ZOOTECHNY

Biniyaz M. F., Ibishov D. F., Osipov A. P., Rastorguyeva S. L. Comparative evaluation of informative value of various methods studying the state of adnexal glands in breeding bulls before sperm collection ...	86
--	----

Лапина М. Ю., Абрамова М. В. Динамика показателей экстерьера и молочной продуктивности в микропопуляции голштинского скота	94	Lapina M. Yu., Abramova M. V. The dynamics of the linear traits and milk production in micropopulation of holstein cattle	94
Николаев С. В. Характеристика аллелофонда холмогорского скота печорского типа по микросателлитным локусам	103	Nikolaev S. V. Characteristics of the allele kholmogorsky cattle of the pechora type by microsatellite loci	103
Сивкова Т. Н. Ветеринарно-санитарная экспертиза морской рыбы при поражении пеннеллами	109	Sivkova T. N. Veterinary-sanitary expertize of marine fish at the pennella infection	109
Хайновский А. В., Голдырев А. А. О современных методиках дрессировки служебных собак	116	Khainovskiy A. V., Goldyrev A. A. Modern methods of training dogs	116

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10043

УДК 631.362

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕМЯН НА СОРТИРОВАЛЬНОМ БЫСТРОХОДНОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ РЕШЕТЕ

В. Д. Галкин, д-р техн. наук, профессор;

А. Д. Галкин, д-р техн. наук;

В. А. Хандриков, канд. техн. наук;

С. Г. Масленников, аспирант,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Героев Хасана, 113, Пермь, Россия, 614025

E-mail: engineer@pgsha.ru

Аннотация. Исследования проведены на экспериментальном цилиндрическом решете с неравномерным вращением диаметром 0,25 м длиной 0,94 м, изготовленным на кафедре сельскохозяйственных машин и оборудования инженерного факультета ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Очистка решета проводилась неподвижной щеткой, а привод позволял осуществлять неравномерное вращение решета. Опыты проведены на семенах пшеницы сорта Екатерина, прошедших предварительную очистку и сушку. Среднее значение мелких примесей (сорных и зерновых), проходящих через отверстия продолговатой формы шириной 2 мм, составило 3,3%. Подача семян осуществлялась из отдельно стоящего бункера с регулируемым отверстием прямоугольной формы. Исследования проведены при настроечном значении подачи 500 кг/ч с использованием однофакторных опытов и опытов с применением методики двухфакторного эксперимента. В качестве факторов были выбраны угол наклона решета и величина эксцентриситета. Оценка работы решета – степень выделения мелких примесей. Опытами установлено, что максимальная степень выделения мелких примесей 74,2% достигнута при показателе кинематического режима работы решета 1,81, угле его наклона 4 градуса и эксцентриситете 10 мм, что превышает этот показатель для решета с равномерным вращением. При этом удельная производительность превысила 670 кг/ч* м².

Ключевые слова: семена пшеницы, очистка, сортировальное цилиндрическое решето, неравномерное вращение, параметры, степень выделения примесей.

Введение. Разработкой и совершенствованием цилиндрических зерносепарирующих устройств занимались и занимаются многие исследователи. Среди них значимый вклад в теорию и конструкцию этих рабочих органов внесли отечественные ученые: М. Н. Летошнев, М. Я. Резниченко, С. М. Григорьев, М. В. Киреев, Л. И. Ерошенко, Р. Г. Муллаянов, А. С. Феофанова, Н. М. Иванов, В. А. Патрин, А. В. Якимов и другие. Существенный вклад в теорию движения частицы зернового материала по внутренней поверхности цилиндрического решета внесен учеными кафедры сельскохозяйственных машин Ленинградского сельскохозяйственного института (в настоящее время – Санкт-Петербургский ГАУ): М. Н. Летошневым, Р. Г. Муллаяновым, С. М. Григорьевым, М. В. Киреевым, Э. М. Лузановым, Л. И. Ерошенко и др. [1-6]. Исследователями Ленинградской школы сепарации зерновых смесей проведен подробный анализ движения частицы для различных его видов, которое зависит от угла трения частицы по рабочей поверхности, от места подачи в решето и режима его работы. Авторами предложено общее решение дифференциального уравнения для определения угловой скорости частицы в цилиндре после подачи на разделяющую поверхность. На основе проведенных опытов, М. В. Киреев отмечает, что характер изменения абсолютной скорости зерна зависит от показателя кинематического режима цилиндра, а именно: при увеличении угловой скорости цилиндра, абсолютная скорость материала возрастает. Это связано с возрастанием количества энергии, передаваемой зерну. М. В. Киреев, сравнивая результаты экспериментальных исследований с расчет-

ными, отмечает, что величины абсолютных скоростей зерен различны. Недостатком теории, рассматривающей процесс движения слоя зерна в виде материальной точки, является то, что ее математический аппарат не позволяет предсказать характер перемещения зерна с увеличением удельной нагрузки.

В. А. Патриным [7], под руководством профессора Н. М. Иванова, разработана теория взаимодействия зернового материала с сепарирующими рабочими органами с позиции синергетики. Им совместно с П. А. Патриным предложено цилиндрическое решето с неподвижными лопатками для создания направленных траекторий потока зерна. Для увеличения площади взаимодействия зерна с рабочим органом А. А. Сухопаров исследовал технологический процесс сепарации в цилиндрическом решете, имеющем внутри подвижный винтовой распределитель, что повысило удельную производительность решета [8]. С. Е. Захаров при проведении исследований сделал попытку разработки классификации цилиндрических решет с внутренней рабочей поверхностью, представленной в таблице 1.

Среди известных конструкций цилиндрических решет (табл. 1) [1-16], используемых для очистки зерна и семян, в настоящее время практическое применение нашли тихоходные решета без внутренних устройств, имеющие линейную окружную скорость 0,65-0,75 м/с при показателе кинематического режима решета меньше единицы. Удельная производительность при этих режимах находится в пределах 230-300 кг/ч*м² [11, 17]. Эти решета выпускаются как в нашей стране, так и за рубежом [14-16, 18, 19].

Классификация цилиндрических решет с внутренней рабочей поверхностью

Тихоходные решета	Быстроходные решета
Без внутренних устройств	
1. Цилиндрическое решето с горизонтальной осью вращения 2. Цилиндрическое решето с наклонной осью вращения 3. Коаксиально расположенные цилиндрические решета	1. Вращающиеся, с переменной угловой скоростью 2. Совершающие одновременно вращательные и колебательные движения (с горизонтальной, наклонной и вертикальной осью) 3. Совершающие одновременно движение вокруг двух параллельных осей
С внутренними устройствами	
1. Вращающиеся вместе с решето с прикрепленными лопатками, ковшами, другими приспособлениями 2. Вращающиеся независимо от решета для перемешивания обрабатываемого материала и его смещения в осевом направлении 3. Не совершающие движения (неподвижно закрепленные)	

Достоинства тихоходных решет без внутренних устройств являются простота конструкции, высокая надежность, вследствие отсутствия знакопеременных инерционных сил; упрощенный, закрепленный на раме в виде роликов и щеток механизм очистки отверстий решет вместо движущихся рамок со щетками, устанавливаемых в машинах с плоскими решетками; эти цилиндрические решета обеспечивают требуемое качество разделения компонентов зерновой смеси при использовании их как при предварительной, так и при основной очистке зерна и семян с заданной производительностью. Заслуживает внимания сепаратор зерна для отделения крупных и мелких примесей с коаксиально расположенными цилиндрическими решетками, вращающимися в разные стороны [13] (рис. 1). Однако сложность конструкции, в том числе привода и очистки внутреннего решета, сдерживают практическое применение машины.

Одним из направлений повышения удельной производительности цилиндрических решет является увеличение площади

сепарирующей поверхности, взаимодействующей с зерном. Эту задачу можно решить при режимах работы решета больших единицы. Значимые результаты в этом направлении получены коллективом исследователей научной школы профессора Н. М. Иванова. При кинематических режимах работы решета 1,3-1,8, за счет распределения порций зерна по внутренней поверхности решета неподвижно установленными кольцами, удельная производительность решета, при достаточно высокой степени выделения примесей, повышается в два раза [10]. Несмотря на то, что известно быстроходное цилиндрическое решето без внутренних устройств, процесс сепарации в котором осуществляется путем относительного перемещения зерна по поверхности решета за счет неравномерного его вращения, в литературе не приводятся оценки его работы при изменении основных факторов.

В этой связи, целью исследований является оценка эффективности разделения семян на сортировальном быстроходном цилиндрическом решете с неравномерным вращением.

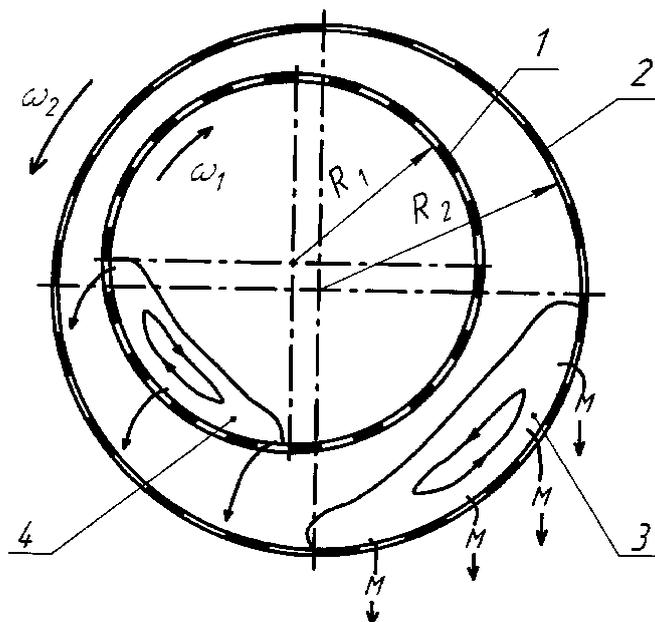


Рис. 1. Коаксиальнорасполо-женные цилиндрические решета:

1 – колосовое решето, 2 – подсевное и (или) сортировальное решето, 3 – участок решета для выделения мелких примесей, 4 – участок колосового решета для выделения крупных примесей.

Методика. Исследования проведены на лабораторной установке с цилиндрическим решетом диаметром 0,25 м длиной 0,94 м кафедры сельскохозяйственных машин и

оборудования ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Схема установки представлена на рисунке 2, а общий вид – на рисунке 3.

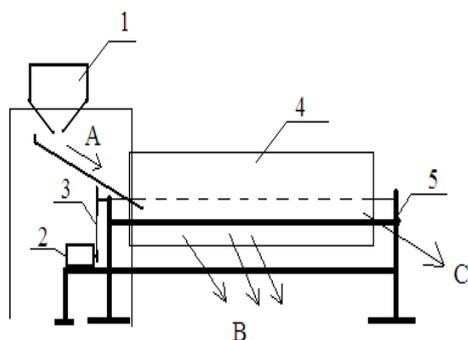


Рис. 2. Схема лабораторной установки:
1 – бункер с зерном; 2 – электродвигатель;
3 – цепь; 4 – цилиндрическое решето; 5 – ра-
ма; А – исходный материал; В – мелкие при-
меси менее 2 мм; С – очищенный материал



Рис. 3. Общий вид лабораторной установки с цилиндрическим решетом кафедры сельско-хозяйственных машин и оборудования

Среднее значение засоренности зерна пшеницы сорта Екатерина мелкими примесями толщиной менее 2 мм, составило 3,3%.

Проведено две серии опытов при настроечном значении подачи зерна 500 кг/ч. Оценкой эффективности работы решета служила степень выделения мелких примесей на решете с отверстиями 2 x 20 мм. В первой из них оценивали работу цилиндрического решета, коэффициент кинематического режима которого составлял 0,7 (тихоходный режим). Во второй серии опытов проведен двухфакторный эксперимент при работе решета в быстроходном режиме с показателем его 1,81 при частоте вращения 114 мин⁻¹, углах наклона решета 20, 30, 40 относительно горизонтальной оси, величинах эксцентриситета 0, 5, 10 мм. Опыты проводили в трехкратной повторности на решете с неравномерным (эксцентриситет 5, 10 мм) и и равномерном вращением решета.

Исследование проводили в следующей последовательности: устанавливали угол наклона оси вращения решета к горизонту и

эксцентриситет; после проверки расходной характеристики исходного материала, подаваемого из бункера, его заслонкой устанавливали подачу зерна 500 кг/ч; включали установку, открывали заслонку бункера и при установившемся режиме работы брали три пробы очищенного зерна; из проб выделяли три навески по 200 грамм, которые просеивали на решетном классификаторе с решетом с продолговатыми отверстиями 2 x 20 мм; производили взвешивание мелких примесей, оставшихся в сходовой фракции и вычисляли степень выделения по формуле:

$$\xi = \frac{Z_n - Z_k}{Z_n} * 100\%, \quad (1)$$

где Z_n – начальная засоренность семян мелкими примесями, %;

Z_k – засоренность очищенных семян мелкими примесями, %.

В ходе эксперимента изменяли угол наклона решета и эксцентриситет, численные значения которых помещены в таблице 2.

Таблица 2

Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	нижний (-)	основной (0)	верхний (+)	
Угла наклона решета (α), X ₁	2	3	4	1
Эксцентриситет (τ) мм, X ₂	0	5	10	5

Результаты. Результаты первой серии опытов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Степень выделения мелких примесей при работе цилиндрического решета в тихоходном режиме

№ опыта	Угол наклона решета	Эксцентриситет, мм	Средние значения засоренности сходовой фракции решета мелкими примесями (менее 2,0 мм) в опыте, %	Степень выделения мелких примесей, %
1	4	0	1,7	48,4
2	4	0	1,9	42,4
3	4	0	1,8	45,4
	Средние значения оценок		1,8	45,4

Из данных таблицы следует, что среднее значение степени выделения мелких примесей составляет 45,4 %.

Результаты второй серии опытов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Матрица плана эксперимента и результаты опытов при быстроходном режиме работы цилиндрического решета

№ опыта	X ₁	X ₂	Степень выделения мелких примесей, у %			
			1	2	3	Среднее значение
1	2	0	57,9	50,2	55,4	54,5
2	3	0	48,3	37,6	34,1	40,0
3	4	0	61,2	54,1	48,2	54,5
4	2	5	47,0	51,3	51,7	50,0
5	3	5	48,8	50,0	51,2	50,0
6	4	5	65,0	60,5	54,5	60,0
7	2	10	54,5	54,5	69,7	59,6
8	3	10	69,7	51,3	59,0	60,0
9	4	10	69,7	76,7	76,2	74,2

Полученные численные значения в опытах обрабатывали с применением программы STATGRAPHICS Plus, получив уравнения, связывающие степень выделения примесей (у) с углом наклона решета (α) и эксцентриситетом (τ). Уравнения представлены в закодированном (2) и декодированном (3) виде:

$$y = 47,42 + 4,03 * x_1 + 7,53 * x_2 + 8,87 * x_1^2 + 3,55 * x_1 * x_2 + 3,87 * x_2^2 \quad (2)$$

$$\xi = 122,106 - 2,17 * \alpha - 52,717 * \tau + 0,155 * \alpha^2 + 0,71 * \alpha * \tau + 8,87 * \tau^2 \quad (3)$$

Степень адекватности моделей составляет 94,94 %.

Поверхность отклика представлена на рисунке 4.

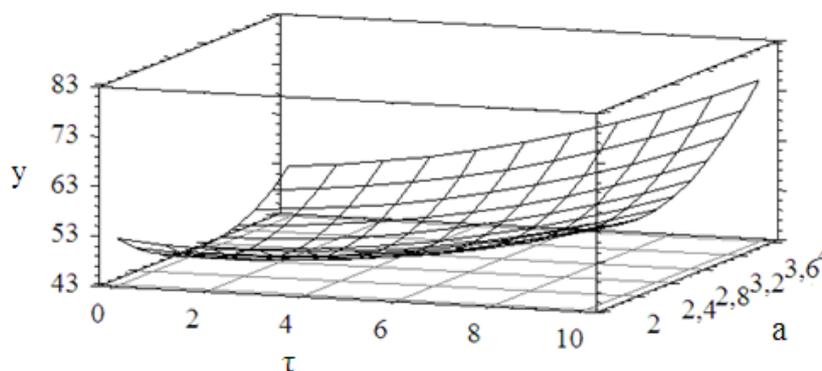


Рис. 4. Поверхность отклика для степени выделения мелких примесей

Из опытов следует, что среднее значение степени выделения примесей при работе решета в быстроходном режиме при неравномерном вращении, по сравнению с равномерным, увеличивается и составляет 74,2%.

Вывод. Опытами установлено, что степень выделения мелких примесей при рабо-

те цилиндрического решета с неравномерным вращением в быстроходном режиме ($K=1,81$) составила 74,2 % при эксцентриситете – 10 мм, угле наклона решета 4° , что превышает этот показатель для решета с равномерным вращением. При этом удельная производительность превысила 670 кг/ч* м².

Литература

1. Григорьев С. М., Киреев М. В., Муллаянов Р. Г. Графоаналитическое исследование движения точки по внутренней поверхности вращающегося цилиндра // Записки Ленинградского с.-х. ин-та. 1959. Т. XIV. Вып. 76. С. 30–48.
2. Ерошенко Л. И. Изыскание и исследование высокопроизводительных решет для очистки зерна на зерноочистительно-сушильных комплексах: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинград, 1974. 24 с.
3. Киреев М. В. Исследование процессов очистки и сортирования семян по внутренней поверхности быстровращающегося: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинград: Ленинград. с.-х. ин-т, 1962. 17 с.
4. Летошнев М. Н. О движении с постоянным скольжением по фрикционной поверхности горизонтально расположенного вращающегося цилиндра // Сб. трудов по сельскохозяйственной механике. М. – Л.: Сельхозгиздат, 1961. Т. IV. С. 315–347.
5. Муллаянов Р. Г. К анализу работы быстроходного цилиндрического решета // Записки Ленинградского с.-х. ин-та. 1958. Т. XIII. С. 84–88.
6. Феофанова А. С., Ерошенко Л. И. Анализ процесса сепарации на быстроходном цилиндрическом решете // Записки Ленинградского с.-х. ин-та. 1974. Т. 231. С. 32–37.
7. Патрин В. А. Разработка теории взаимодействия обрабатываемого зерна с рабочими органами зерноочистительных машин с позиции синергетики: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Новосибирск, 2015. 38 с.
8. Сухопаров А. А. Параметры и режимы работы цилиндрического решета с винтовым распределителем для предварительной очистки зерна: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2014. 160 с.
9. Захаров С. Е. Параметры и режимы работы горизонтального цилиндрического решета с планетарным вращением: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2020. 156 с.
10. Крум В. А. Интенсификация процесса сепарации горизонтальным цилиндрическим решетом с авторезонансным режимом движения обрабатываемого зерна: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2020. 171 с.
11. Долгов И. А. Расчет рабочих органов уборочных машин: учебное пособие. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. 560 с.
12. Резниченко М. Я. Цилиндрические барабаны зерноочистительных машин. Москва: Машиностроение, 1964. 216 с.
13. Якимов А. В. Повышение эффективности функционирования сепаратора зернового материала путем совершенствования технологического процесса и параметров цилиндрических решет: дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2017. 169 с.
14. Model 51A Rotary grain cleaner owner's and operator's manual. Nebraska Engineering Co., 1990. 35 p.
15. Seed cleaner scores 100% buy again rating // Farming Ahead. August 2009. No. 211.
16. Trufab. Grain Bins with Additional In-Cab Controls // Power Farming. 2010. Vol. 120. No. 4. Pp. 47.
17. Бурков А. И., Сычуглов Н. П. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 261 с.
18. Галкин В. Д., Галкин А. Д., Хандриков В. А., Басалгин С. Е. Моделирование процессов послеуборочной обработки зерна и семян и технологии их подготовки // Пермский аграрный вестник. 2018. № 3 (23). С. 19–29.
19. Галкин А. Д., Галкин В. Д. Машины и оборудование послеуборочной обработки зерна и подготовки семян из влажного комбайнового вороха: рекомендации. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. 47 с.

**EFFICIENCY ASSESSMENT
OF SEED SEPARATION
BY SORTING HIGH-SPEED CYLINDRICAL SIEVE**

V. D. Galkin, Dr. Techn. Sci., Professor;

A. D. Galkin, Dr. Techn. Sci.;

V. A. Khandrikov, Cand. Techn. Sci.;

S. G. Maslennikov, Graduate Student,

Perm State Agro-Technological University

113, Geroev Khasana St., Perm, Russia, 614025

E-mail: engineer@pgsha.ru

ABSTRACT

The research was carried out on an experimental cylindrical screen with an uneven rotation with a diameter of 0.25 m and a length of 0.94 m at the Department of Agricultural Machinery and Equipment of the Engineering Faculty of the Perm State Agro-Technological University. Cleaning of the screen was carried out with a fixed brush, and the drive allowed for uneven rotation of the screen. The experiments were carried out on Yekaterina wheat seeds, which were pre-cleaned and dried. The average value of fine impurities (weeds and cereals) passing through holes of oblong shape with width of 2 mm was 3.3%. The seeds were fed from a separate hopper with an adjustable rectangular hole. The studies were carried out at a tuned supply value of 500 kg/h using single-factor experiments and experiments using a two-factor experiment technique. The angle of inclination of the sieve and the amount of eccentricity were chosen as factors. The evaluation of the operation of the sieve was conducted on the degree of release of small impurities. The experiments found that the maximum degree of extraction of fine impurities of 74.2% was achieved with an indicator of kinematic mode of operation of the sieve 1.81, its inclination angle of 4 degrees and eccentricity of 10 mm, which exceeds this indicator for a sieve with uniform rotation. At the same time, the specific productivity exceeded 670 kg/h * m². *Key words: wheat seeds, cleaning, sorting cylindrical screen, non-uniform rotation, parameters, degree of impurities extraction.*

References

1. Grigor'ev S. M., Kireev M. V., Mullayanov R. G. Grafoanaliticheskoe issledovanie dvizheniya tochki po vnutrennei poverkhnosti vrashchayushchegosya tsilindra (Graphoanalytic study of point motion on inner surface of rotating cylinder), Zapiski Leningradskii s.-kh. in-t, 1959, T. XIV, Vyp. 76, pp. 30–48.
2. Eroshenko L. I. Izyskanie i issledovanie vysokoproizvoditel'nykh reshet dlya ochistki zerna na zernoochistitel'nosushil'nykh kompleksakh (Survey and research of high-performance grain cleaning solutions in grain cleaning and drying complexes), avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk, Leningrad, 1974, 24 p.

3. Kireev M. V. Issledovanie protsessov ochistki i sortirovaniya semyan po vnutrennei poverkhnosti bystrov-rashchayushchegosya (Study of seed cleaning and sorting processes on the inner surface of fast-growing), avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk, Leningrad, Leningrad. s.-kh. in-t, 1962, 17 p.
4. Letoshnev M. N. O dvizhenii s postoyannym skol'zheniem po friktsionnoi poverkhnosti gorizontallyno raspolozhennogo vrashchayushchegosya tsilindra (On movement with constant sliding along friction surface of horizontally located rotating cylinder), Sb. trudov po zemledel'cheskoi mekhanike, M. – L., Sel'khozizdat, 1961, T. IV, pp. 315–347.
5. Mullayanov R. G. K analizu raboty bystrokhodnogo tsilindricheskogo resheta (To analyze the operation of the high-speed cylindrical sieve), Zapiski Leningradskogo s.-kh. in-ta, 1958, T. XIII, pp. 84–88.
6. Feofanova A. S., Eroshenko L. I. Analiz protsessa separatsii na bystrokhodnom tsilindricheskom reshete (Analysis of separation process on high-speed cylindrical screen), Zapiski Leningradskogo s.-kh. in-ta, 1974, T. 231, pp. 32-37.
7. Patrín V. A. Razrabotka teorii vzaimodeistviya obrabatyvaemogo zerna s rabochimi organami zernoochistitel'nykh mashin s pozitsii sinergetiki (Development of the theory of interaction of processed grain with working bodies of grain cleaning machines from the point of view of synergy), avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk, Novosibirsk, 2015, 38 p.
8. Sukhoparov A. A. Parametry i rezhimy raboty tsilindricheskogo resheta s vintovym raspredelitelem dlya predvaritel'noi ochistki zerna (Parameters and operation modes of cylindrical screen with screw distributor for preliminary grain cleaning), dis. ... kand. tekhn. nauk, Novosibirsk, 2014, 160 p.
9. Zakharov S. E. Parametry i rezhimy raboty gorizontallynogo tsilindricheskogo resheta s planetarnym vrashcheniem (Parameters and operating modes of horizontal cylindrical sieve with planetary rotation), dis. ... kand. tekhn. nauk, Novosibirsk, 2020, 156 p.
10. Krum V. A. Intensifikatsiya protsessa separatsii gorizontallynym tsilindricheskim reshetom s avtorezonansnym rezhimom dvizheniya obrabatyvaemogo zerna (Intensification of separation process by horizontal cylindrical sieve with autoresonance mode of processed grain movement), dis. ... kand. tekhn. nauk, Novosibirsk, 2020, 171 p.
11. Dolgov I. A. Raschet rabochikh organov uborochnykh mashin (Calculation of working tools of harvesting machines), uchebnoe posobie, Zernograd, FGBOU VPO AChGAA, 2013, 560 p.
12. Reznichenko M. Ya. Tsilindricheskie barabany zernoochistitel'nykh mashin (Cylindrical drums of grain cleaning machines), Moskva, Mashinostroenie, 1964, 216 p.
13. Yakimov A. V. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya separatora zernovogo materiala putem sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo protsessa i parametrov tsilindricheskikh reshet (Improving the efficiency of the grain separator by improving the process and parameters of cylindrical grids), dis. ... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2017, 169 p.
14. Model 51A Rotary grain cleaner owner's and operator's manual, Nebraska Engineering Co., 1990, 35 p.
15. Seed cleaner scores 100% buy again rating, Farming Ahead, August 2009, No. 211.
16. Trufab. Grain Bins with Additional In-Cab Controls, Power Farming, 2010, Vol. 120, No. 4, pp. 47.
17. Burkov A. I., Sychugov N. P. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstruktsiya, issledovanie, raschet i ispytanie (Grain cleaning machines. Design, study, calculation and test), Kirov, NIISKh Severo-Vostoka, 2000, 261 p.
18. Galkin V. D., Galkin A. D., Khandrikov B. A., Basalgin C. E. Modelirovanie protsessov posleuborochnoi obrabotki zerna i semyan i tekhnologii ikh podgotovki (Modeling of post-harvest grain and seed processing processes and technology of their preparation), Permskii agrarnyi vestnik, 2018, No. 3 (23), pp. 19-29.
19. Galkin A. D., Galkin V. D. Mashiny i oborudovanie posleuborochnoi obrabotki zerna i podgotovki semyan iz vlazhnogo kombainovogo vorokha (Machines and equipment for post-harvest processing of grain and preparation of seeds from wet harvester), rekomendatsii, Perm', IPTs «Prokrost'», 2020, 47 p.

13. Yakimov A. V. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya separatora zernovogo materiala putem sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo protsessa i parametrov tsilindricheskikh reshet (Improving the efficiency of the grain separator by improving the process and parameters of cylindrical grids), dis. ... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2017, 169 p.

14. Model 51A Rotary grain cleaner owner's and operator's manual, Nebraska Engineering Co., 1990, 35 p.

15. Seed cleaner scores 100% buy again rating, Farming Ahead, August 2009, No. 211.

16. Trufab. Grain Bins with Additional In-Cab Controls, Power Farming, 2010, Vol. 120, No. 4, pp. 47.

17. Burkov A. I., Sychugov N. P. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstruktsiya, issledovanie, raschet i ispytanie (Grain cleaning machines. Design, study, calculation and test), Kirov, NIISKh Severo-Vostoka, 2000, 261 p.

18. Galkin V. D., Galkin A. D., Khandrikov B. A., Basalgin C. E. Modelirovanie protsessov posleuborochnoi obrabotki zerna i semyan i tekhnologii ikh podgotovki (Modeling of post-harvest grain and seed processing processes and technology of their preparation), Permskii agrarnyi vestnik, 2018, No. 3 (23), pp. 19-29.

19. Galkin A. D., Galkin V. D. Mashiny i oborudovanie posleuborochnoi obrabotki zerna i podgotovki semyan iz vlazhnogo kombainovogo vorokha (Machines and equipment for post-harvest processing of grain and preparation of seeds from wet harvester), rekomendatsii, Perm', IPTs «Prokrost», 2020, 47 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10038

УДК 631.319.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СХЕМЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

С. Л. Дёмшин, д-р техн. наук, доцент;

Д. А. Зырянов, мл. науч. сотрудник,

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

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

E-mail: sergdemshin@mail.ru;

В. Л. Андреев, д-р техн. наук, профессор;

E-mail: andreev.vas@mail.ru;

В. В. Ильичёв, ст. преподаватель,

E-mail: ilichiev1963@mail.ru,

ГБОУ ВО НГИЭУ,

ул. Октябрьская, д. 22а, г. Княгинино, Россия, 606340

Аннотация. Для осуществления посредством одного технического средства основной и предпосевной обработки почвы разработана технологическая схема

от скорости перемещения, меньше на 4,3-5,4% для схемы установки лап в виде «прямого» клина и на 4,2-4,7% - для схемы «обратного» клина. Исходя из компактности конструкции агрегата, рекомендуется использовать схему расположения плоскорезущих лап в виде «обратного» клина с выносом назад центральной лапы относительно боковых на расстояние, равное 0,35-0,40 м.

Ключевые слова: технология основной безотвальной почвообработки, лапа плоскорезущая, дисковая секция, тяговое сопротивление.

Введение. В настоящее время модернизация сельскохозяйственной техники, в том числе для растениеводства, проводится по нескольким основным направлениям, включающим повышение надёжности разрабатываемых технических средств и осуществления технологического процесса, увеличение производительности, снижение энергоёмкости выполняемых операций и т.д. [1]. Для сегмента почвообрабатывающей техники, помимо вышеперечисленного, актуальным является повышение функциональности разрабатываемых машин, которое в конечном итоге должно уменьшить номенклатуру требуемого машинно-тракторного парка. Одним из решений может послужить применение в конструкции агрегатов принципа блочно-модульной компоновки с использованием комплектов сменных рабочих органов для разных видов обработки почвы. Изучение рынка сельскохозяйственной техники [2-7] выявило отсутствие многофункциональных агрегатов, способных качественно и надёжно выполнять посредством одной машины основную обработку почвы и комплекс операций предпосевной обработки почвы.

Цель исследования – определение оптимальной конструкционной схемы многофункционального почвообрабатывающего агрегата посредством исследования влияния параметров и местоположения

плоскорезущих лап на тяговое сопротивление.

Методика. Анализ результатов разработки универсальных почвообрабатывающих агрегатов в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока показал, что для региональных условий достаточно эффективна осуществляемая ими технология основной обработки почвы. Она заключается в том, что плоскорезущие лапы подрезают пласт почвы, кроша и разрыхляя его, далее дисковые рабочие органы дополнительно обрабатывают верхний почвенный слой [8-10]. Используя в качестве основы данные этих исследований, разработана схема многофункционального технического средства для осуществления обработки почвы с двумя комплектами сменных рабочих органов. Для проведения основной безотвальной почвообработки на глубину 14–25 см используются плоскорезущие лапы (рис. 1), для осуществления комплекса операций предпосевной почвообработки на глубину 6–14 см – культиваторные лапы стрельчатого типа. Дисковые рабочие органы применяются в любой комплектации агрегата. Конструкция агрегата предусматривает также его оснащение быстросъёмными адаптерами для поверхностной, финишной почвообработки в виде катков, штригель-борон и т.д.

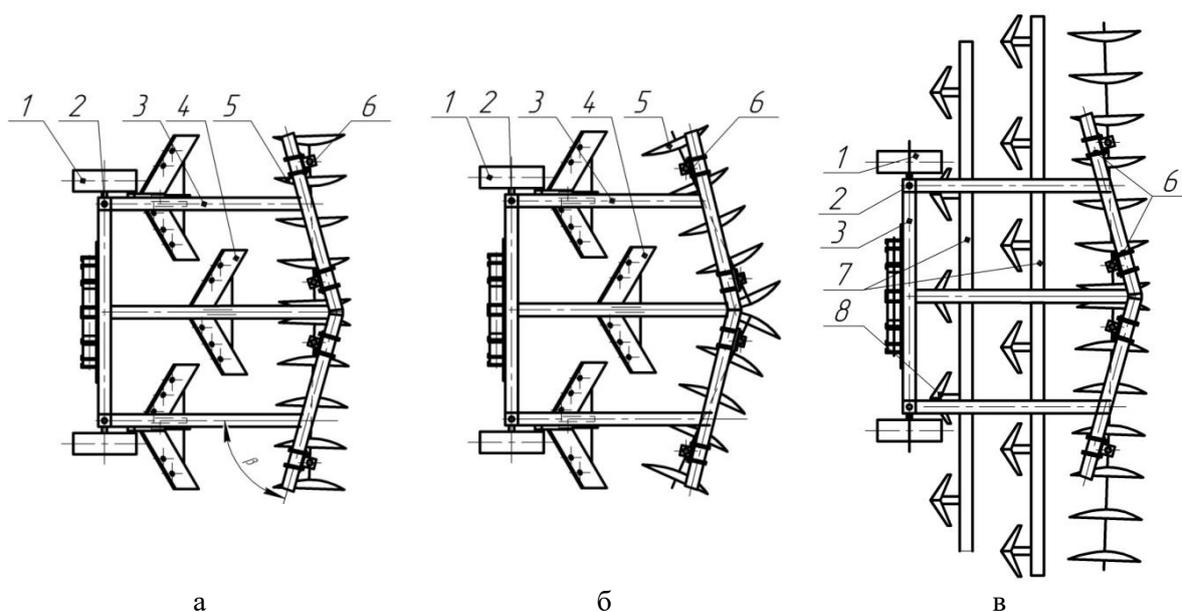


Рис. 1. Схема размещения рабочих органов почвообрабатывающего агрегата (плоскорезящие лапы установлены по схеме «обратного» клина):

а, б - плоскорезящие лапы и дисковые секции при установке с минимальным и максимальным углом атаки; в - культиваторные лапы и дисковые секции при установке с минимальным углом атаки; 1 - колесо опорное; 2 - механизм регулировки положения колёс; 3 - рама; 4 - лапы плоскорезящие; 5 - секции дисковые; 6 - кронштейн крепления дисковой секции; 7 - брус съёмный; 8 - лапы культиваторные

Секции дисковых рабочих органов оснащены механизмами регулировки глубины почвообработки и имеют ступенчатое регулирование угла атаки. Данная регулировка возможна вследствие того, что шарнирная конструкция в конструкции кронштейнов крепления позволяет монтировать их с разных сторон бруса. Угол β (рис. 1, а), под которым установлен брус рамы для крепления секций дисковых рабочих органов, соответствует среднему значению их угла атаки [11]. Это позволяет дисковым секциям иметь интервал изменения угла атаки, равный от 0 до 30°, что достаточно для использования в составе комбинированных агрегатов.

При окончательной разработке компоновочной схемы почвообрабатывающего

орудия необходимо определиться с местоположением рабочих органов. В большей мере это относится к рабочим органам для основной обработки почвы - плоскорезящим лапам, так как их параметры и размещение на раме агрегата определяет её форму и размеры, расположение дополнительных рабочих органов. Для орудия с тремя плоскорезящими лапами возможна установка рабочих органов по двум схемам размещения: «прямого» и «обратного» клина. Схема установки плоскорезящих лап также имеет существенное влияние на энергоёмкость обработки почвы, что отмечается в ряде исследований [12-14], но при этом нет общего мнения об оптимальной схеме их расположения. Также общая компоновочная схема агрегата зависит от вы-

бора оптимального угла раствора плоскорежущих лап, исходя из их тягового сопротивления.

Для исследования влияния схемы размещения и параметров плоскорежущих лап на тяговое сопротивление орудия изготовлена лабораторно-полевая установка (рис. 2), конструкция которой позволяет устанавливать плоскорежущие лапы с углами раствора 70° , 95° , 120° при ширине захвата 0,76 м и регистрировать тяговое сопротивление рабочих органов с помощью динамометра ДПУ-20-2. Первоначально план эксперимента предусматривал изучение в качестве одного из факторов угла раствора плоскорежущей лапы, но при проведении

однофакторных экспериментов выявлено, что трактор МТЗ-82 не обеспечивает тяговое усилие, необходимое для работы лабораторной установки с установленными плоскорежущими лапами с углом раствора 70° при глубине почвообработки более 18 см. Поэтому проведены экспериментальные исследования с углами раствора 95° и 120° установленных плоскорежущих лап при двух вариантах их расположения на раме на стерне и чистом пару. В первом варианте использована схема «прямого» клина, во втором - «обратного» клина. При этом вынос центральной плоскорежущей лапы относительно боковых составлял $S = \pm 0,4$ м.

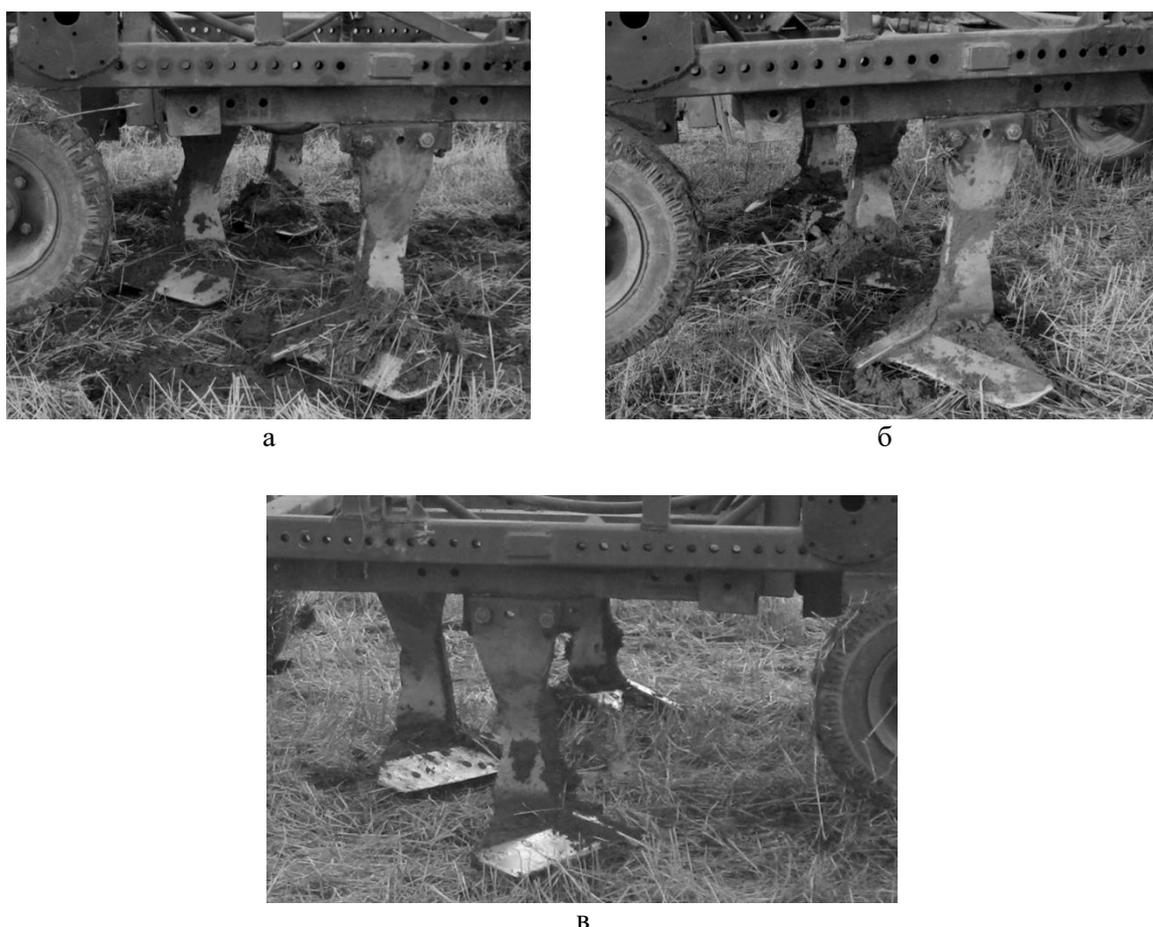


Рис. 2. Расположение плоскорежущих лап с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$ на раме установки со смещением S (м) центральной лапы относительно боковых:

а - $S = +0,4$ м ($x_1 = +1$); б - $S = 0$ ($x_2 = 0$); в - $S = -0,4$ м ($x_3 = -1$).

Исследования орудия проведены на тигичной для региональных условий дерново-

подзолистой среднесуглинистой почве. Опыт в условиях чистого пара выполнен при влажности почвы 15,2%, средняя твёрдость почвы в слое до 0,3 м составляла 1,45 МПа. Глубина почвообработки составляла $h = 23$ см. При обработке стерни эксперимент осуществлён при влажности почвы 16,8%, её средняя твёрдость в слое до 0,3 м составляла 2,61 МПа. Глубина почвообра-

ботки - $h = 18$ см.

Далее реализован трёхфакторный план Бокса-Бенкина для оценки влияния на энергоёмкость РТ (кН) плоскорезной обработки агрегатом скорости V (км/ч) движения, глубины обработки h (м) почвы и параметров схемы размещения плоскорезующих лап орудия, определяемого положением средней лапы S (м) относительно боковых (табл.).

Таблица

Обозначение факторов, уровни и интервалы их варьирования

Код фактора	Название фактора, его обозначение и единица измерения	Уровень фактора			Интервал варьирования
		-1	0	+1	
x_1	Скорость движения V , км/ч	3,20	5,55	7,90	2,35
x_2	Расположение средней плоскорезующей лапы относительно боковых лап S , м	- 0,4	0	+ 0,4	0,4
x_3	Глубина обработки почвы h , м	0,16	0,20	0,24	0,04

При реализации плана эксперимента обрабатывалась дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва. Влажность почвы составляла 23,8%, средняя твёрдость почвы в слое до 0,3 м - 2,12 МПа. Агрегатирование лабораторной установки осуществлялось с МТЗ-82 на передачах 5 (с редуктором), 3 (с редуктором) и 2 (с редуктором).

Результаты. Однофакторные эксперименты по изучению влияния угла раствора плоскорезующей лапы и схемы их размещения на тяговое сопротивление орудия показали (рис. 3), что для всего исследуемого диапазона скоростей движения агрегата его тяговое усилие при использовании плоскорезующих лап с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$ значительно меньше по сравнению с лапами с углом раствора $2\gamma = 95^\circ$ при сравнительно одинаковом качестве обработки. В зависимости от скорости движения орудия и схемы установки лап тяговое сопротивление плоскорезующих лап с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$ при обработке стерни на 4,7-12,1% ниже по сравнению с лапами с

углом раствора $2\gamma = 95^\circ$. При обработке чистого пара снижение тягового сопротивления составляет 13,4-20,2%. Статистически значимой разницы между значениями тягового сопротивления плоскорезующих лап, установленных по исследуемым схемам, не выявлено.

Результаты опыта подтвердили данные ранее проведенных исследований технологического процесса совместного функционирования плоскорезующих лап и секций сферических дисков при проведении основной обработки почвы и продемонстрировали преимущество применения в региональных условиях Евро-Северо-Востока России плоскорезующих лап с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$ [15, 16]. Это вызвано характерным для региона неглубоким горизонтом расположения основной части корневой системы растений (в слое почвы до 12-15 см), что практически исключает обволакивание лезвий лап растительными остатками при выполнении основной плоскорезной почвообработки и делает нецелесообразным ис-

пользование плоскорежущих лап с малыми углами раствора, которые препятствуют сгуживанию корней растений на лезвиях. Также при больших значениях угла раствора лапы снижается площадь её лемехов и

башмака и, соответственно, уменьшается подвергаемый деформации объём почвы, что положительным образом сказывается на энергоёмкости плоскорезной обработки.

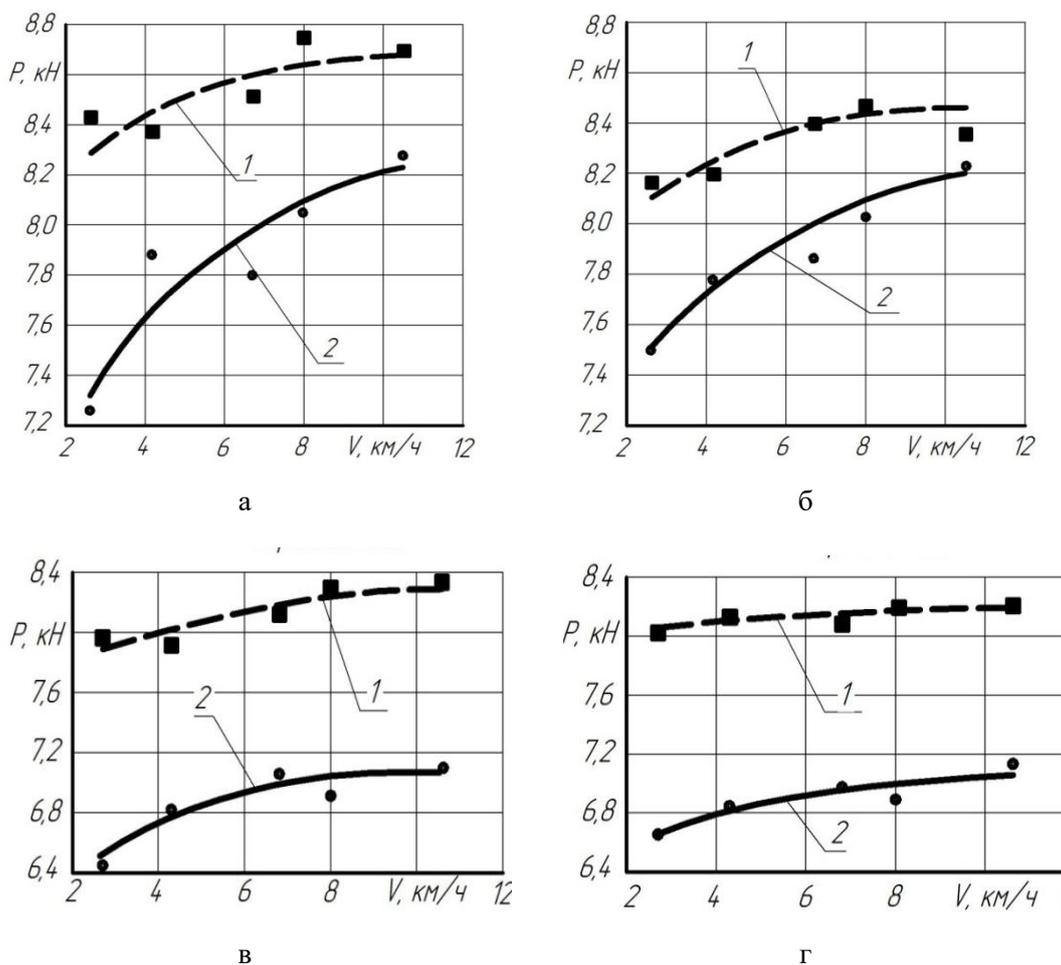


Рис. 3. Влияние угла раствора 2γ (град.) плоскорежущей лапы и расположения плоскорежущих лап по схеме «прямого» (б, г) и «обратного» (а, в) клина на тяговое сопротивление P_t (кН) агрегата при обработке: а, б – стерни; в, г – чистого пара; 1 - угол раствора $2\gamma = 95^\circ$, 2 - угол раствора $2\gamma = 120^\circ$

Результаты однофакторных экспериментов не дали однозначного ответа на вопрос о рациональном месте установки рабочих органов плоскореза и величине выноса центральной плоскорежущей лапы относительно боковых, поэтому реализован план Бокса-Бенкина второго порядка. При этом одним из факторов в нём являлось

значение смещения S (м) центральной лапы по ходу движения по сравнению с двумя боковыми лапами.

В результате обработки данных, полученных в ходе эксперимента, выявлена следующая модель регрессии, адекватно описывающая технологический процесс с вероятностью $p = 0,95$:

$$Y_1 = 10,946 + 0,198 \cdot x_1 + 1,569 \cdot x_3 - 0,476 \cdot x_2^2 - 0,771 \cdot x_3^2. \quad (1)$$

Результаты исследований, представленные в графическом виде на рисунке 4, подтвердили широко известные результаты ранее осуществленных экспериментальных исследований о том, что возрастание тяго-

вого сопротивления почвообрабатывающих рабочих органов орудия в первую очередь зависит от соответствующего увеличения скорости движения и глубины почвообработки [17, 18].

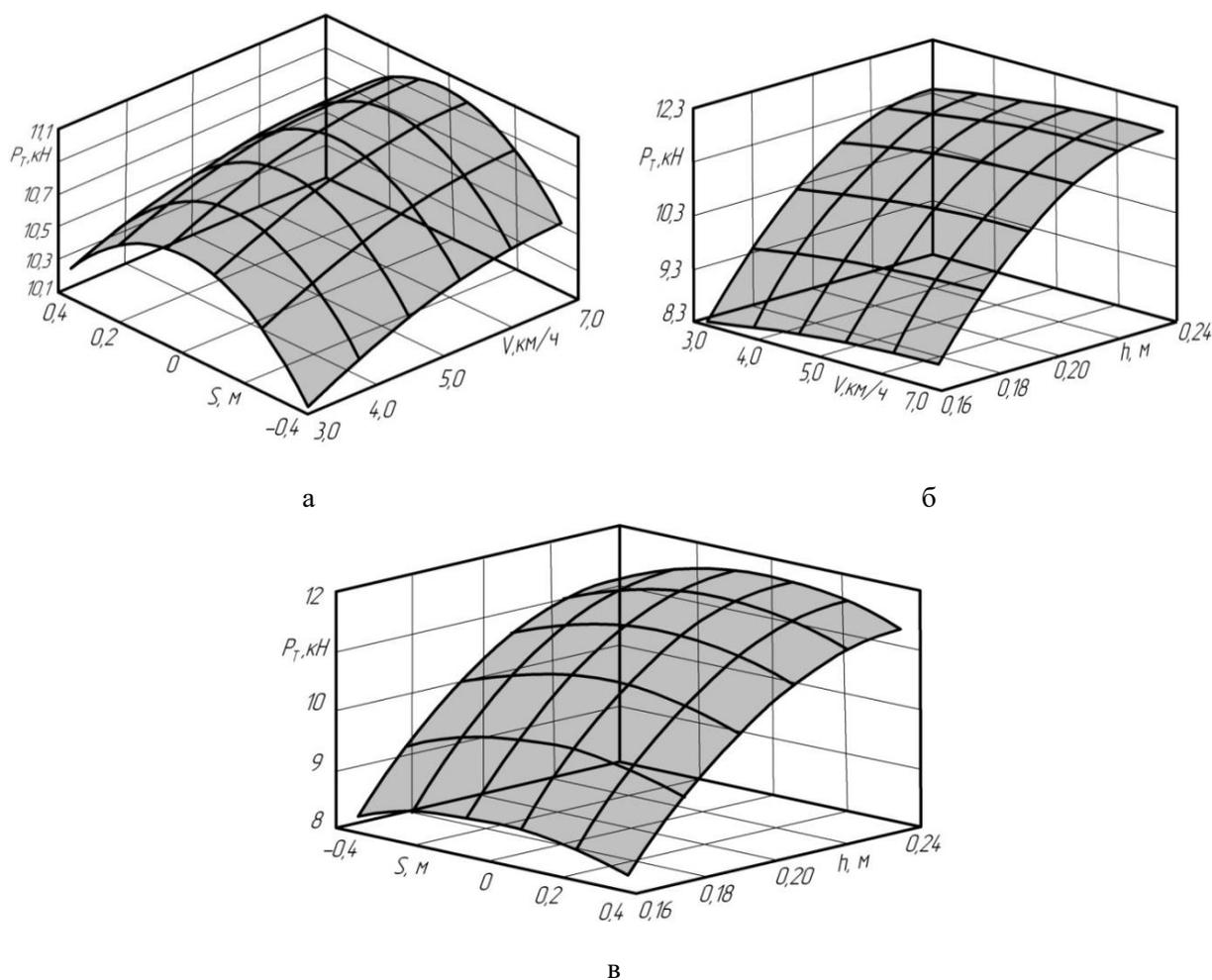


Рис. 4. Влияние положения S (м) средней плоскорезущей лапы относительно боковых (x_2), скорости V (км/ч) движения агрегата (x_1), глубины обработки h (м) почвы (x_3) на тяговое сопротивление P_T (кН) агрегата; а - $h = 0,2$ м ($x_3 = 0$); $S = 0$ м ($x_2 = 0$); $V = 5,55$ км/ч ($x_1 = 0$)

Зависимость энергоёмкости плоскорезной обработки почвы от схемы расстановки рабочих органов не имеет столь однозначной тенденции. Так, при схеме установки лап в виде «прямого» клина (с наибольшим смещением среднего рабочего органа относительно боковых на величину $S = \pm 0,4$ м)

происходит снижение их общего тягового сопротивления в зависимости от скорости на 4,3-5,4% по сравнению с соответствующими показателями при схеме размещения лап в одном ряду ($S = 0$ м). Для размещения рабочих органов по схеме «обратного» клина уменьшение энергоёмкости обработ-

ки почвы составляет 4,2-4,7% по сравнению со схемой размещения лап в одном ряду. Значения и динамика изменения тягового сопротивления орудия при двухрядном размещении лап для исследуемых схем практически идентичны, что позволяет использовать при проектировании конструкционной схемы агрегата любую из них. Исходя из компактности конструкции агрегата, было принято решение использовать вариант установки плоскорезующих лап по схеме «обратного» клина.

При этом оптимальное значение расстояния между рядами плоскорезующих лап находится в пределах $S = 0,35-0,40$ м, так как меньший вынос средней лапы повышает тяговое сопротивление плоскореза, а превышение этого показателя нецелесообразно, исходя из компактности конструкции агрегата.

Выводы.

1. Для осуществления посредством одного технического средства основной и предпосевной обработки почвы разработана технологическая схема многофункционального агрегата со сменными рабочими орга-

нами – плоскорезующими лапами для основной почвообработки на 14-25 см и культиваторными лапами для предпосевной почвообработки на 6-14 см.

2. Размещение плоскорезующих лап с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$ по схеме «прямого» клина по сравнению с однорядным расположением рабочих органов снижает тяговое сопротивление плоскореза на 4,3-5,4%, по схеме «обратного» клина – на 4,2-4,7%.

Исходя из компактности конструкции агрегата, рекомендуется использовать схему расположения плоскорезующих лап в виде «обратного» клина с выносом назад центральной лапы относительно боковых на расстояние равное 0,35-0,40 м. В качестве рабочих органов для основной почвообработки наиболее приемлемы плоскорезующие лапы с углом раствора $2\gamma = 120^\circ$, имеющие меньшее тяговое сопротивление.

Исследования проведены согласно Программе ФНИ государственных академий наук (раздел 10.9, подраздел 162), тема НИР №0528-2019-0094 (№ гос. регистрации АААА-А19-119042290137-1).

Литература

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 78 с.
2. Клочков А. В., Попов В. А. Современная сельскохозяйственная техника для растениеводства: пособие. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. 172 с.
3. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: науч. издание / Под общ. ред. В. М. Пронина. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 416 с.
4. Talarczyk W., Zbytek Z. Uniwersalna konstrukcja kultywatora podorywkowego i obsypnika do ziemniaków // Zeszyty problemowe postępu nauk rolniczych. 2009. № 543. Pp. 355-364.
5. LEMKEN GmbH & Co. KG [Electronic resource], Germany: Weseler Straße 5, Alpen, 46519, Access mode: <https://lemken.com/ru/>, (date of circulation 15/07/2020).
6. PÖTTINGER Landtechnik GmbH [Electronic resource], Austria: Industriegelände 1, 4710 Grieskirchen, Access mode: <https://www.poettinger.at>, (date of circulation 15/07/2020).
7. Мухамадьяров Ф. Ф., Коробицын С. Л., Соболева Н. Н. Технико-экономическое обоснование оптимального состава средств механизации с учетом агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2 (51). С. 68-73.

8. Андреев В. Л., Козлова Л. М., Дёмшин С. Л., Попов Ф. А. Модернизация плуга для безотвальной обработки почвы и его использование при возделывании яровой пшеницы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2013. № 2 (33). С. 63-66.
9. Characteristic and efficiency of operation of the unit for non-plough soil cultivation and the cultivation and sowing unit in conditions of the Eastern European part of Russia / L. Kozłowa, E. Noskova, F. Popov [et al.] // *Agricultural Engineering*. 2014. Vol. 152. No. 4. Pp. 151-163. DOI: <http://dx.medra.org/10.14654/ir.2014.152.090>
10. Мухамадьяров Ф. Ф. Вопросы энергоресурсосбережения в растениеводстве // *Владимирский земледелец*. 2010. № 3. С. 10-14.
11. Многофункциональный почвообрабатывающий агрегат: пат. 2679700 Рос. Федерация, № 2018110972; заявл. 27.03.2018; опубл. 12.02.2019, Бюл. № 5. 10 с.
12. Юдкин В. В., Катрич А. И. Рациональная схема расстановки рабочих органов плоскорезов-глубококорыхлителей // *Техника в сельском хозяйстве*. 1987. № 3. С. 28-29.
13. Труфанов В. В. Глубокое чизелевание почвы М.:Агропромиздат, 1989. 140 с.
14. Лурье А. Б., Любимов А. И. Широкозахватные почвообрабатывающие машины. Л.: Машиностроение, 1981. 270 с.
15. Нуризянов Р. Р. Совершенствование конструктивно-технологической схемы и оптимизация основных параметров плуга-плоскореза при безотвальной обработке почвы: дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2008. 176 с.
16. Дёмшин С. Л. Техника для ресурсосберегающей технологии основной обработки почвы // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 7. С. 67-68.
17. Синекоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение, 1977. 328 с.
18. Бурченко П. Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения. М.: ВИМ, 2002. 212 с.

RESEARCH RESULTS ON DETERMINING A RATIONAL DESIGN SCHEME OF A MULTIFUNCTIONAL TILLAGE UNIT

S. L. Demshin, Dr. Tech. Sci., Assistant Professor

D. A. Zyryanov, Researcher

Federal Agricultural Research Center of the North-East,
166a, Lenina St., Kirov, Russia, 610007

E-mail: sergdemshin@mail.ru;

V. L Andreev, Dr. Tech. Sci., Professor

E-mail: andreev.vas@mail.ru;

V. V. Ilyichev, Senior Lecturer

E-mail: ilichiev1963@mail.ru,

Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics

22a, Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia, 606340

ABSTRACT

The design and technological scheme of a multifunctional unit is proposed, capable of performing the primary non-moldboard tillage and secondary pre-sowing tillage is proposed, with replaceable working bodies: flat hoes to perform the subsoil tillage to a depth of 14-25 cm or cultivator hoes for carrying out pre-sowing tillage to a depth of 6-14 cm. To determine the optimal

design and technological scheme of a multifunctional tillage unit, experiments were carried out to study the influence on its traction resistance of the parameters of flat hoes, their location according to the scheme of "direct" and "reverse" wedge on the frame of unit, the optimal position of the middle flat hoe relative to the side flat hoes. The results of the experiment showed that the most acceptable flat hoes with an apex angle of $2\gamma = 120^\circ$, which have a lower traction resistance with a relatively equal quality of processing. The traction resistance of flat-cutting paws with an apex angle of $2\gamma = 95^\circ$, depending on the speed of movement and the installation scheme of the flat hoes when processing stubble, is 4.7–12.1% higher than that of flat hoes with an apex angle of $2\gamma = 120^\circ$, when processing complete fallow, respectively, by 13.4–20.2%. Installation of working bodies with a maximum displacement of the middle flat hoe relative to the lateral ones, equal to 0.4 m, for the installation scheme of the flat hoes of "direct" wedge on the frame of unit allows some reduction, depending on the speed of movement, the traction force by 4.3–5.4%, for the "reverse" wedge on 4.2–4.7%. The values of the traction resistance of the flat hoes, set at a distance of ± 0.4 m for both paw placement schemes, are practically equal, which makes it possible to use any of the placement schemes when developing a tillage machine. From a structural point of view, the layout of flat hoes in the form of a "reverse" wedge is more acceptable. The optimum displacement of the middle flat hoe relative to the side paws is 0.35–0.40 m.

Key words: technology of the primary non-moldboard tillage, flat hoe, disk sections, traction resistance.

References

1. Strategiya mashinno-tehnologicheskoy modernizatsii sel'skogo hozyajstva Rossii na period do 2020 goda (The strategy of machine-technological modernizing of agriculture of Russia for the period till 2020), M., FGNU «Rosinformagrotekh», 2009, 78 p.
2. Klochkov A. V., Popov V. A. Sovremennaya sel'skokhozyaystvennaya tekhnika dlya rasteniyevodstva (Modern agricultural machinery for crop production), posobie, Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2009, 172 p.
3. Sravnitel'nyye ispytaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki (Comparative tests of agricultural machinery), nauch. izdaniye, Pod obshch. red. V. M. Pronina, M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013, 416 p.
4. Talarczyk W., Zbytek Z. Uniwersalna konstrukcja kultywatora podorywkowego i obsypnika do ziemniaków (Universal construction stubble cultivator and shaper of the ridges for potatoes), Zeszyty problemowe postępow nauk rolniczych, 2009, No. 543, pp. 355-364.
5. LEMKEN GmbH & Co. KG [Electronic resource], Germany: Weseler Straße 5, Alpen, 46519, Access mode: <https://lemken.com/ru/>, (retrieved on 15/07/2020).
6. PÖTTINGER Landtechnik GmbH [Electronic resource], Austria: Industriegelände 1, 4710 Grieskirchen, Access mode: <https://www.poettinger.at>, (retrieved on 15/07/2020).
7. Mukhamad'yarov F. F., Korobitsyn S. L., Soboleva N. N. Tekhniko-ekonomicheskoye obosnovaniye optimal'nogo sostava sredstv mekhanizatsii s uchetom agroekologicheskogo rayonirovaniya sel'skokhozyaystvennykh territoriy na mikrourovne (Technical-and-economic justification of the optimal composition of means of mechanization considering agroecological regionalizing of an agricultural territories at the microlevel), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2016, No.2 (51), pp. 68-63.
8. Andreev V. L., Kozlova L. M., Demshin S. L., Popov F. A. Modernizatsiya pluga dlya bezotval'noy obrabotki pochvy i yego ispol'zovaniye pri vozdeleyvanii yarovoy pshenitsy (Modernization of the plow for moldless tillage and its use in the cultivation of spring wheat), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2013, No. 2 (33), pp. 63-66.
9. Characteristic and efficiency of operation of the unit for non-plough soil cultivation and the cultivation and sowing unit in conditions of the Eastern European part of Russia, L. Kozłowa, E. Noskova, F. Popov [et al.], Agricultural Engineering, 2014, Vol. 152, No. 4, pp. 151-163. DOI: <http://dx.medra.org/10.14654/ir.2014.152.090>.

10. Mukhamad'yarov F. F. Voprosy energoresursosberezheniya v rasteniyevodstve (Issues of energy conservation in crop production), Vladimirsky zeledelts, 2010, No. 3, pp. 10-14.
11. Multifunctional tillage unit: pat. 2679700 RU, № 2018110972; date of submission 27.03.2018; date of publication 13.04.2020, Bull. No. 11. 10 p.
12. Yudkin V. V., Katrich A. I. Racional'naya skhema rasstanovki rabochih organov ploskorezov-glubokoryhlitelej (Rational scheme of the arrangement of the working bodies of blade cultivator), Tekhnika v sel'skom hozyajstve, 1987, No. 3, pp. 28-29.
13. Trufanov V. V. Glubokoye chizelevaniye pochvy (Deep chiseling of soil), M., Agropromizdat, 1989, 140 p.
14. Lur'ye A. B., Lyubimov A. I. Shirokozakhatnyye pochvoobrabatyvayushchiye mashiny (Wide-range tillage machines), L., Mashinostroenie, 1981, 270 p.
15. Nurizyanov R. R. Sovershenstvovanie konstruktivno-tehnologicheskoy skhemy i optimizaciya osnovnyh parametrov pluga-ploskoreza pri bezotval'noj obrabotke pochvy (Perfection of the constructive-technological scheme and optimization of the basic parameters of the plough-blade cultivator at moldless tillage), dis. ... kand. tekhn. nauk, Kirov, 2008, 176 p.
16. Demshin S. L. Tekhnika dlya resursosberegayushchey tekhnologii osnovnoy obrabotki pochvy (Technique for resource-saving technology of basic tillage), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2010, No.7, pp. 67-68.
17. Sineokov G. N., Panov I. M. Teoriya i raschyot pochvoobrabatyvayushchih mashin (Theory and calculation of soil-cultivating machines), M., Mashinostroenie, 1977, 328 p.
18. Burchenko P. N. Mekhaniko-tehnologicheskkiye osnovy pochvoobrabatyvayushchikh mashin novogo pokoleniya (Mechanical and technological foundations of new generation soil cultivation machines), M., VIM, 2002, 212 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10041

УДК 631.363

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОЛОТКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ПОДАЮЩИМ БУНКЕРОМ

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

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

Р. М. Горбунов, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

Октябрьский проспект, 133, Киров, Россия, 610017

E-mail: Mohnatkin@vgsha.info

Аннотация. Представлены результаты исследований разработанного в Вятской ГСХА молоткового измельчителя грубых кормов. Отличительной особенностью агрегата является конструкция горизонтального подающего бункера. Кроме того, дан подробный анализ существующего состояния данного направления по созданию как измельчителей грубых кормов, так и в целом кормоприготовительной техники. Исследования проведены с использованием современных методов математического моделирования с проведением как

однофакторных экспериментов, так и многофакторных, адаптированных к конкретным условиям. Констатировано, что созданием измельчителей грубых кормов занималось не одно поколение ученых (Алешкин В. Р., Сысуев В. А., Мельников С. В., Вагин Б. И., Трутнев М. А., Савиных П. А., Мохнаткин В. Г., Поярков М. С., Косолапов Е. В., Солонщиков П. Н. и многие другие). Однако, как показывает практика, в этом направлении еще предстоит огромная работа как в теоретическом, так и в практическом плане, включая развитие апробированных и разработку новых методов исследований, в том числе используя и опираясь на работы зарубежных коллег. По результатам экспериментальных исследований измельчителя получены математические зависимости таких показателей, как производительность, энергоемкость, качественные показатели установки в зависимости от количества молотков на роторе. Методом планирования эксперимента найдены оптимальные значения факторов, определяющих производительность измельчителя. Материалы готовы для передачи заинтересованным машиностроительным предприятиям.

Ключевые слова: измельчитель, ротор, молоток, бункер, производительность, питатель, грубые корма, энергоемкость.

Введение. Многочисленные исследования роторных измельчителей с молотковыми рабочими органами доказывают эффективность их функционирования при измельчении различных материалов [1-6]. В то же время для конкретных условий полученных результатов часто бывает недостаточно, так как техника постоянно совершенствуется, а потребители выдвигают свои требования к техническим и технологическим показателям [7-11].

В рационах дойных коров грубый корм занимает более 30%. Как показывает практика, в хозяйствах с фермами на 400...600 коров и 1000 голов на откорме до сих пор не решена проблема комплексной механизации. Обобщение результатов научных исследований по созданию кормоприготовительной техники показывает, что отечественными учеными разработаны и созданы отдельные средства механизации для загрузки основных видов кормов из хранилищ, их накопления, дозирования, смешивания и раздачи животным. Скомплектованные в технологические линии эти машины работают в составе кормоцехов по приготовле-

нию кормовых смесей для различных видов животных [1-5]. Однако кормоцехи, насчитывающие свыше десятка наименований машин, не всегда отвечающих требованиям поточной технологии, имеют большую металлоемкость, энергоемкость процесса и низкую степень унификации оборудования.

На Слободском ремонтно-механическом заводе Кировской области изготовлено 229 измельчителей рулонов грубых кормов по авторскому свидетельству №1381793 (ИРГК «Вятка»), которые нашли широкое распространение на животноводческих фермах как самостоятельная машина, так и в поточных линиях кормоцехов.

Таким образом, развитие и постоянное совершенствование измельчителей кормов, имеющих рабочие органы молоткового типа, на деле подтверждает присущие им положительные качества. Однако проявление положительных свойств данных рабочих органов во многом определяется совместным использованием вспомогательных механизмов и их сочетанием. Например, использование молоткового ротора и вращающегося бункера, молоткового ротора и решета, молотко-

вого ротора и направляющих устройств, то есть проблема повышения эффективности функционирования молотковых рабочих органов требует поиска новых путей ее решения, одним из которых является совершенствование подачи материала к ротору.

Анализ исследований процесса приготовления кормов с использованием молотковых рабочих органов показал, что большинство ученых пришли к мнению, что данные рабочие органы обладают значительными преимуществами перед остальными, особенно по условиям надежности и долговечности. Однако эффективность использования молоткового ротора и измельчителя в целом определяется рядом внешних факторов, таких как физическое состояние измельчаемого материала, способ его подачи, тип подающего органа и условия отвода готового продукта.

Нет единого мнения относительно количества молотков и способа расстановки их на роторе, хотя доказано [2, 3], что с уменьшением шага молотков энергоемкость процесса также снижается. Исследованиями проф. С. В. Мельникова [12] на основе волновой теории разрушения доказано, что стебель считается не защемленным по концам, когда его длина не превышает 0,06...0,07 м. Исходя из этого, можно предположить, что для снижения энергоемкости процесса измельчения расстояние между молотками не следует выбирать более 0,06 м. Помимо частоты вращения бункера на эффективность работы молотковых измельчителей существенное влияние оказывает направление подачи материала по отношению к плоскости вращения ротора и направления вращения последнего. Авторы исследований [2] отмечают, что вращение ротора навстречу движению корма более эффективно, чем по направлению его движения.

Целью исследований является повышение пропускной способности измельчителя грубых кормов с молотковым ротором при получении продукта на выходе, отвечающего зоотехническим требованиям.

Методика. Выпускаемый измельчитель грубых кормов (рис. 1) в заводском исполнении рассчитан на номинальную пропускную способность при измельчении сена или соломы в рулонах до 5 т/ч при общей установленной мощности 40 кВт. В то же время по мере эксплуатации данного агрегата возникла необходимость довести пропускную способность до 10 т/ч. Для этого в конструкцию измельчителя внесен ряд изменений, позволяющих использовать ротор, длина которого увеличена по сравнению с ротором заводского исполнения. Это, в свою очередь, позволило увеличить и количество рядов молотков.

Измельчитель работает следующим образом: исходный материал – сено, солома в тюках, рулонах и россыпью завозятся транспортными средствами в гидрофицированный лоток и, далее транспортером питателя 10 подаются во вращающийся бункер 3, лопасти 5 которого направляют материал к ротору 7 под воздействие молотков 8. Измельченный корм отводится транспортером 11.

Опыты проводили на измельчении соломы озимой ржи в рулонах в два этапа. Сначала был реализован ряд однофакторных экспериментов, позволивший определить оптимальное количество рядов молотков на роторе. После этого с помощью матрицы плана 23 были определены оптимальные значения таких факторов, как частота вращения бункера, длина активной части молотка и количество рядов молотков на роторе при совместном влиянии на критерий оптимизации.

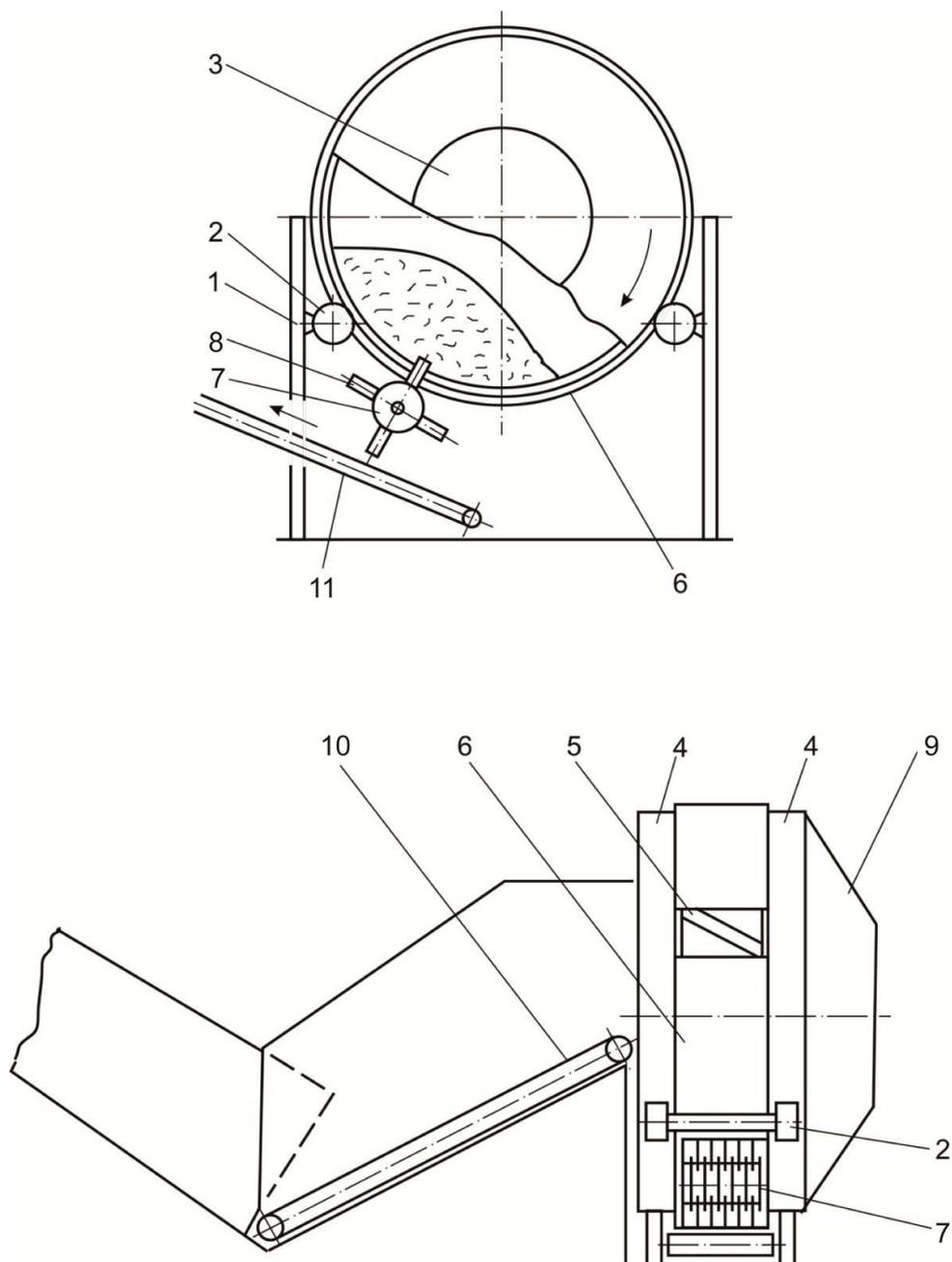


Рис. 1. Схема измельчителя:

1 – рама; 2 – ролики; 3 – бункер; 4 – кольцо; 5 – подающая лопасть; 6 – днище; 7 – ротор; 8 – молоток; 9 – конусная стенка; 10 – транспортер питателя; 11 – выгрузной транспортер

Результаты. На первых этапах экспериментальных исследований была проведена серия однофакторных экспериментов по изучению влияния количества рядов молот-

ков на пропускную способность измельчителя и на удельную энергоёмкость процесса (табл. 1).

Таблица 1

Влияние количества рядов молотков на выходные характеристики измельчителя при $n_d=7 \text{ мин}^{-1}$ и длине режущей части молотка $\Delta=75 \text{ мм}$

Показатели	Количество рядов молотков			
	5	6	7	8
Пропускная способность, кг/ч	3470	3890	4850	6740
Потребная мощность, кВт	13,48	15,33	17,56	19,42
Удельная энергоёмкость, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$	3,89	3,94	3,65	2,88

Полученные данные аппроксимированы аналитическими выражениями: $Q=1088\cdot 1,25^K$; $P=3,41+2K$; $\mathcal{E}=6,73\cdot 0,91^K$ и графически представлены на рисунке 2.

Анализируя данные зависимости, можно сделать вывод о том, что для получения пропускной способности агрегата 10 т/ч на роторе следует установить не менее 10 рядов молотков. При этом необходимо иметь

мощность 23...25 кВт. Однако, с учетом неравномерности загрузки ротора запас мощности должен быть увеличен в 1,5...2,0 раза. Этот существующий недостаток, на наш взгляд, объясняется конструкцией ротора, который имеет большую длину и малый диаметр. Поэтому при перегрузках достаточного запаса кинетической энергии ротор, как маховик, не имеет.

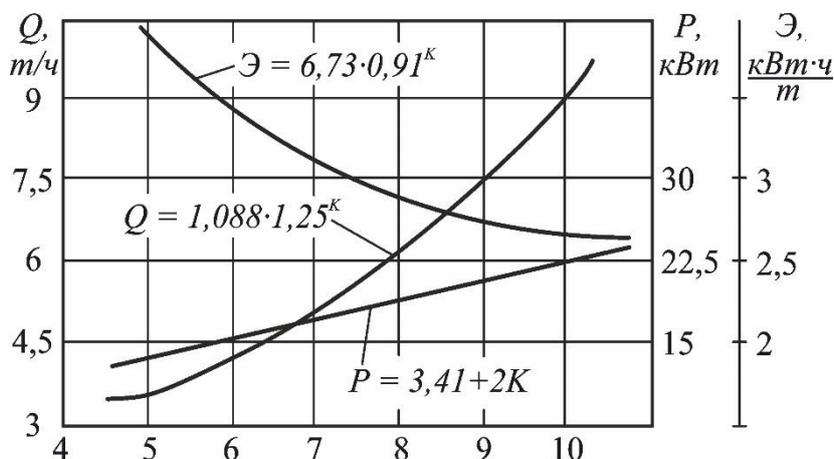


Рис. 2. Влияние количества рядов молотков ротора на выходные характеристики измельчителя

Результаты однофакторных экспериментов показали, что для обеспечения пропускной способности измельчителя (измельчающей головки) 10 т/ч при переработке рулонов необходимо иметь на роторе не менее десяти рядов молотков при длине активной части последних $\Delta=75 \text{ мм}$. Установленная мощность электродвигателя привода ротора должна составлять 40...45 кВт.

На втором этапе исследований для оптимизации конструктивно-режимных параметров измельчителя была реализована матрица плана 23 (табл. 2).

Частота вращения бункера, длина активной части молотка и количество рядов молотков на роторе – эти факторы выбраны на основании ранее проводимых исследований и с учетом результатов однофакторных

экспериментов. В эксперименте средний размер измельченных частиц составляет 20...30 мм при длине частиц исходного материала 350 мм.

В соответствии с методикой планирования эксперимента [12] были рассчитаны оценки коэффициентов регрессии и получено уравнение вида:

$$Y=3,952+0,667X_1+1,320X_2+0,400X_3 - 0,070X_1 \cdot X_2+0,212X_1 \cdot X_3 - 0,041X_2 \cdot X_3$$

Таблица 2

Матрица плана 2³ и результаты эксперимента

Обозначения	Факторы			Критерий оптимизации
	Частота вращения бункера n , мин ⁻¹	Кол-во рядов молотков K , шт	Длина активной части молотка Δ , мм	Пропускная способность Q , т/ч
	X_1	X_2	X_3	Y
Уровни варьирования:				
верхний +	7	8	75	
нижний -	3,5	6	50	
Опыты				
1	+	-	+	3,893
2	+	-	-	3,019
3	+	+	-	5,105
4	+	+	+	6,740
5	-	-	+	2,431
6	-	-	-	2,080
7	-	+	-	4,831
8	-	+	+	4,693

В данном уравнении в качестве критерия оптимизации выступает пропускная способность установки.

Статистическая оценка полученного уравнения показала, что с вероятностью 0,95 статистически значимым является фактор X_2 .

В то же время факторы X_1 и X_3 , а также эффект парных взаимодействий всех факторов статистически не значимы.

Поскольку расчетное значение критерия Фишера с вероятностью 0,95 $F_{расч.} = 2,47 < F_{табл.} = 3,0$, то полученное уравнение адекватно представляет рабочий процесс измельчителя.

Так как дальнейшее изменение численного значения исследуемых факторов в сторону их увеличения оказалось невозможным из-за технических ограничений установки (длина ротора ограничена расстоянием между коль-

цами, длина молотков – их прочными характеристиками, частота вращения бункера – надежностью рабочего процесса), было принято решение ограничиться полученным экспериментальным материалом.

Выводы. Разработана конструкция молоткового измельчителя с пропускной способностью 10 т/ч с установленной мощностью 45 кВт. Горизонтальный подающий бункер выполнен из двух колец диаметром 3000 мм. Между кольцами расположен молотковый ротор длиной 750 мм с десятью рядами молотков. Экспериментальным путем определены основные параметры и режимы работы измельчителя. Материалы исследований переданы ПАО «Кировский завод МАЯК» для постановки на производство мобильного измельчителя-раздатчика, созданного в рамках конверсии.

Литература

1. Мохнаткин В. Г., Поярков М. С., Горбунов Р. М. Исследование рабочего процесса роторного измельчителя с осевой подачей материала // Пермский аграрный вестник. 2020. № 2 (30). С. 4-14.
2. Алешкин В. Р., Мохнаткин В. Г. Анализ рабочего процесса молотковых измельчителей грубых кормов // Механизация процессов кормоприготовления и содержания животных: Сборник научных трудов. Пермь, 1988. С. 5-9.
3. Солонщиков П. Н., Косолапов Е. В. Оптимизация основных параметров молоткового измельчителя при приготовлении грубых кормов // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 34-41.
4. Елисеев М. С., Елисеев И. И., Рыбалкин Д. А. Перспективная схема молоткового измельчителя // Аграрный научный журнал. 2017. № 6. С. 54-57.
5. Трутнев М. А., Вагин Б. И., Анисимов В. А. Конусный измельчитель кормов // Сельский механизатор. 2004. № 11. С. 37.
6. Лялин Е. А., Трутнев М. А. Обоснование конструктивных параметров спирально-винтового дозатора с регулированием дозы путем изменения числа оборотов спирали // Пермский аграрный вестник. 2017. № 3 (19). С. 45-50.
7. Мухамадьяров Ф. Ф., Коробицын С. Л., Рубцова Н. Е. Агроэкологическое районирование сельскохозяйственных территорий на микроуровне // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 3 (46). С. 20-27.
8. Мухамадьяров Ф. Ф. Вопросы энергоресурсосбережения в растениеводстве // Владимирский земледелец. 2010. № 3. С. 10-14.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Роцин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980. 168 с.

**INCREASING THE THROUGHPUT OF A HAMMER MILL
WITH A HORIZONTAL FEED HOPPER**

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, Ocyabrskiy Prospect St., Kirov, Russia, 610017

E-mail: Mohnatkin@vgsha.info

ABSTRACT

The article presents the results of theoretical and experimental studies of the hammer shredder of coarse feed developed in the Vyatka State Agricultural Academy. A distinctive feature of the unit is the design of a horizontal feed hopper. In addition, a detailed analysis of the current state of this direction for the creation of both coarse feed shredders and feed preparation equipment in general is given. The research was carried out using modern methods of mathematical model-

ing with both single-factor experiments and multi-factor experiments adapted to specific conditions. It is stated that more than one generation of scientists (Aleshkin V. R., Sysuev V. A., Melnikov S. V., Vagin B. I., Trutnev M. A., Savinykh P. A., Mokhnatkin V. G., Poyarkov M. S., Rylov A. A., Solonshchikov P. N.) were engaged in the creation of coarse feed shredders and many others), but as practice shows, there is still a lot of work to be done in this direction, both in theoretical and practical terms, including the development of proven and new research methods, including using and relying on the work of foreign colleagues. Based on the results of experimental studies of the shredder, mathematical dependences of such indicators as productivity, energy consumption, and quality indicators of the installation depending on the number of hammers on the rotor are obtained. The optimal values of factors that determine the performance of the shredder were found using the experiment planning method. The materials are ready for transfer to interested machine-building enterprises.

Key words: shredder, rotor, hammer, hopper, productivity, feeder, straw, energy consumption.

References

1. Mokhnatkin V. G., Poyarkov M. S., Gorbunov R. M. Issledovanie rabocheho protsessa rotornogo izmel'chitelya s osevoi podachei materiala (Investigation of the working process of a rotary grinder with axial supply of material), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2020, No. 2 (30), pp. 4-14.
2. Aleshkin V. R., Mokhnatkin V. G. Analiz rabocheho protsessa molotkovykh izmel'chitelei grubyykh kormov (Analysis of working process of coarse feed hammer grinders), *Mekhanizatsiya protsessov kormoprigotovleniya i sodержaniya zhivotnykh: Sbornik nauchnykh trudov, Perm'*, 1988, pp. 5-9.
3. Solonshchikov P. N., Kosolapov E. V. Optimizatsiya osnovnykh parametrov molotkovogo izmel'chitelya pri prigotovlenii grubyykh kormov (Optimization of the main parameters of the hammer grinder in the preparation of coarse fodders), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2018, No. 1 (21), pp. 34-41.
4. Eliseev M. S., Eliseev I. I., Rybalkin D. A. Perspektivnaya skhema molotkovogo izmel'chitelya (Hammer grinder perspective diagram), *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2017, No. 6, pp. 54-57.
5. Trutnev M. A., Vagin B. I., Anisimov V. A. Konusnyi izmel'chitel' kormov (Conical fodder grinder), *Sel'skii mekhanizator*, 2004, No. 11, pp. 37.
6. Lyalin E. A., Trutnev M. A. Obosnovanie konstruktivnykh parametrov spiral'no-vintovogo dozatora s regulirovaniem dozy putem izmeneniya chisla oborotov spirali (Substantiation of design parameters of helical-helical dosing device with dose adjustment by changing the number of spiral revolutions), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2017, No. 3 (19), pp. 45-50.
7. Mukhamad'yarov F. F., Korobitsyn S. L., Rubtsova N. E. Agroekologicheskoe raionirovanie sel'skokhozyaistvennykh territorii na mikrourovne (Agroecological zoning of agricultural areas at the microlevel), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2015, No. 3 (46), pp. 20-27.
8. Mukhamad'yarov F. F. Voprosy energoresursosberezheniya v rasteniyevodstve (Energy conservation issues in crop production), *Vladimirskii zemledelets*, 2010, No. 3, pp. 10-14.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

АГРОНОМИЯ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10040

УДК 633.26/.29

**ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ
(MEDICAGO SATIVA L.) В КОЛЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ**

В. А. Волошин, д-р с.-х. наук,
«Пермский НИИСХ» – филиал ПФИЦ УрО РАН,
ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский район, Пермский край,
Россия, 614532
E-mail: pniish@rambler.ru

Аннотация. В коллекционном питомнике кормовых растений Пермского НИИСХ Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук в течение 2016-2019 годов проводилось изучение восьми образцов люцерны изменчивой: Сарга, Уралочка, Виктория (Урал НИИСХ, г. Екатеринбург), Селена (ВНИИ кормов, г. Москва), Быстрая, ПП-18, ПП-8 и ПП-14-17 (ГАТУ Северного Зауралья, г. Тюмень). Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 2,83%, рН-5,1, Нг-2,71 мг/100 г, Р₂O₅, К₂O – 298,0 и 167,0 мг/кг почвы соответственно. Метеоусловия в годы проведения исследований были разнообразны: вегетационный период 2016 года характеризуется как теплый и сухой; 2017 год был прохладным с удовлетворительным запасом продуктивной влаги в почве; 2018 год – теплый с неравномерным увлажнением почвы в течение вегетационного периода; 2019 год можно охарактеризовать как прохладный с избыточным количеством осадков во второй половине вегетационного периода. При летнем посеве в 2016 году в условиях дефицита почвенной влаги полевая всхожесть в среднем по сортам была 45,4 %. При удовлетворительном увлажнении почвы при весеннем посеве в 2017 году полевая всхожесть в среднем по коллекции получилась выше – на 63,9%. Все сорта люцерны изменчивой, независимо от срока посева, погодных условий в первый год жизни развивались по яровому типу, формируя к концу вегетации травостой 44-64 см. В среднем по двум закладкам коллекции преимущество по урожайности сухой массы имели травостои первого года пользования – 1,217 против 0,817 кг/м² во второй год пользования. Наиболее урожайным – 1,225 кг/м² сухой массы в среднем по двум закладкам – был образец ПП-18 (ГАТУ Северного Зауралья, г. Тюмень). Сортообразец ПП-8 этого же учреждения отличался стабильностью урожайности кормовой массы по годам пользования.

Ключевые слова: люцерна изменчивая, сорт, образец, всхожесть, фазы развития, перезимовка, урожайность и качество кормовой массы.

Введение. Предуралье – крупный промышленный регион Российской Федерации с высокой концентрацией городского населения, обеспечение которого продуктами питания, и, прежде всего, животноводного происхождения, имеет большое народнохозяйственное значение. Для сельского хозяйства края характерно животноводческое направление. В структуре товарной продукции доля продукции животноводства составляет более 80 %. Общеизвестно, что успешная реализация генетического потенциала скота на 50-60 % зависит от его полноценного кормления [1-4]. Следовательно, кормопроизводство является основополагающей отраслью сельского хозяйства Пермского края, научно-технический уровень развития которой определяет не только состояние животноводства, но и оказывает существенное влияние на решение обострившихся проблем стабилизации и биологизации земледелия и растениеводства, повышения плодородия почв и охраны окружающей среды региона.

Исключительно велика роль кормопроизводства, прежде всего травосеяния, в решении проблемы ресурсо-энергосбережения и стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур. Для заготовки объёмных кормов в крае используется 45 видов источников сырья. При этом основные объёмистые корма готовятся из многолетних трав. Предуралье характеризуется значительным разнообразием агроценозов многолетних трав, которые оказывают существенное влияние на кормовую базу и характер хозяйствования в Уральском регионе. Корма, приготовленные из многолетних трав, являются самыми полноценными, высокоусвояемыми и дешёвыми.

В современных подходах к адаптивному кормопроизводству повсеместно в

стране приоритет отдаётся многолетним бобовым травам. Из большого разнообразия кормовых культур универсальной является люцерна.

Широкую известность и популярность люцерны приобрела благодаря целому комплексу ценных хозяйственных качеств. Ей присуща широкая экологическая пластичность, долголетие, зимостойкость и многоукосность, высокая урожайность и питательная ценность [5-7].

В настоящее время сельскохозяйственному производству предлагается большой набор сортов различных селекционных центров страны и зарубежного происхождения, позволяющий подобрать для конкретного региона сорта, обеспечивающие, наряду с высокой урожайностью кормовой массы, наиболее равномерное поступление кормов в течение вегетационного периода, что очень важно для создания кормосырьевых конвейеров. В то же время в районах с резко континентальным климатом, к которым относится Предуралье, необходимы сорта, обеспечивающие стабильную урожайность по годам независимо от складывающихся погодных условий.

Детально и всесторонне отбор сортов кормовых культур для любого региона страны ведёт Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. В Пермском крае, кроме того, в Пермском НИИСХ – филиале ПФИЦ УрО РАН с 1969 г. существует коллекционный питомник кормовых культур, составной частью которого является и блок сортов люцерны.

Цель исследований – выявить лучшие по комплекту хозяйственно-биологических признаков сорта и сортообразцы люцерны изменчивой для Среднего Предуралья.

Методика. Коллекционный питомник кормовых культур заложен на опытном по-

ле института. Исследования ведутся на основе общепринятых стандартных методик [8-10]. В настоящей статье приводятся результаты испытания восьми сортов люцерны: Сарга, Уралочка, Виктория (Урал НИИСХ, г. Екатеринбург), Селена (ВНИИ кормов, г. Москва), Быстрая, ПП-18, ПП-8 и ПП-14-17 (ГАТУ Северного Зауралья, г. Тюмень). Результаты получены в двух последовательных во времени закладках – 2016 и 2017 годов.

Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 2,83 %, рН – 5,1, Нг – 2,71 мг/100г, 298,0 и 167,0 мг/кг почвы P_2O_5 и K_2O соответственно.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований были контрастными. В 2016 году резкое повышение температуры воздуха отмечено с 17 мая. С этой даты и до сентября установилась сухая, теплая, даже жаркая погода. В последней декаде июля и практически весь август дневные температуры поднимались выше +30 °С. Жаркая погода без дождей обусловила иссушение почвы, а в период с 25 июля по 22 августа ее влажность в слое 0-20 см снизилась почти до уровня мертвого запаса. В 2017 году в целом за вегетационный период в почве содержался удовлетворительный или хороший запас продуктивной влаги при прохладной погоде. Характеризовать 2018 год можно как теплый и сухой. В начале формирования травостоя люцерны не испытывала дефицита почвенной влаги. Дефицит почвенной влаги наблюдался со середины июля до конца августа. В конце августа-начале сентября, после прошедших дождей, запас продуктивной влаги в почве восполнился до хорошего. Вегетационный период 2019 года был

самым холодным за последние 10 лет, с избытком осадков во второй половине лета: в июле выпало 193, в августе – 306% от средних месячных норм. Дождливой была и первая половина сентября.

Агротехника в опыте традиционная для многолетних трав в Предуралье. Способ посева рядовой, беспокровный, норма высева 8,0 млн/га всхожих семян. Общая площадь делянки 5,0; учётная – 3,0 м², повторность однократная, что допустимо [10] при изучении коллекции образцов трав. Удобрения из расчёта $P_{60}K_{60}$ внесены фоном под предпосевную культивацию. В последующие годы весной, в момент отрастания травостоя, проводилась подкормка в тех же дозах. Учёт урожайности зелёной массы проводился в период начало – полное цветение, что является оптимальным при возделывании люцерны без орошения в условиях Предуралья [11]. Второй укос осуществляли по мере формирования укосной массы.

Проводили следующие наблюдения и исследования: густота всходов и полевая всхожесть, перезимовка, фенологические наблюдения, учёт урожайности, структура урожая зелёной массы, распределение урожая по укосам, биохимический состав кормовой массы.

Результаты. Жаркая, сухая погода мая 2016 г. обусловила сильное иссушение верхнего слоя почвы. Поэтому посев коллекции был проведён 9 июня после небольших дождей, прошедших 5 и 7 июня. При последовавшей за этим жаркой и сухой погоде всходы сортов люцерны появились на 13-16 день от посева, селекционные образцы начали всходить позже – на 21-25 день (табл. 1).

Таблица 1

Наступление основных фенофаз у люцерны изменчивой в год посева, 2016 г.

Образец (сорт)	Дата посева	Всходы		Начало стеблевания	Бутонизация		Цветение	
		начало	полные		начало	полная	начало	полное
Сарга	9.06	26.06	8.07	22.07	1.08	6.08	8.08	15.08
Уралочка	9.06	24.06	12.07	26.07	6.08	14.08	20.08	26.08
Виктория	9.06	22.06	8.07	22.07	2.08	8.08	18.08	25.08
Селена	9.06	26.06	12.07	23.07	2.08	10.08	22.08	1.09
Быстрая	9.06	22.06	12.07	22.07	28.08	8.08	22.08	1.09
ПП-18	9.06	30.06	13.07	24.07	6.08	10.08	18.08	1.09
ПП-8	9.06	30.06	13.07	25.07	8.08	10.08	23.08	1.09
ПП-14-17	9.06	4.07	13.07	26.07	6.08	10.08	24.08	1.09

А.И. Иванов [12] пишет, что период «начало всходов-полные всходы» у различных видов и сортов люцерны, в зависимости от условий вегетации, может продолжаться 13-55 дней. В нашей коллекции полные всходы по сортам сформировались за 9-18 дней от начала, т.е. в оптимальные сроки. Дальнейший рост и развитие люцерны проходили при высоких температурах воздуха и дефиците почвенной влаги в слоях 0-30 см. Тем не менее, у всех испытанных сортообразцов к концу лета отмечено цветение. Раньше всех – 15 августа полно-

стью цвела Сарга, остальные сортообразцы уступили ей 10-15 дней.

Посев коллекции в 2017 году (вторая закладка) произведён 18 мая при удовлетворительном запасе продуктивной влаги (ЗПВ) и среднесуточной температуре воздуха 14,2°C. Несмотря на последовавшую прохладную погоду у всех образцов получены полноценные всходы. Раньше всех (28 мая) начали всходить сорта Сарга, Уралочка и Быстрая; 29 мая – Виктория и ПП-18; 30 мая – все остальные сортообразцы (табл. 2).

Таблица 2

Наступление основных фенофаз у люцерны изменчивой в год посева, 2017 г.

Образец	Дата посева	Всходы		Начало стеблевания	Бутонизация		Цветение	
		начало	полные		начало	полная	начало	полное
Сарга	18.05	28.05	3.06	13.07	26.07		28.07	31.07
Уралочка	18.05	28.05	1.06	13.07	28.07		28.07	4.08
Виктория	18.05	29.05	3.06		28.06		29.07	31.07
Селена	18.05	30.05	6.06				28.07	1.08
Быстрая	18.05	28.05	1.06	13.07	25.07	27.07	27.07	2.08
ПП-18	18.05	29.05	2.06	13.07	27.07		26.07	30.07
ПП-8	18.05	30.05	6.06	13.07	27.07		28.07	1.08
ПП-14-17	18.05	30.05	6.06	13.07	27.07		27.07	31.07

Быстрее всех – за 5-7 дней полные всходы сформировались у сортообразцов Уралочка, Быстрая, ПП-18, Виктория и Сарга; за 11 дней – у образцов Селена, ПП-8 и ПП-14-17. К концу июля все образцы

начали цвести, однако плодообразования в первый год жизни не отмечено.

Таким образом, несмотря на контрастные погодные условия вегетационных периодов при летнем (2016 г.) и при весеннем

(2017 г.) сроках посева, люцерна своевременно формировала всходы, и к концу первого года жизни достигла цветения.

Густота всходов люцерны и её полевая всхожесть в оба года были разные по сортам, что, по-видимому, обусловлено реакцией сортов на погодные условия и влаж-

ность почвы. Но в среднем по блоку эти показатели были выше во влагообеспеченном прохладном 2017 году, чем в закладке 2016 года (табл. 3). Однако, сорта Сарга и Быстрая имели самую стабильную густоту и полевую всхожесть в обе закладки.

Таблица 3

Густота всходов и полевая всхожесть люцерны изменчивой

Образец	Высеяно семян, шт./м ²	Взошло растений, шт./м ²		Полевая всхожесть, %		
		2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Сарга	800	436	444	54,5	55,5	55,0
Уралочка	800	636	380	79,5	47,5	63,5
Виктория	800	204	436	25,5	54,5	40,0
Селена	800	244	608	30,5	76,0	53,2
Быстрая	800	516	448	64,5	56,0	60,3
ПП-18	800	216	548	27,0	68,5	47,8
ПП-8	800	332	488	41,5	61,0	51,2
ПП-14-17	800	320	736	40,0	92,0	66,0
В среднем по блоку	800	299	511	45,4	63,9	51,6

Сроки посева и погодные условия в первый год жизни травостоев по-разному сказались на росте растений и подготовке их к зимовке. При летнем посеве 2016 года и жаркой погоде, дефиците почвенной влаги к концу вегетации высота растений в среднем по блоку была 43,8 см. При весеннем посеве, прохладном и влажном лете 2017 года к концу вегетации средняя высо-

та растений по сортам была на 20 см больше (табл. 4). Лучше сформировавшиеся в первый год жизни все сорта люцерны второй закладки опыта отлично перенесли первую зиму. Тогда как в травостое, созданном в 2016 г., у шести сортов отмечена незначительная гибель (4 балла), а у сортов Уралочка и Виктория от осеннего количества погибло до 40 % растений (3 балла).

Таблица 4

Перезимовка растений люцерны в зависимости от развития растений в первый год жизни

Образец	Закладка 2016 г.			Закладка 2017 г.		
	высота растений 1 г.п., см	1 г. п., балл	2 г.п., балл	высота растений 1 г.п., см	1 г. п., балл	2 г.п., балл
Сарга	49,5	4	3	65,7	5	3
Уралочка	42,3	3	3	67,9	5	3
Виктория	51,6	3	3	66,8	5	3
Селена	40,0	4	3	32,8	5	3
Быстрая	44,2	4	3	67,7	5	3
ПП-18	45,4	4	3	71,3	5	3
ПП-8	37,4	4	3	71,0	5	3
ПП-14-17	40,0	4	3	70,0	5	3
Среднее	43,8			63,8		

Ко второму году пользования по обеим закладкам к весне сохранилось около половины от осеннего количество растений (3 балла).

Разница по густоте всходов (табл. 3) и высоте сформировавшихся к сентябрю растений (табл. 4) обусловили и разную урожайность кормовой массы люцерны в первый год жизни (табл. 5). При летнем посеве и неблагоприятных в дальнейшем условиях

вегетации в 2016 году (1 закладка) урожайность зелёной и сухой массы получена в три раза ниже, чем в благоприятных условиях 2017 года (2 закладка). В среднем по двум закладкам по сбору зелёной (1,55 кг/м²) и сухой массы (0,402 кг/м²) выделился сорт Быстрая. Несколько уступал ему образец ПП-18 – 1,43 и 0,374 кг/м² соответственно.

Таблица 5

Урожайность люцерны изменчивой первого года жизни, кг/м²

Образец	2016 г.		2017 г.		В среднем по двум закладкам	
	зелёная масса	сухая масса	зелёная масса	сухая масса	зелёная масса	сухая масса
Сарга	0,85	0,244	1,76	0,397	1,31	0,321
Уралочка	0,53	0,137	1,52	0,355	1,03	0,246
Виктория	0,69	0,198	2,08	0,509	1,39	0,353
Селена	0,54	0,146	1,76	0,413	1,15	0,280
Быстрая	0,61	0,178	2,48	0,626	1,55	0,402
ПП-18	0,53	0,141	2,32	0,606	1,43	0,374
ПП-8	0,54	0,146	1,42	0,459	0,98	0,303
ПП-14-17	0,51	0,144	2,00	0,464	1,11	0,304
В среднем по блоку	0,60	0,167	1,92	0,479		

Оценивая результаты испытания восьми образцов люцерны изменчивой по двум закладкам в среднем за два года пользования (табл. 6), необходимо отметить преимущество образца ПП-18 (1,225 г сухого вещества с 1 м²) и сорта Сарга (1,111 г сухого вещества с 1 м²). Третью позицию занимают сорт Уралочка, об-

разец ПП-14 и сорт Быстрая. Однако, в связи с тем, что неблагоприятные метеорологические условия на Урале являются преимущественно правилом, заслуживает внимания и образец ПП-8, который, независимо от погодных условий и лет пользования, формировал устойчивую урожайность кормовой массы.

Таблица 6

Урожайность люцерны изменчивой за 2 года пользования, в среднем по двум закладкам, кг/м²

Образец	1 год пользования		2 год пользования		Средняя за два года пользования	
	зелёная масса	сухая масса	зелёная масса	сухая масса	зелёная масса	сухая масса
Сарга (контроль)	6,32	1,452	3,44	0,770	4,88	1,111
Уралочка	5,72	1,289	3,76	0,845	4,74	1,067
Виктория	4,64	1,001	2,92	0,660	3,78	0,831
Селена	4,96	1,103	3,56	0,773	4,26	0,938
Быстрая	5,20	1,204	4,12	0,912	4,66	1,058
ПП-18	6,68	1,593	3,92	0,857	5,30	1,225
ПП-8	4,16	0,907	3,84	0,850	4,00	0,878
ПП-14-17	5,56	1,187	4,16	0,937	4,86	1,062
Дикорос	-	-	3,12	0,746	3,12	0,746
В среднем по блоку	5,41	1,217	3,65	0,817	4,40	0,880

По энерго-протеиновой ценности кормовой массы в среднем за 2 года пользования по двум закладкам преимущество имеют сорта Быстрая, образец ПП-18 и сорт Селена (табл. 7).

Таблица 7

Биохимический состав и кормовая оценка сухой массы образцов люцерны изменчивой, 2017-2019 гг.

Показатель / Образец	Сухое вещество, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сырой протеин, %	Каротин, Мг/кг	Обменная энергия, МДж/кг	Кормовые ед. в кг
Сарга, St	20,87	2,70	33,04	7,95	18,32	113,9	9,05	0,66
Уралочка	20,99	2,63	31,72	9,30	18,94	131,8	9,29	0,70
Виктория	21,97	3,33	30,67	8,39	17,77	148,7	9,48	0,73
Селена	22,79	2,96	29,91	7,91	19,03	132,9	9,62	0,75
Быстрая	20,08	2,96	26,51	9,08	19,89	239,5	10,23	0,85
ПП-18	21,77	2,98	28,26	8,43	18,54	139,2	9,91	0,80
ПП-8	22,70	3,21	32,23	7,70	16,94	161,7	9,20	0,70
ПП-14-17	24,90	3,04	34,02	7,37	12,94	73,1	8,88	0,64

Выводы. В условиях дефицита почвенной влаги при летнем посеве в среднем по коллекции полевая всхожесть была 45,4%. При благоприятном увлажнении почвы и весеннем сроке посева полевая всхожесть в среднем по сортам была выше – 63,9%.

Независимо от срока посева и погодных условий люцерна в Предуралье даёт нормальные всходы и развивается в 1 год жизни по яровому типу, формируя к концу вегетации травостой высотой 44-64 см.

При весеннем посеве и удовлетворительном увлажнении почвы более развитые к осени растения люцерны перезимовали отлично. При летнем посеве и дефиците почвенной влаги в первый год жизни перезимовка молодых растений была ниже – 3 балла.

В среднем по двум закладкам коллекции образцов люцерны изменчивой преимущество по урожайности кормовой массы имели травостой первого года пользования – 1,217 против 0,817 кг/м² сухой массы во второй год пользования.

Наиболее урожайным – 1,225 кг/м² сухой массы в среднем по двум закладкам оказался образец ПП-18.

Стабильностью урожайности кормовой массы за рассматриваемый период отличался образец ПП-8.

Наибольшее содержание сырого протеина (19,89 %) и обменной энергии (10,23 МДж/кг) в сухом веществе отмечено у сорта сибирской селекции Быстрая.

Литература

1. Фисинин В. Генетический потенциал скота и его использование // Животноводство России. 2003. № 2. С. 2-4.
2. Прокоренко П. Н. Пути повышения интенсификации молочного скотоводства // Сельскохозяйственная наука республики Мордовия: достижения, направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Саранск: Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2005. Т. 2. С. 273-275.
3. Котляров Ю., Клундук Н., Янина О. Влияние кормления на успех голштинизации скота в Приморском крае // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 3. С. 4-5.
4. Исаков А. Н. Рациональное использование кормовых угодий // Кормопроизводство. 2008. № 2. С. 9-11.
5. Шелюто А. А., Шелюто Б. В., Нестеренко Т. К., Гулый М. В. Люцерна: биология и технология выращивания в Беларуси. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. 182 с.

6. Klebesadel L. J. Winterhardiness, forage production, and persistence of introduced and native grasses and // Alaska Agricultural and Forestry Experiment Station. 1994. Bul. 101. Pp. 135-162.
7. Najdenova J., Pachev I. Forage Feeding Value Estimation of Lucerne, Grown at Different Soil Cultivation and Fertilizing // Plant Science (Bulgaria). 2008. Vol. 45. Is. 6. Pp. 548-553.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами систематической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
9. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса, 1971. 232 с.
10. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Ленинград, 1973. 37 с.
11. Волошин В. А. Люцерна в Предуралье: монография. Пермь: Пермская ГСХА, 2009. 104 с.
12. Иванов А. И. Люцерна. М.: Колос, 1980. 349 с.

EVALUATION OF *MEDICAGO SATIVA L.* VARIETIES IN A COLLECTION NURSERY

V. A. Voloshin, Dr. Agr. Sci.,
Perm Agricultural Research Institute of PFRC UB RAS
12, Kultury St., Lobanovo, Permskiy Kray, Russia, 614532
E-mail: pniish@rambler.ru

ABSTRACT

In the breeding nursery of the Perm Research Institute of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, during 2016-2019, eight samples of changeable alfalfa were studied: Sarga, Uralochka, Victoria (Ural Research Institute of Agriculture, Yekaterinburg), Selena (All-Russian Research Institute of Feed, Moscow), Bystraya, PP-18, PP-8 and PP-14-17 (SATU of the Northern Trans-Urals, Tyumen). The soil of the experimental site is soddy-podzolic heavy loamy with a humus content of 2.83%, pH-5.1, Ng-2.71 mg/100g, 298.0 and 167.0 mg/kg of soil, respectively. The meteorological conditions during the years of the research varied: the growing season of 2016 is characterized as warm and dry; 2017 was cool with a satisfactory supply of productive moisture in the soil; 2018 was a warm year with uneven soil moisture during the growing season; 2019 can be described as a cool year with excessive rainfall in the second half of the growing season. With summer sowing in 2016, under conditions of soil moisture deficiency, field germination on average for the varieties was 45.4%. With satisfactory soil moisture during spring sowing in 2017, the field germination rate on average for the collection turned out to be higher – by 63.9%. All varieties of changeable alfalfa, regardless of the sowing time, weather conditions in the first year of life, grew and developed according to the spring type, forming herbage of 44-64 cm by the end of the growing season. On average, for the two tabs of the collection, the advantage in yield of dry mass was given to grass stands of the first year of use – 1.217 against 0.817 kg/m² in the second year of use. The most productive – 1.225 kg/m² of dry mass on average for two bookmarks was the sample PP-18 (SATU of the Northern Zauralye, Tyumen). The PP-8 sample of the same institution in both tabs was characterized by a stable yield of feed mass during all the years of observation.

Key words: changeable alfalfa, variety, sample - wild plant, germination development phases, wintering, yield of forage mass.

References

1. Fisinin V. Geneticheskii potentsial skota i ego ispol'zovanie (Genetic potential of livestock and its use), Zhivotnovodstvo Rossii, 2003, No. 2, pp. 2-4.

2. Prokorenko P. N. Puti povysheniya intensivatsii molochnogo skotovodstva (Ways to increase the intensification of dairy cattle breeding), Sel'skokhozyaistvennaya nauka respubliki Mordoviya: dostizheniya, napravleniya razvitiya: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Saransk, Mordovskii nauchno-issledovatel'skii institut sel'skogo khozyaistva, 2005, T. 2, pp. 273-275.
3. Kotlyarov Yu., Klunduk N., Yanina O. Vliyanie kormleniya na uspekhi golshtinizatsii skota v Primorskom krae (The effect of feeding on the success of livestock holsteinization in the Primorsky Kary), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2005, No. 3, pp. 4-5.
4. Isakov A. N. Ratsional'noe ispol'zovanie kormovykh ugodii (Rational use of feed lands), Kormoproizvodstvo, 2008, No. 2, pp. 9-11.
5. Shelyuto A. A., Shelyuto B. V., Nesterenko T. K., Gulyi M. V. Lyutserna: biologiya i tekhnologiya vyrashchivaniya v Belarusi (Alfalfa: biology and technology of cultivation in Belarus), Gorki, Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2012, 182 p.
6. Klebesadel L. J. Winterhardiness, forage production, and persistence of introduced and native grasses and // Alaska Agricultural and Forestry Experiment Station. 1994. Bul. 101. Pp. 135-162.
7. Najdenova J., Pachev I. Forage Feeding Value Estimation of Lucerne, Grown at Different Soil Cultivation and Fertilizing // Plant Science (Bulgaria). 2008. Vol. 45. Is. 6. Pp. 548-553.
8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami sistemacheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experience methodology (with basics for systematic processing of research results)), M., Kolos, 1979, 416 p.
9. Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh (Methods of hayfields and pastures experiments), M., Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut kormov im. V. R. Vil'yamsa, 1971, 232 p.
10. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii mnogoletnikh kormovykh trav (Methodological guidelines for the study of the collection of perennial fodder grasses), Leningrad, 1973, 37 p.
11. Voloshin V. A. Lyutserna v Predural'e (Alfalfa in the Urals), monografiya, Perm', Permskaya GSKhA, 2009, 104 p.
12. Ivanov A. I. Lyutserna (Lucerne), M., Kolos, 1980, 349 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10039

УДК:634.64:632.4

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ГРАНАТА В ГЯНДЖА-КАЗАХСКОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕР БОРЬБЫ С ОСНОВНЫМИ ИЗ НИХ

Ф. А. Гулиев, д-р с.-х. наук, профессор,

Ленькоранский Региональный Научный Центр,

ул. Ш. Ахундова, 18, г. Ленкорань, Азербайджан, AZ4200

E-mail: prof.f.guliyev@mail.ru

Л. А. Гусейнова,

Научно-Исследовательский Институт Защиты растений и Технических культур,

ул. А. Алиева, 50, г. Гянджа, Азербайджан, AZ4200

E-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

Аннотация. Выращивание граната – одна из основных отраслей сельского хозяйства Азербайджана, приносящая доход экономике страны. Одной из проблем, сни-

жающих эффективность производства, является развитие вредоносной микобиоты. В статье отражены результаты исследований, 2018-2020 гг. целью которых является разработка эффективной системы защиты граната обыкновенного от основных грибных заболеваний в западном географическом регионе Азербайджана (Гянджа-Казахский географический регион) и совершенствования мер борьбы с основными из них. В 2018-2019 годах была выявлена общая микобиота гранатового сада. Для этого были собраны образцы гербария (биологический материал) и определены наиболее распространенные виды вредоносных фитопатогенных грибов. Было обнаружено, что наиболее распространены антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) и зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) в западных регионах Азербайджана, вызывающие гниение плодов, что отрицательно сказывается на количестве и качестве растительной продукции. В 2019-2020 годах была проведена оценка распространенности и интенсивности этих заболеваний в регионе, разработана научно обоснованная и улучшенная интегрированная система контроля. В борьбе с болезнями граната важны как санитарно-гигиенические, агротехнические, так и химические мероприятия. Установлена эффективность санитарно-гигиенических и агротехнических мероприятий, которые снижают распространение и развитие антракноза или парши плодов граната, а также зитиозной плодовой гнили. Из химических мероприятий хорошие результаты получены в отношении парши и плодовой гнили трехкратным опрыскиванием препаратом Сельфат биологическая эффективность которого при норме расхода 4 кг составила 91,3% и 95,1%.

Ключевые слова: гранат, возбудитель болезни, зитиозная плодовая гниль, антракноз, распространенность болезни, меры борьбы.

Введение. Гранат – ценная субтропическая плодовая культура. Имеет вид дерева или куста с опадающими на зиму листьями. Период покоя у данной культуры довольно продолжительный. Это одна из древнейших культур, возделываемых человеком. Гранат относится к семейству *Punicaceae* Horan., которое имеет только один род *Punica*, включающий два вида: Обыкновенный гранат (*Punica granatum* L.) и Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Balf.). Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Balf.) эндемичен для острова Сокотра (Индийский океан), флора которого характеризуется обилием реликтовых видов. Сокотранский гранат (*Punica protopunica* Balf.) не представляет хозяйственной ценности [1, 2].

Обыкновенный гранат (*Punica granatum* L.) представлен культурными и

дикорастущими формами. Гранат (*Punica* L.) в естественных условиях произрастания – небольшое деревцо или крупный куст до 3-5 м высоты, с изогнутым стволом и сильно ветвистой кроной [3].

Границы естественного ареала граната: *на востоке*-районы Северо-Западной Индии и Северо-Восточного Афганистана; *на севере*-южные районы среднеазиатских республик, южные отроги Большого Кавказского хребта; *на западе*-побережье Малой Азии; *на юге*-побережье Индийского океана и его заливов [4-6].

В настоящее время гранат (*Punica* L.) на территории бывшего СССР культивируется в открытом грунте в Азербайджане, Грузии, Дагестане, Крыму, Туркмении. В Узбекистане и Таджикистане преимущественно с перекопкой на зиму. Основные

массивы дикорастущего и культурного граната сосредоточены в Азербайджане [7-9].

К лучшим сортам граната в Азербайджане относятся: Крызы кабух, Назик кабух, Гюлоша розовая, Гюлоша Азербайджанская, Шелли мелеси, Велес, ВИР№1, Апшерон, Ширван, Шах нар, Ширин нар, Бала Мюрсаль, Иридана и т.д.

Своеобразный химический состав, значительное содержание ценных веществ определяют широкое использование плодов и других частей растения граната в качестве десертных и лечебных средств и сырья для получения важных химических соединений, применяемых в различных отраслях народного хозяйства.

Гранат (*Punica L.*) возделывается в основном в качестве плодовой культуры, но может использоваться также для лечебных, технических и декоративных целей. Плоды его имеют высокие вкусовые и лечебные качества, отличаются хорошей лежкостью (до 4-6 мес.). Так как гранат (*Punica L.*) возделывается в разных почвенно-климатических зонах Азербайджана, то качество и лежкость плодов зависят от экологических факторов, в первую очередь, почвы, высоты над уровнем моря и климато-метеорологических условий и особенностей зоны выращивания [10].

Учитывая большую ценность этой культуры, расширяются производственная и сырьевая базы товарного гранатоводства в Азербайджане.

Однако широкому развитию этой культуры серьезным препятствием являются многочисленные грибные заболевания, которые поражают плоды, листья, ветви или даже целое дерево.

Для граната характерны многочисленные заболевания. Однако в различных регионах не все они одинаково вредоносны. И

зависит это, главным образом, от природно-климатических условий той или иной эколого-географической зоны. На гранате (*Punica L.*) наиболее распространены и вредоносны зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.), антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), фомоз или рак (*Phoma punicae* Tassi.), аспергиллезная плодовая гниль (*Aspergillus niger* Van Tieghem.), ботритиоз или серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. et Wolf.), альтернариоз или черная гниль (*Alternaria* sp.), фитофтороз или стеблевая гниль (*Phytophthora* sp.), макрофомоз (*Macrophoma granati* Berl. et Vogl.), пенициллез или зеленая плесень (*Penicillium* sp.) и т.д.

Целью исследований является разработка эффективной экологически сбалансированной системы защиты граната от основных грибных болезней.

Для достижения поставленной цели предполагалось решить следующие задачи:

1. Изучить микобиоту граната;
2. Выявить наиболее распространенные и вредоносные грибные болезни;
3. Выявить основные экологические факторы, способствующие широкому распространению отдельных грибных болезней;
4. Изучить биологические особенности основных болезней граната;
5. Изучить сортоустойчивость некоторых сортов граната к основным болезням;
6. Разработать мероприятия по борьбе с основными возбудителями болезней граната;

Методика. Микологические и фитопатологические обследования гранатовых насаждений проводили в Геранбойском районе 2018-2019 годы. Метод observa-

ния заключался в систематическом осмотре насаждений граната. Осмотру подвергали все надземные органы растений. В 2018 исследовательском году выявлена общая микобиота гранатового сада. Для этого были собраны образцы гербария (биологический материал) и определены наиболее распространенные виды вредоносных фитопатогенных грибов. Было обнаружено, что в западной части Азербайджана (Гянджа-Казахская географическая зона) наиболее распространены антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Vitank. et Jenk.) зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.), которые отрицательно сказываются на количестве и качестве растительной продукции.

После выявления возбудителей наиболее опасных заболеваний в 2019-2020 гг. проводили исследования по изучению распространенности и интенсивности их в западных районах республики. Стационарные наблюдения биологических особенностей, распространенности и вредоносности основных болезней граната проводили в молодых плодоносящих промышленных насаждениях Геранбойского района в следующие фенологические фазы: зимний покой, распускание почек, набухание цветковых почек, цветение (начало и массовое), конец цветения, образование завязей и рост плодов, плодоношение, пожелтение листьев, листопад.

Учеты сроков появления, изучения динамики развития фитопатогенов проводили на фоне их естественного развития по общепринятым методикам [12, 13].

Выделение в чистые культуры, микроскопические и микробиологические исследования фитопатогенов проводили по общепринятым методикам [14, 15].

Видовой состав фитопатогенов в молодых плодоносящих гранатовых садах опре-

деляли по особенностям патогенеза и симптоматики, по определителям [16, 17].

Для изучения микобиоты возбудителей болезней граната в годы исследования проводились маршрутные обследования в основных гранатоводческих районах в западной части Азербайджана (Геранбой, Шамкир, Казах) и соответствующих хозяйствах в различные фенофазы растений и возбудителей (по методике К. М. Степанова, А. Е. Чумакова [18]) 3 раза за вегетационный период: сразу после цветения; спустя один месяц; перед уборкой урожая. В зависимости от характера поражения, появления симптомов и течения болезни вышеуказанная методика нами изменялась по мере необходимости.

Наблюдения и учеты на стационарных участках проводили по методике А. Е. Чумакова, И. И. Минкевич, Ю. И. Власова [19], систематически в течение всей вегетации растений, не реже чем через каждые 7...10 дней, с целью определения даты проявления болезни, изучения динамики заболевания и т.д. Основными элементами учета болезней растений служат: распространенность или частота встречаемости и интенсивность развития болезни.

В зависимости от характера поражения и заболевания нами применялись многочисленные шкалы учетов болезней граната.

Определение фитопатогенных грибов проводили по морфологическим признакам. При этом особое значение имели споры, ооспоры, конидии, аскоспоры; спорангии и плодовые тела, например, спорангии, клейстотеции, перитеции, апотеции, пикниды; особые мицелиальные образования, например, анастомозы, пряжки, придатки клейстотециев, склероции и др.

Закладка грибов на перезимовку, изучение биологии возбудителя болезни, вы-

явление цикла развития грибов, изучение их специализации, выявление экологических требований гриба и некоторые другие вопросы, касающиеся общей биологии, проводили по общепринятым методикам [20, 21].

При изучении вредоносности различных заболеваний нами применялись некоторые методики исследований [20]. Вредоносность антракноза или парши и зитиоза устанавливались на сильно поражаемых сортах Гюлша розовая и Крымызы кабух. При этом учитывались следующие показатели: урожай с одного дерева, кг; вес одного плода, г; сумма сахаров, %; общий урожай с гектара.

Биологическая эффективность применяемых фунгицидов определена по методике А. Е. Чумакова и К. М. Степанова [18]. Статистическую обработку результатов проводили по методикам [13, 21].

Результаты. Гранат – густорастущий субтропический кустарник, в его посадках создается особый микроклимат, который способствует развитию и распространению инфекционных болезней. Ежегодно они причиняют значительный ущерб этой культуре, не только снижая урожай плодов, но и

ухудшая их качество. В числе патогенов граната-грибные, бактериальные, вирусные организмы и т.д. Наиболее распространены грибные болезни, состав возбудителей которых очень разнообразен. Из числа распространенных болезней граната в западной части Азербайджана чаще других отмечаются зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) и антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk.

Одной из причин низких урожаев граната в регионе являются потери продукции от грибных болезней, наиболее вредоносными из которых являются гнили плодовой зитиозная (*Zythia versoniana* Sacc.), аспергиллезная (*Aspergillus niger* Van Tieghem.), альтернариозная (*Alternaria* sp.), ботритиозная (*Botrytis cinerea* Pers.), пенициллезная (*Penicillium* sp.); антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.), фомоз или рак (*Phoma punicae* Tassi.), церкоспороз (*Cercospora lythracearum* Heald. et Wolf.), фитофтороз или стеблевая гниль (*Phytophthora* sp.), макрофомоз (*Macrophoma granati* Berl. et Vogl.), нематоспороз (*Nematospora coryli* Pegl.) (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав и структура доминирования возбудителей болезней в молодых плодоносящих насаждениях граната в западной части Азербайджана, маршрутные обследования, 2018-2020 гг.

№	Болезнь	Возбудитель болезни	Частота встречаемости
1	Зитиозная плодовая гниль	<i>Zythia versoniana</i> Sacc.	+++
2	Антракноз или парша плодов граната	<i>Sphaceloma punicae</i> Bitank. et Jenk.	+++
3	Аспергиллезная плодовая гниль	<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem.	++
4	Альтернариоз или черная гниль	<i>Alternaria</i> sp.	+
5	Пенициллез или зеленая плесень	<i>Penicillium</i> sp.	++
6	Ботритиоз или серая гниль	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	++
7	Фомоз или рак	<i>Phoma punicae</i> Tassi.	+
8	Церкоспороз	<i>Cercospora lythracearum</i> Heald. et Wolf.	+
9	Фитофтороз или стеблевая гниль	<i>Phytophthora</i> sp.	±
10	Макроомоз	<i>Macrophoma granati</i> Berl. et Vogl.	±
11	Нематоспороз	<i>Nematospora coryli</i> Pegl.	±
12	Бактериальная пятнистость	<i>Xanthmonas punicae</i> Hing. et Sing.	-

Примечание: +++-очень часто; ++-часто; +-редко; ±-очень редко; -не встречается.

Особое место среди патогенов граната занимают виды, поражающие плоды. Например, в 2018 году в западной части Азербайджана (Гянджа-Казахская географическая зона) Л. А. Гусейновой на гранатовых кустах была обнаружена аспергиллезная плодовая гниль, возбудителем которой является грибок *Aspergillus niger* Van Tieghem. Указанное заболевание ранее на территории Азербайджана не встречалось (табл. 2). В 2018 г. в этой же зоне из плодов граната был выделен грибок *Alternaria* sp.,

Penicillium sp., *Botrytis cinerea* Pers. В условиях западной части Азербайджана основным возбудителем плодовой гнили является *Zythia versoniana* Sacc.

Таким образом, по результатам трехлетнего фитопатологического мониторинга установлено, что доминирующая роль по частоте встречаемости в молодых плодоносящих насаждениях граната принадлежит возбудителям антракноза или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk.) и зитиоза (*Zythia versoniana* Sacc.).

Таблица 2

Заболевания, наблюдаемые в гранатовых садах
Гянджа-Казахской географической зоны (западная часть Азербайджана)

№	Названия болезней	Название возбудителя	Зараженные органы	Наблюдаемые месяцы				
				VI	VII	VIII	IX	X
1	Антракноз или парша плодов граната	<i>Sphaceloma punicae</i> Bitank. et Jenk.	Листья, черешки, побеги, зеленые плоды	+	+	-	+	+
2	Зитиозная плодовая гниль	<i>Zythia versoniana</i> Sacc.	Плоды, плодоножки, цветки, листья, ветви, ствол, корневая шейка	+	+	+	+	+
3	Аспергиллезная плодовая гниль	<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem.	Листья, плоды	+	+	+	+	+
4	Фомоз или рак	<i>Phoma punicae</i> Tassi.	Кора штамба и боковых ветвей	+	+	+	+	+
5	Альтернариоз или черная гниль	<i>Alternaria</i> sp.	Плоды	-	-	-	+	+
6	Церкоспороз	<i>Cercospora lythracearum</i> Heald. et Wolf.	Листья, плоды	+	+	+	+	+
7	Фитофтороз или стеблевая гниль	<i>Phytophthora</i> sp.	Корневая шейка, стебель	+	+	+	+	+

Зитиозная плодовая гниль (*Zythia versoniana* Sacc.) – весьма вредоносное заболевание граната. Встречается почти во всех районах возделывания культуры, поражая цветки, плоды, плодоножки, листья, ветви, ствол и корневую шейку (рис. 1).

Зараженные цветки покрываются коричневыми или темно-коричневыми пятнами, и в большинстве случаев опадают.

Заболевание плода чаще начинается с чашечки появлением коричневых пятен, которые, разрастаясь, переходят на осталь-

ные части плода. На загнившей ткани образуются многочисленные ржаво-коричневые точки-пикниды патогена. Пораженные молодые плоды опадают, а более старые мумифицируются и могут длительное время висеть на деревьях.

На плодоножке возникают коричневые пятна, приобретающие со временем ржаво-коричневый цвет. Отсюда зитиозная плодовая гниль переходит на ветви, вызывая их усыхание.



Рис. 1. Зитиозная плодовая гниль

На листьях появляются сравнительно крупные коричневого цвета пятна, усеянные ржаво-коричневыми точками, что приводит к пожелтению и преждевременному опадению.

Пораженная кора и поверхностные слои древесины ствола и корневой шейки приобретают ржаво-коричневый цвет и загнивают. В дальнейшем кора растрескивается, шелушится, но не отслаивается. У больных деревьев листья постепенно желтеют и опадают, затем усыхают отдельные ветви и даже все дерево [11].

Возбудитель болезни-несовершенный гриб *Zythia versoniana* Sacc. из порядка *Sphaeropsidales*. В лабораторных условиях проводили выделение в чистую культуру возбудителя болезни, изучался рост и развитие грибов в чашках Петри при температурах 10,15,20,25,30 и 35°C. Опыты закладывались в трехкратной повторности. Учет велся ежедневно, отмечалась дата образования мицелия и его цвет, нарастание по диаметру, а также дата появления плодоношения и изменение цвета субстрата.

Кроме того, изучались рост и развитие грибов *Zythia versoniana* Sacc. и *Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk. на различных питательных средах при постоянной температуре (25°C).

Его грибница располагается в тканях растений по межклеточникам. Спорообразование представлено пикнидами с пикноспорами. Пикниды тесноскученные, погруженно-выступающие, шаровидные, почти без устьица, красноватые, в диаметре 190-316 мкм, состоящие из псевдопаренхиматической, снаружи оливковой, внутри красноватой ткани. Конидиеносцы палочковидные, собраны в пучки, размером 18-20 x 1,5 мкм. Пикноспоры веретеновидные, бесцветные, размером 18-20 x 2-4 мкм.

Распространяются с каплями дождя и потоками воздуха. Прорастают пикноспоры в капельках влаги при температуре 12,5-35°C (оптимум 24-25°C).

Источником инфекции являются мумифицированные плоды, опавшие листья и завязь, а также пораженные деревья (рис. 2).



Рис. 2. Зитиозная плодовая гниль



Рис. 3. Антракноз или парша плодов

Таким образом, первое появление зитиоза ожидается в первой или во второй декаде июня, максимальное развития достигает в октябре.

Зитиозная плодовая гниль граната наносит ощутимые убытки производству: снижает товарную ценность плодов, приводит к большим потерям урожая. Пораженные плоды граната не пригодны к транс-

портировке на большие расстояния. Их можно употреблять на месте или перевозить на ближайшие консервные заводы для переработки.

С целью установления влияния болезни на качественные показатели плодов, нами проводились специальные опыты: изучались некоторые качественные показатели плодов (табл. 3).

Таблица 3

Влияние зитиозной плодовой гнили на содержание моносахаров, дисахаров и кислотности в плодах

№	Варианты опытов	Количество моносахаров, %	Количество дисахаров, %	Кислотность, %
1	Плоды пораженные I баллом	6	5,1	3,7
2	Плоды пораженные II баллом	5,8	5,4	4,0
3	Плоды пораженные III баллом	5,2	4,8	4,1
4	Непораженные плоды (контроль)	6,7	6,8	3,6

Как видно из данных таблицы, в пораженных плодах снижается количество моно и дисахаров, повышается кислотность. Этот процесс коррелирует с интенсивностью развития болезни.

Антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) является не менее вредоносным заболеванием,

чем вышерассмотренное заболевание. В условиях Азербайджана гриб *Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk. поражает чашечки цветков и кожуру плодов. На пораженных цветках, чашечках и плодах сначала появляется темно-коричневое пятно (Рис. 3). При дальнейшем развитии заболевания пятна сливаются, принимают различные

формы и размеры. Пораженные цветы усыхают.

В местах пятен развитие ткани приостанавливается, а поверхность кожицы растрескивается. Трещины захватывают и здоровую ткань, происходит растрескивание плода, что снижает товарную ценность урожая. Такие плоды восприимчивы и к другим болезням.

Для установления распространенности антракноза или парши плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk.) в западных районах республики были проведены маршрутные обследования в Геранбойском, Шамкирском, Казахском районах. В результате обследований выявлено, что парша плодов граната встречается во всех западных районах Азербайджанской Республики (табл. 4).

Таблица 4

Распространение и развитие антракноза или парши плодов граната в Гянджа-Казахской зоне (западная часть Азербайджана)

№	Районы	Дата учета	Антракноз или парша плодов граната	
			Распространение, %	Интенсивность, %
1	Шамкир	7.IX	63,2	37,8
2	Казах	10.IX	57,2	32,1
3	Геранбой	11.IX	56,5	31,2

Кроме потерь урожая, антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.) отрицательно влияет на качество плодов. Для выяснения влияния болезни на качество плодов нами проводи-

лись анализы на содержание моносахаров, дисахаров, аскорбиновой кислоты и общей кислотности в больных и здоровых плодах граната (табл. 5).

Таблица 5

Содержание сахаров, аскорбиновой кислоты и общая кислотность в здоровых и больных паршой плодах граната (2020 г.)

№	Состояние плодов	Количество моносахаров, %	Количество дисахаров, %	Кислотность, в %	Аскорбиновая кислота, %
1	Здоровые	5,2	6,4	3,3	7,4
2	Больные	4,6	6,2	9,2	3,5

Результаты проведенных нами анализов показывают, что в больных плодах граната содержание моно- и дисахаров снижается на 0,6-0,2%, аскорбиновой кислоты – на 3,9%, а общая кислотность, напротив, увеличивается на 5,9%.

На основе проведенных опытов против заболеваний граната определена эффективная система защитных мероприятий:

1. Обрезка сухих ветвей, уборка опавших и мумифицированных плодов, опавших листьев, очистка пораженных болезнями участков, обработка почвы вокруг кустов, внесение суперфосфата и опрыскивание 1%-ным ДНОК-ом ранней весной или осенью;

2. При закладке новых плантаций использовать сравнительно устойчивые сорта;

3. Чтобы избежать накопление под кустами избыточной влаги, следует проводить вырезку поросли с таким расчетом, чтобы в кусте не оставалось более трех стволов;

4. Размещение питомников на удалении не менее 500 м от взрослых насаждений граната, на почвах, не зараженных возбудителями антракноза или парши и зитиозной плодовой гнили;

5. Четырех-пятикратное опрыскивание взрослых насаждений граната 1%-ной бордосской жидкостью, азоксифеном, коназолом или другими их заменителями: первое-

до распускания почек (после обрезки и очистки стволов и скелетных веток от отставшей коры, мхов и лишайников); второе-после опадения первых лепестков; третье-через 20 дней после второго; четвертое-при достижении плодами крупных размеров; пятое (в случае необходимости)-через 15-20 дней после четвертого.

Наиболее эффективным, быстрым, и чаще всего единственным методом профилактики и защиты растений от антракноза и зитиоза является химическая защита.

Таблица 6

Фунгициды, применяемые против антракноза или парши плодов граната и зитиоза (Геранбойский район, гранатовый сад, 2019 г.)

№	Название препарата	Норма расхода (кг/га, л/га)	Действующее вещество	Концентрация препарата, %	Биологическая эффективность, %	
					Антракноз	Зитиоз
1	Azoxifen-32,5% SC	0,75 л	Азокситропин 20,0%+ Дифеноконазол 12,5%	0,05	86,5	90,4
2	Conazol-25%ЕК	0,5 л	Дифеноконазол 250г/л	0,05	82,4	84,7
3	Selfat-53,5% VP	4 кг	Хлорид меди 375 г + Цинеб 160 г/кг	0,4	91,3	95,1
4	P-oxidide-50% VP	4 л	Хлороксид меди 500г/кг	0,3	89,1	92,3
5	Контроль (без химического контроля)	-	-	-	-	-

Как видно из данных таблицы 6, применение системных фунгицидов, таких как азоксифен, коназол, или их чередование с контактными препаратами (сельфат, П-оксирид) обеспечивают высокую биологическую эффективность в борьбе с основными болезнями граната. В борьбе с паршой плодов граната наилучшие результаты показал препарат Сельфат, биологическая эффективность которого при норме расхода 4 кг составила 91,3%. В борьбе с зитиозной плодовой гнилью граната самые высокие результаты показал препарат Сельфат, био-

логическая эффективность которого при норме расхода 4 кг составила 95,1%.

Выводы.

1. В западной части Азербайджана на гранате выявлены 20 видов грибов, поражающих корни, стволы, листья, цветы, плоды. Из выявленных грибов частотой встречаемости и вредоносностью выделяются грибы: *Zythia versoniana* Sacc., *Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk. Зитиозная плодовая (*Zythia versoniana* Sacc.) гниль и антракноз или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk.) характеризуются широким

распространением; часто их распространение достигает до 70-75%.

2. Для защиты граната от грибных заболеваний рекомендуется система мероприятий, включающая обрезку сухих ветвей, уборку опавших и мумифицированных плодов, опавших листьев, очистку пораженных болезнями участков, обработку почвы вокруг кустов, внесение суперфосфата и опрыскивание 1%-ным ДНОК-ом ранней весной или осенью, использование устойчивых сортов, вырезку поросли с таким расчетом, чтобы в кусте не оставалось более трех стволов, размещение питомников на удалении менее 500 м от взрослых

насаждений граната на почвах, не зараженных возбудителями антракноза или парши и зитиозной плодовой гнили, четырех-пятикратное опрыскивание взрослых насаждений граната 1%-ной бордоской жидкостью, азоксифеном, коназолом или другими их заменителями: первое-до распускания почек (после обрезки и очистки стволов и скелетных веток от отставшей коры, мхов и лишайников); второе-после опадения первых лепестков; третье-через 20 дней после второго; четвертое-при достижении плодами крупных размеров; пятое (в случае необходимости)-через 15-20 дней после четвертого.

Литература

1. Гулиев Ф. А. Некоторые вопросы агротехники культуры граната в Азербайджане. Изд. АЗНИИТИ, №151, 1991. 34 с.
2. Hüseynova L. A. Nar bitkisinin əsas xəstəlikləri və onlarla mübarizə tədbirləri // AMEA-nın Gəncə bölməsinin Xəbərlər məcmuəsi. 2018. № 3. S. 118-122.
3. Nar // İ. S. Qurbanov, V. M. Əliyev, N. M. Sadıqova [və s.]. Bakı: "Elm və Təhsil", 2019. 9 s.
4. Kahramanoğlu İ., Usanmaz S. Nar yetişiriciliği. Kibis, 2005, 52 s.
5. Metin A., Şahin A., Canıhoş E., Öztürk N. Nar yetişiriciliği. Ankara, 2012. 32 s.
6. Nar yetişiriciliği / A. Özgüven, C. Yılmaz, M. Yılmaz [və s.]. Kıbrıs, 2015. 38 s.
7. Кульков О. П. Культура граната в Узбекистане. Ташкент: "Фан", 1983. 5 с.
8. Narın becərilməsi // С. Ş. Məmmədov, T. Y. Nəcəyev, F. Q. Əliyev [və s.]. Bakı: "Müəllim" nəşr., 2009. 28 s.
9. Hülya P., Öztürk N. Nar hastalık ve zararlıları. Ankara, 2008. 40 s.
10. Şahin A. Nar yetişiriciliği. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, 2013. 11 s.
11. Калужный Ю. В. Болезни субтропических и тропических плодовых культур и борьба с ними. Киев: Украинская Сельскохозяйственная Академия, 1987. Часть 1. 29 с.
12. Дементьева М. И. Фитопатология. М.: Агропромиздат, 1985. 163 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Методика выявления и учета болезней плодовых и ягодных культур. М.: 1971. 23 с.
15. Методические указания по оценке сравнительной устойчивости плодово-ягодных культур к основным заболеваниям. Л.: 1968. 44 с.
16. Определитель болезней растений / Хохлаков М. К. [и др.]. М.: Лань, 2003. 505 с.
17. Коваленко А. Е. Определитель грибов СССР. Наука, Ленинградское Отделение, 1989. 127 с.
18. Степанов К. М., Чумаков А. Е. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений. Л.: Изд-во Колос, 1972. 70 с.
19. Чумаков А. Е., Минкевич И. И., Власов Ю. И., Гаврилова Е. А. Основные методы фитопатологических исследований. М.: Колос, 1974. 190 с.
20. Хохлаков М. К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л., 1976. 72 с.
21. Минкевич И. И. Методика выявления и учета болезней плодовых культур. М.: Наука, 1971. 23 с.

**SPECIES OF POMEGRANATE PATHOGENS
IN THE GANJA-KAZAKH GEOGRAPHICAL AREA
AND IMPROVED CONTROL MEASURES AGAINST MAIN
OF THEM**

F. A. Guliev, Dr. Agr. Sci., Professor,
Lenkoran Regional Scientific Center,
18, Sh. Akhundova St., Lenkoran, Azerbaijan, AZ4200
E-mail: prof.f.quliyev@mail.ru

L. A. Huseynova,
Scientific Research Institute of Plant Protection and Industrial Crops,
50, A. Aliyeva St., Ganja, Azerbaijan, AZ4200
E-mail: fitopatoloq.Lale@mail.ru

ABSTRACT

The cultivation of pomegranate is one of the main branches of agriculture in Azerbaijan, generating income for the country's economy. In this regard, the harmful mycobiota and entomofauna of the pomegranate orchards of the republic is very rich. The article reflects the results of studies carried out in 2018-2020 in order to study the species composition of the main pathogens of pomegranate diseases in the western geographic region of Azerbaijan (Ganja-Kazakh geographic region) and improve measures to combat the main ones. In the 2018 research year, a common pomegranate mycobiota was identified. The survey method consisted in a systematic inspection of pomegranate plantations. All aboveground plant organs were examined. For this, samples of herbarium (biological material) were collected and the most common types of harmful phytopathogenic fungi were identified. It was found that anthracnose or scab of pomegranate fruits (*Sphaceloma punicae* Bitank. Et Jenk.) and zithiosis fruit rot (*Zythia versoniana* Sacc.) are the most common in the western regions of Azerbaijan. They cause rotting of fruits, which adversely affect the quantity and quality of plant products. After identifying the causative agents of the most dangerous diseases, studies were carried out to study their prevalence in the western regions of the republic. When establishing the prevalence of pomegranate zithiosis and anthracnose, pomegranate plantations were examined in 2-3 plots. In 2019, a report was prepared on the prevalence and intensity of these diseases in the region. In the fight against major diseases, a scientifically based and improved integrated control system has been developed. The dynamics of the development of diseases was studied in the Goranboy region in a special area. Under laboratory conditions, pathogens were isolated into a pure culture, the growth and development of fungi in Petri dishes at temperatures of 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C were studied. The experiments were carried out in triplicate. The count was carried out daily, the date of mycelium formation and its color, growth in diameter, as well as the date of the appearance of fruiting and

the change in the color of the substrate were noted. In addition, the growth and development of fungi were studied on various nutrient media at a constant temperature (25 °C).

Key words: pomegranate, species composition, causative agent of the disease, zithiosis fruit rot, anthracnosis or scab of pomegranate fruits, prevalence, intensity, control measures.

References

1. Guliev F. A. Nekotorye voprosy agrotekhniki kul'tury granata v Azerbaidzhane (Some issues of agricultural technology of pomegranate culture in Azerbaijan), Izd. AzNIINTI, №151, 1991, 34 p.
2. Hüseynova L. A. Nar bitkisinin əsas xəstəlikləri və onlarla mübarizə tədbirləri (The main diseases of pomegranate and measures to combat them), AMEA-nın Gəncə bölməsinin Xəbərlər məcmuəsi, 2018, No. 3, pp. 118-122.
3. Nar (Pomegranate), İ. S. Qurbanov, V. M. Əliyev, N. M. Sadıqova [və s.], Bakı, "Elm və Təhsil", 2019, 9 p.
4. Kahramanoğlu İ., Usanmaz S. Nar yetişdiriciliği (Growing pomegranate), Kibis, 2005, 52 p.
5. Metin A., Şahin A., Canıhoş E., Öztürk N. Nar yetişdiriciliği (Growing pomegranate), Ankara, 2012, 32 p.
6. Nar yetişdiriciliği (Growing pomegranate), A. Özgüven, C. Yılmaz, M. Yılmaz [və s.], Kibris, 2015, 38 p.
7. Kul'kov O. P. Kul'tura granata v Uzbekistane (Pomegranate culture in Uzbekistan), Tashkent, "Fan", 1983, 5 p.
8. Narın becərilməsi (Growing pomegranate), C. Ş. Məmmədov, T. Y. Hacıyev, F. Q. Əliyev [və s.], Bakı, "Müəllim" nəşr., 2009, 28 p.
9. Hülya P., Öztürk N. Nar hastalıkları ve zararlıları (Diseases and pests of pomegranate), Ankara, 2008, 40 p.
10. Şahin A. Nar yetişdiriciliği (Growing pomegranate), Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, 2013, 11 p.
11. Kalyuzhnyi Yu. V. Bolezni subtropicheskikh i tropicheskikh plodovykh kul'tur i bor'ba s nimi (Diseases of subtropical and tropical fruit crops and their control), Kiev, Ukrainskaya Sel'skokhozyaistvennaya Akademiya, 1987, Chast' 1, 29 p.
12. Dement'eva M. I. Fitopatologiya (Plant pathology), M., Agropromizdat, 1985, 163 p.
13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field experiment technique), M., Agropromizdat, 1985, 351 p.
14. Metodika vyyavleniya i ucheta boleznei plodovykh i yagodnykh kul'tur (Methodology for identifying and recording diseases of fruit and berry crops), M., 1971, 23 p.
15. Metodicheskie ukazaniya po otsenke sravnitel'noi ustoichivosti plodovo-yagodnykh kul'tur k osnovnym zabolovaniyam (Guidelines for assessing the comparative resistance of fruit crops to major diseases), L., 1968, 44 p.
16. Opredeletel' boleznei rastenii (Plant diseases indicator), Khokhryakov M. K. [i dr.], M., Lan', 2003, 505 p.
17. Kovalenko A. E. Opredeletel' gribov SSSR (USSR mushrooms indicator), Nauka, Leningradskoe Otdelenie, 1989, 127 p.
18. Stepanov K. M., Chumakov A. E. Prognoz boleznei sel'skokhozyaistvennykh rastenii (Prediction of diseases of agricultural plants), L., Izd-vo Kolos, 1972, 70 p.
19. Chumakov A. E., Minkevich I. I., Vlasov Yu. I., Gavrilova E. A. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovaniy (The main methods of phytopathological research), M., Kolos, 1974, 190 p.
20. Khokhryakov M. K. Metodicheskie ukazaniya po eksperimental'nomu izucheniyu fito-patogennykh gribov (Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi), L., 1976, 72 p.
21. Minkevich I. I. Metodika vyyavleniya i ucheta boleznei plodovykh kul'tur (Methodology for identifying and recording diseases of fruit crops), M., Nauka, 1971, 23 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10033

УДК 631.4: 581.1

К ТЕОРИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВЫНОСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ИЗ ПОЧВЫ ПОСЕВАМИ МЯТЛИКОВЫХ ТРАВ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

С. М. Пакшина, д-р биол. наук, профессор;

Н. М. Белоус, д-р с.-х. наук, профессор;

С. Ф. Чесалин, канд. с.-х. наук;

Е. В. Смольский, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ,

Советская, 2а, Кокино, Выгоничский район, Брянская область,

Россия, 243365

E-mail: sev_84@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрен процесс биологического выноса элементов питания (N, P, K, Ca, Mg) из аллювиальной луговой почвы агроценозами мятликовых трав: ежа сборная, овсяница луговая, двукосточник тростниковидный. Для раскрытия механизмов, участвующих в биологическом выносе из почвы элементов питания и формирования качественных показателей кормовых трав, был использован параметр биологического выноса ионов из почвы, выведенный при решении электростатических моделей. Ежа сборная, овсяница луговая, двукосточник тростниковидный имеют следующие значения плотности зарядов на корневой поверхности (σк): 2,46; 2,63; 2,34 Кл/м². Показано, что с увеличением дозы полного минерального удобрения усиливается напряженность электростатического поля вокруг поверхности корневых систем растений и потоки почвенного раствора к корням, снижается число Pe и увеличивается биологический вынос элементов питания. Установлена особая роль магния, обладающего самой высокой, за исключением иона Н⁺, адсорбционной способностью в процессе биологического выноса ионов из почвы, заключающаяся в том, что корневая система растений поглощает магний в экстремальных условиях, вызванных недостатком калия для синтеза азотсодержащих органических веществ, которые восполняются безазотистыми экстрактивными веществами (БЭВ). Это явление обуславливает изменение показателей качества корма по сравнению с контролем на вариантах применения полного минерального удобрения. Расчеты по формуле биологического выноса приводят к сопоставимым численным значениям экспериментальных и рассчитанных данных содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав, а также качественных показателей корма. Эти результаты позволяют сделать вывод, что эксперимен-

тально подтверждена зависимость, выражающая существенную закономерность биологического выноса элементов питания из почвы мятликовыми травами. Эта закономерность справедлива для каждого в отдельности элемента питания.

Ключевые слова: аллювиальная почва, мятликовые травы, элементы питания, минеральное удобрение, закономерность, биовынос.

Введение. В последней четверти двадцатого века коллективными трудами почвоведов и агрохимиков нашей страны были выработаны и даны определения понятиям «вынос» и «биовынос» из почвы. Вынос – количество питательных веществ, поступающих в растение из почвы. Биологический вынос – максимальное количество питательных веществ, поступающих в растение из почвы в течение соответствующей фазы развития и за весь вегетативный период. Под биовыносом понимается общая потребность сельскохозяйственных культур в элементах минерального питания. Он включает в себя содержание питательных веществ в продукции растениеводства (хозяйственный вынос), а также в корневых, пожнивных остатках и листовом опаде [1]. В данной статье определяли хозяйственный вынос.

В настоящее время продукция растениеводства, предназначенная для животноводства, проходит контроль не только на уровень активности радионуклидов и содержания нитратов, но и на отношение содержания в корме элементов питания. Установлены зоотехнические нормы содержания элементов питания, оптимальные значения их соотношения [2].

Цель исследований – раскрытие механизма биологического выноса элементов питания и теоретическое обоснование эмпирических значений показателей качества кормов, сена мятликовых трав.

Методика. При раскрытии механизма биологического выноса элементов питания была использована модель передвижения

ионов в почвенных порах, включающая конвекцию, диффузию и миграцию ионов в электростатических полях вокруг поверхности корней и почвенных частиц.

Решение модели для случая выноса ионов из источника соли при нисходящем потоке раствора и аккумуляции ионов в почве при восходящем движении раствора от источника соли имеет следующий вид:

$$C_t = C_o \exp(-\lambda_n vt), \quad (1)$$

здесь $C_o \gg C_t$, C_t – содержание в почве внесенных солей,

$$C_t = C_o \exp(\lambda_n vt), \quad (2)$$

здесь $C_o \ll C_t$, C_t – содержание вносимых в слой почвы солей,

v – скорость потока раствора,

t – продолжительность процессов выноса и аккумуляции солей в почве,

λ_n – параметр массопереноса ионов.

Для случая биовыноса ионов из почвы корневой системой растения на контроле и вариантах с применением минерального удобрения с транспирирующей водой, из (1) и (2) следуют два уравнения:

$$C_i = C_k \exp(-\lambda_6 \sum_{\text{ВЕТ}}), \quad (3)$$

здесь $C_i < C_k$, C_k , C_i – соответственно, содержание иона в воздушно-сухой массе растения на контроле и на варианте i .

$$C_i = C_k \exp(\lambda_6 \sum_{\text{ВЕТ}}), \quad (4)$$

здесь $C_i > C_k$, λ_b – параметр биовыноса иона [3]. Для определения действия удобрений на биовынос элементов питания из почвы сравниваются варианты с контролем.

Расшифровка параметра массопереноса ионов в почве была выполнена в работе [4], а параметр биовыноса в работе [5].

Формула параметра массопереноса ионов в почве имеет следующий вид:

$$\lambda_n = 1,8 \times 10^3 \times \sigma_n \sqrt{(z_1 + z_2)/2} \times \text{Pe}/T, (5)$$

где σ_n – поверхностная плотность зарядов на поверхности почвенных капилляров,

z_1, z_2 – валентность аниона и катиона соли,

Pe – число Пекле,

T – абсолютная температура почвы [4].

Параметр биовыноса иона определяется следующей формулой:

$$\lambda_b = 1,8 \times 10^3 \times (\sigma_k - \sigma_n) \times \sqrt{(z_1 + z_2)/2} \times \text{Pe}/T, (6)$$

где σ_k – поверхностная плотность зарядов корневой системы растений [5].

В данной работе показана возможность использования формул (3) – (6) для определения биовыноса элементов питания мятликовыми травами.

Для проведения численных расчетов по формулам (3) – (6) были взяты данные элементного состава сена многолетних мятликовых трав первого и второго укосов [6].

В период с 2009 по 2011 года были проведены экспериментальные исследования на лугу центральной поймы р. Ипуть на юго-западе Брянской области. Почва – аллювиальная луговая песчаная, с обменной кислотностью 5,2-5,6 ед. рН, гидролитической кислотностью и суммой поглощенных оснований соответственно 2,6-2,8 и 11,3-13,1 мг-экв/100 г почвы, содержанием гумуса 3,08-3,33 % (по Тюрину), подвижных форм фосфора и калия соответственно 620-840 и 133-180 мг/кг (по Кирсанову).

В одновидовых посевах, при норме высева 15 кг/га, многолетних мятликовых трав (ежа сборная (*Dactylis glomerata* L., сорт ВИК 61), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds., сорт Дединовска) и двукисточник

тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* L., сорт Припятский) изучали биологический вынос N, P, K, Ca, Mg при следующих дозах минерального удобрения: 1. контроль – без удобрений; 2. N₉₀P₆₀K₉₀; 3. N₉₀P₆₀K₁₂₀; 4. N₉₀P₆₀K₁₅₀; 5. N₁₂₀P₆₀K₁₂₀; 6. N₁₂₀P₆₀K₁₅₀; 7. N₁₂₀P₆₀K₁₈₀. Аммиачную селитру и хлористый калий использовали дробно, половина расчетной дозы под 1-й укос, вторая половина – под 2-й укос, а простой гранулированный суперфосфат полной дозой в один прием под 1-й укос.

Площадь опытной делянки – 63 м², уборочной – 24 м², повторность опыта трехкратная. Урожайность трав 1-го и 2-го укосов определяли с 1 по 10 июня и с 23 августа по 1 сентября методом сплошной поделяночной уборки и отбора пробного снопа [6].

В центральной учебно-научной испытательной лаборатории Брянского ГАУ общепринятыми методами определяли элементный состав сена мятликовых трав. Содержание элементов питания в растительных пробах определяли после мокрого озоления по Гинзбург. Калий определяли на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97),

фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97), азот – по ГОСТ Р 51417-99.

Численные методы исследования включали следующие расчеты: транспирация рассчитывалась по формуле Пенмана [7]; испаряемость – по формуле Н.Н. Иванова [8]; удельная поверхность почвы по данным, приведенным в работе [9]; емкость катионного обмена корней трав взята из работ [10, 11, 12]; удельная поверхность корней рассчитана по формуле [6] при условии, что $\sum_v E_T / \sum_v E_0 = 0$; число Pe – как частное от деления значений λ_6 на каждом варианте опыта на λ_0 при условии $\sum_v E_T / \sum_v E_0 = 0$; поверхностная плотность зарядов корней и почвы – как частное от деления ЕКО (мэкв/100 г) на удельную поверхность (m^2/g), умноженную на коэффициент перевода в $Kл/m^2$, равный 0,963. Рассчитан-

ные значения содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав находили по формулам (3) и (4). Параметр биовыноса находили по графику зависимости $\ln(C_i/C_k) = f \sum_v E_T$, где C_i, C_k – экспериментальные данные содержания элементов питания в воздушно-сухой массе мятликовых трав на вариантах с применением минерального удобрения и на контроле.

Результаты. Вегетационный период 2010 г. отличался повышенным радиационным балансом в сравнении с 2009 и 2011 гг. В период от первого до второго укоса в 2011 году сложились оптимальные фитоклиматические условия для роста и развития мятликовых трав (повышенный радиационный баланс и большая испаряемость), чего не наблюдали в первую половину вегетации.

Таблица 1

Фитоклиматические условия весенне-летней вегетации посевов сеяных мятликовых трав по укосам и годам наблюдения

Показатель	2009		2010		2011	
	1	2	1	2	1	2
Сумма среднесуточных значений радиационного баланса в период вегетации, МДж/м ²	394	569	439	688	432	485
Сумма среднесуточных значений фотосинтетически активной радиации в течение вегетации, МДж/м ²	266	460	268	426	256	336
Температура воздуха, °С	13,9	19,4	16,2	25,0	16,3	21,1
Удельная теплота парообразования, МДж/кг	2,47	2,46	2,47	2,45	2,47	2,45
Испаряемость за период вегетации, мм	160	231	178	281	175	198
Сумма осадков за период вегетации, мм	75,8	155,3	86,7	200,7	84,1	169,1
Дефицит влаги в период вегетации, мм	-84	-76	-91	-80	-91	-29
Коэффициент увлажнения	0,47	0,67	0,49	0,71	0,48	0,85

Примечание: 1 – период вегетации до 1-го укоса; 2 – период вегетации от 1-го до 2-го укоса.

В период от возобновления вегетации до 1-го укоса не наблюдали дефицита влаги в почве из-за близости грунтовых вод после периода затопления поймы. В период от 1-го

до 2-го укоса наибольший дефицит влаги наблюдали в 2010, наименьший – в 2011 году. Снижение уровня грунтовых вод и дефицит почвенной влаги сказались на

водном режиме посевов и, как оказалось, – на продуктивности мятликовых трав в период до 2-го укоса.

При повышении доз минерального удобрения закономерно увеличивается урожайность посевов многолетних мятли-

ковых трав, а также транспирация, доступность почвенной влаги корневой системе растения и число Pe , которое характеризует отношение между диффузионным и конвективным потоками раствора в общем потоке (табл. 2).

Таблица 2

Условия протекания процесса биовыноса элементов питания из почвы посевами мятликовых трав (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Первый укос				Второй укос			
	У, т/га	ΣE_t , мм	$\frac{\Sigma E_t}{\Sigma E_0}$	Pe	У, т/га	ΣE_t , мм	$\frac{\Sigma E_t}{\Sigma E_0}$	Pe
<i>Ежа сборная</i>								
Контроль	1,77	87	0,51	0,86	0,90	43	0,18	0,95
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	6,90	342	2,00	0,46	2,92	106	0,45	0,88
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,11	353	2,06	0,44	3,09	143	0,60	0,84
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,32	363	2,12	0,42	3,20	150	0,63	0,83
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,49	371	2,17	0,41	3,29	154	0,65	0,82
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₅₀	6,40	383	2,24	0,39	3,51	165	0,70	0,81
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	8,06	400	2,34	0,36	3,61	169	0,71	0,81
НСР ₀₅	4,18	–	–	–	1,50	–	–	–
<i>Овсяница луговая</i>								
Контроль	1,80	89	0,52	0,85	0,93	44	0,19	0,95
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	7,22	359	2,10	0,39	2,95	137	0,58	0,83
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,15	353	2,06	0,41	3,08	144	0,61	0,82
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,81	388	2,27	0,34	3,23	152	0,64	0,82
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,72	390	2,28	0,34	3,39	158	0,67	0,81
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₅₀	8,02	396	2,32	0,33	3,58	165	0,70	0,80
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	8,25	409	2,39	0,31	3,68	172	0,73	0,79
НСР ₀₅	4,14	–	–	–	1,51	–	–	–
<i>Двукосточник тростниковидный</i>								
Контроль	1,86	92	0,54	0,84	0,99	47	0,20	0,92
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	7,49	372	2,17	0,43	3,12	146	0,62	0,82
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,64	379	2,22	0,42	3,25	152	0,64	0,81
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,92	393	2,30	0,40	3,33	156	0,66	0,81
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,81	387	2,26	0,30	3,53	161	0,68	0,80
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₅₀	8,19	405	2,37	0,37	3,66	171	0,72	0,79
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	8,60	425	2,48	0,36	4,29	201	0,85	0,76
НСР ₀₅	4,16	–	–	–	1,63	–	–	–

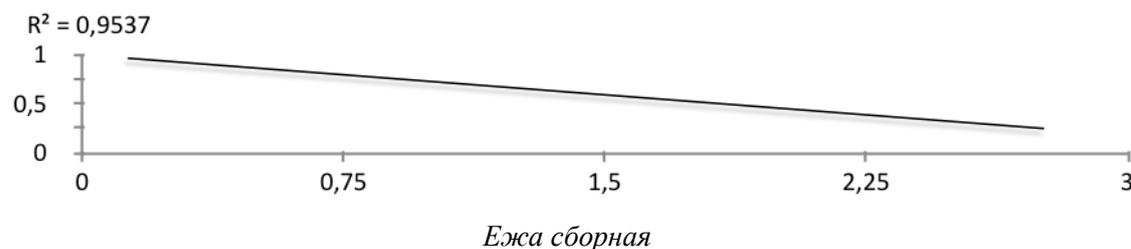
Примечание: У – урожайность сена, т/га; ΣE_t – транспирация за период вегетации, мм; $\Sigma E_t / \Sigma E_0$ – относительная транспирация; Pe – число Пекле.

На рисунке 1 представлена зависимость значений Pe от относительной транспирации посевов трав ($\sum_v E_T / \sum_v E_o$). Как было установлено в работах [13, 14], относительная транспирация в период вегетации служит количественным показателем доступ-

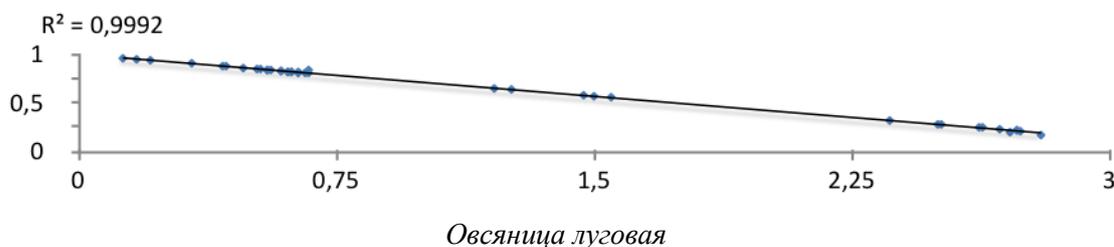
ности почвенной влаги корневой системе растений. Из рисунка 1 следует, что чем выше значение $\sum_v E_T / \sum_v E_o$, тем меньше число Pe или больше доля конвективного потока в общем потоке раствора и выше доступность влаги растениям.

Pe

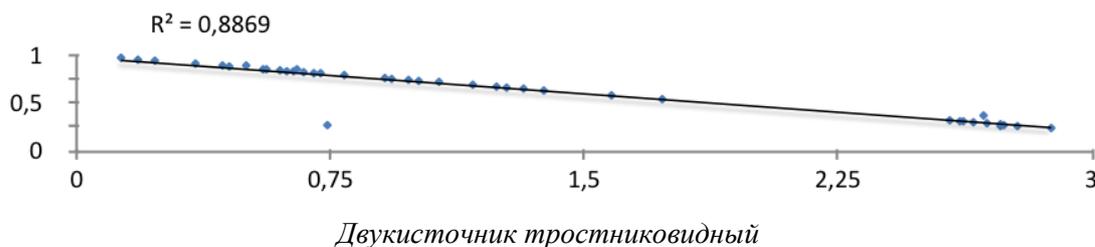
$$y = -0,272x + 1$$



$$y = -0,289x + 1,0019$$



$$y = -0,2542x + 0,9756$$



$\sum_v E_T / \sum_v E_o$

Рис. 1. Корреляционная связь между числом Pe потоков почвенной влаги и относительной транспирацией посевов мятликовых трав

От возобновления вегетации до первого укоса при применении разных доз минерального удобрения на всех вариантах разновидовых мятликовых трав, за исключением контрольного варианта, преобладали

конвективные потоки влаги. В посевах овсяницы луговой числа Pe были ниже, чем на других видах мятликовых трав при равном значении $\sum_v E_T / \sum_v E_o$. Линейная зависимость числа Pe от относительной транс-

пирации позволяет сделать вывод о зависимости биовыноса элементов питания разными культурами, в соответствии с формулой (6).

Для выяснения причин данного явления было рассчитано значение $(\sigma_k - \sigma_n)$. По данным работ [10-12], емкость катионного обмена ежи сборной, овсяницы луговой и двухкосточника тростниковидного составили соответственно 25,6; 30,4; 30,8 мэкв/100 г воздушно-сухих корней. Удельная поверхность корневых систем имела значения 7,47; 8,24; 10,8 м²/г.

Емкость поглощения и удельная поверхность аллювиальной луговой почвы – 14,90 мэкв/100 г и 14,96 м²/г. Отсюда, значение $(\sigma_k - \sigma_n)$ исследуемых видов мятликовых трав составило соответственно 1,41; 1,67; 1,38 Кл/м². Значит, вокруг корневой системы овсяницы луговой формируется более мощное электростатическое поле, вызывающее большую доступность почвенной влаги и пониженное число Ре в сравнении с другими видами.

Между поверхностной плотностью зарядов и напряженностью электростатического поля имеет место следующее равенство:

$$\kappa\phi_0 = (4\pi e z_0 / \epsilon k T) \sigma, \quad (7)$$

где κ , ϕ_0 , e , z_0 , ϵ , K , T – соответственно параметр Дебая, поверхностный потенциал, элементарный заряд, валентность потенциал-определяющего иона, диэлектрическая постоянная раствора, постоянная Больцмана, абсолютная температура [15].

Из формулы (7) следует, что напряженность электростатических полей вокруг поверхности корневых систем зависит от их поверхностной плотности заряда и концентрации почвенного раствора. Электростатическое поле вокруг корней растений впервые было обнаружено в работе [16].

Известно, что увеличение концентрации почвенного раствора приводит к сжатию диффузного слоя ДЭС, в котором преобладают одновалентные катионы, тогда как в адсорбционном слое – двухвалентные [17, 18].

Биовынос из почвы одновалентных ионов NH₄⁺ и K⁺, которые формируют диффузный слой ДЭС, с транспирирующей водой в первый укос, при значении Ре, равном 0,3-0,4, больше, чем во второй укос, при значении Ре, равном 0,8 (табл. 3).

Таблица 3

Биовынос элементов питания из почвы посевами трав с транспирирующей водой (среднее значения по вариантам с внесением NPK)

Культура	Первый укос					Второй укос				
	С _n , г/1 т воды					С _n , г/1 т воды				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Ежа сборная	49,0	7,3	52,0	13,9	5,5	41,0	8,1	47,5	12,8	7,0
Овсяница луговая	48,9	7,6	53,1	12,5	4,9	44,9	7,5	48,3	14,7	5,3
Двукосточник тростниковый	49,2	8,0	53,7	12,5	5,3	46,4	7,6	48,2	13,2	5,6

Биовынос двухвалентных катионов Ca²⁺ и Mg²⁺ с транспирирующей посевами трав во-

дой, которые формируют адсорбционный слой ДЭС, больше во второй укос, чем в первый. По величине биовыноса при транспирации посевов трав в первый и второй укосы элементы питания расположились в следующей последовательности: $K > N > Ca > P > Mg$.

В таблице 4 представлены данные элементного состава многолетних мятликовых трав первого и второго укосов при разных дозах минерального удобрения и соотношения в нем калия к азоту при постоянной дозе фосфора [6].

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений на элементный состав воздушно-сухой массы многолетних трав (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Содержание, %					Вариант	Содержание, %				
	N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
период вегетации до первого укоса						период вегетации от первого до второго укоса					
<i>Ежа сборная</i>											
Контроль	1,53	0,24	1,59	0,51	0,40	Контроль	1,46	0,34	1,65	0,54	0,40
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	2,33	0,34	2,44	0,59	0,28	N ₄₅ K ₄₅	1,63	0,38	2,10	0,56	0,36
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,37	0,37	2,44	0,63	0,26	N ₄₅ K ₆₀	1,72	0,37	2,16	0,58	0,34
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	2,41	0,37	2,48	0,64	0,25	N ₄₅ K ₇₅	1,96	0,38	2,20	0,60	0,32
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,36	0,34	2,45	0,62	0,29	N ₆₀ K ₆₀	1,87	0,37	2,29	0,60	0,35
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	2,46	0,36	2,68	0,63	0,27	N ₆₀ K ₇₅	2,12	0,38	2,30	0,62	0,32
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,48	0,37	2,82	0,65	0,25	N ₆₀ K ₉₀	2,25	0,38	2,33	0,63	0,28
HCP ₀₅	0,23	0,08	0,34	0,09	0,05	HCP ₀₅	0,26	0,04	0,28	0,06	0,04
<i>Овсяница луговая</i>											
Контроль	1,67	0,26	1,60	0,51	0,40	Контроль	1,48	0,32	1,62	0,44	0,40
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	2,22	0,36	2,45	0,59	0,28	N ₄₅ K ₄₅	1,68	0,34	2,10	0,52	0,26
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,38	0,37	2,51	0,60	0,24	N ₄₅ K ₆₀	2,09	0,36	2,25	0,58	0,24
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	2,41	0,37	2,62	0,61	0,23	N ₄₅ K ₇₅	2,15	0,36	2,28	0,60	0,23
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,36	0,36	2,46	0,60	0,33	N ₆₀ K ₆₀	2,20	0,34	2,25	0,60	0,28
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	2,44	0,38	2,71	0,61	0,25	N ₆₀ K ₇₅	2,25	0,35	2,36	0,62	0,26
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,48	0,38	2,79	0,63	0,24	N ₆₀ K ₉₀	2,28	0,36	2,38	0,63	0,24
HCP ₀₅	0,33	0,09	0,44	0,08	0,07	HCP ₀₅	0,24	0,02	0,38	0,10	0,08
<i>Двукосточник тростниковидный</i>											
Контроль	1,72	0,26	1,61	0,51	0,42	Контроль	1,52	0,30	1,70	0,50	0,42
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	2,29	0,32	2,45	0,58	0,31	N ₄₅ K ₄₅	1,76	0,34	1,88	0,58	0,27
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	2,31	0,36	2,53	0,61	0,25	N ₄₅ K ₆₀	2,08	0,36	2,18	0,60	0,26
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	2,48	0,38	2,64	0,62	0,24	N ₄₅ K ₇₅	2,20	0,36	2,25	0,62	0,24
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,39	0,32	2,53	0,59	0,29	N ₆₀ K ₆₀	2,24	0,34	2,25	0,62	0,28
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	2,46	0,36	2,77	0,61	0,25	N ₆₀ K ₇₅	2,26	0,35	2,36	0,63	0,26
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,50	0,38	2,83	0,63	0,24	N ₆₀ K ₉₀	2,31	0,38	2,38	0,64	0,26
HCP ₀₅	0,45	0,08	0,39	0,08	0,06	HCP ₀₅	0,36	0,04	0,28	0,08	0,06

Содержание элементов питания N, P, K, Ca в воздушно-сухой массе трав увеличивается

ется по сравнению с контролем при повышении доз NPK в соответствии с уравнением (4). Содержание Mg в воздушно-сухой массе трав, наоборот, уменьшается по сравнению с контролем в соответствии с уравнением (3).

Минимальное поглощение Mg корневой системой трав в первый и второй укосы наблюдали при применении минерального удобрения с отношением в нём калия к азоту, равном 1,5 и 1,7, а максимальное – при

отношении калия к азоту, равном 1,0; 1,2; 1,3. Отсюда следует, что недостаток калия для синтеза азотсодержащих органических веществ корневая система поставляет ионами Mg, участвуя в синтезе безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ).

На рисунке 2 представлена зависимость содержания БЭВ в воздушно-сухой массе трав в первый и второй укосы от биовыноса Mg корневой системой растения.

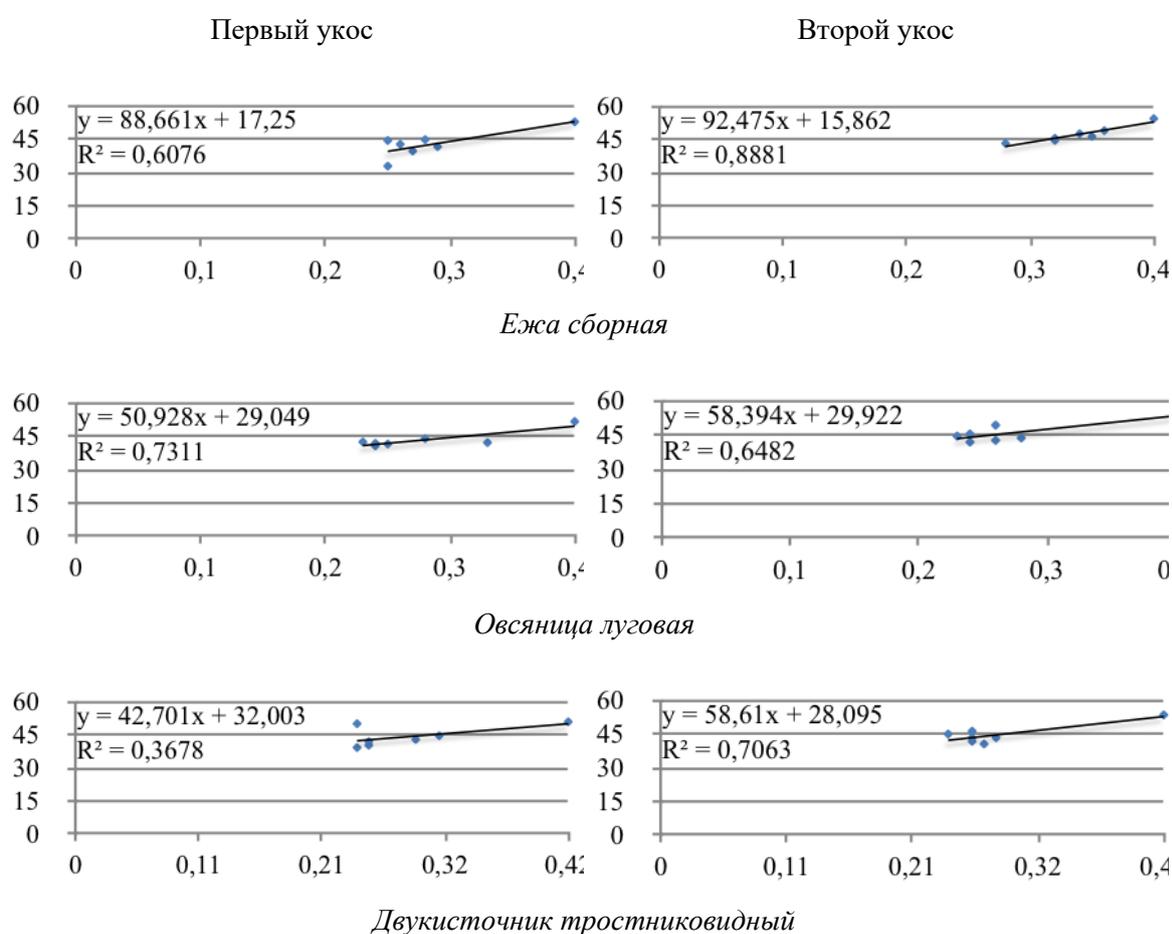


Рис. 2. Зависимость содержания безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в воздушно-сухой массе от биовыноса Mg из почвы корневой системой мятликовых трав

Из рисунка 2 следует, что имеют место прямо пропорциональные зависимости между содержанием БЭВ и Mg в воздушно-сухой массе трав. Эти зависимости указывают на особую роль Mg в экстремальных условиях

роста и развития растения при невозможности осуществить синтез азотсодержащих веществ, заменяя его синтезом БЭВ. Корневая система растения функционирует не только как сорбент, но и как биологическая система.

Линейная зависимость между магнием и содержанием БЭВ даёт возможность предположить, что Mg участвует в синтезе БЭВ.

Для сравнения рассчитанных по формуле (4) значений содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав с экспериментальными, представленными в

таблице 4, были рассчитаны параметры биовыноса (λ_6). В таблице 5 представлены значения λ_6 пяти элементов разных видов мятликовых трав. Параметр биовыноса характеризует темп выноса из почвы элемента питания растением в определенных почвенно-климатических условиях.

Таблица 5

Рассчитанные значения параметров биовыноса элементов питания (N, P, K, Ca, Mg) из почвы в первый и второй укосы трав

Культура	Первый укос					Второй укос				
	$\lambda, 1/м$					$\lambda, 1/м$				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Ежа сборная	1,0	1,3	2,5	1,5	-0,55	1,8	1,7	1,7	2,0	-0,23
Овсяница луговая	2,2	1,2	2,6	1,5	-0,33	2,3	1,7	1,7	3,0	-0,20
Двукосточник тростниковидный	1,8	1,0	2,8	1,6	-0,23	2,2	1,0	1,8	2,0	-0,5

Из таблицы 5 следует, что овсяница луговая отличается от других исследуемых видов мятликовых трав более высоким темпом выноса азота в первый и второй укосы, а также Ca во второй укос.

В таблице 6 представлены экспериментальные (числитель) и рассчитанные по формуле (4) (знаменатель) значения содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав.

Таблица 6

Экспериментальные (числитель) и рассчитанные по формуле (4) (знаменатель) значения содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав (средние на вариантах с внесением NPK)

Культура	Первый укос					Второй укос				
	Ci, %					Ci, %				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Ежа сборная	<u>2,40</u>	<u>0,36</u>	<u>2,55</u>	<u>0,68</u>	<u>0,27</u>	<u>1,92</u>	<u>0,38</u>	<u>2,23</u>	<u>0,60</u>	<u>0,33</u>
	2,21	0,39	4,00	0,88	0,33	1,90	0,43	2,10	0,72	0,39
Овсяница луговая	<u>2,38</u>	<u>0,36</u>	<u>2,59</u>	<u>0,61</u>	<u>0,24</u>	<u>2,11</u>	<u>0,35</u>	<u>1,94</u>	<u>0,69</u>	<u>0,25</u>
	3,54	0,44	4,30	0,90	0,35	2,62	0,42	2,10	0,72	0,39
Двукосточник тростниковидный	<u>2,40</u>	<u>0,39</u>	<u>2,62</u>	<u>0,61</u>	<u>0,26</u>	<u>2,14</u>	<u>0,35</u>	<u>2,22</u>	<u>0,61</u>	<u>0,26</u>
	3,50	0,38	4,80	0,96	0,39	2,18	0,35	2,30	0,69	0,39

Как следует из таблицы 6, рассчитанные значения сопоставимы с эксперимен-

тальными значениями содержания элементов питания в воздушно-сухой массе трав. Относительная ошибка рассчитанных значений C_i составляет 15-20%.

В таблице 7 представлены средние экспериментальные на вариантах с примени-

ем минерального удобрения и рассчитанные показатели качества корма: Ca/Mg, Ca/P, K/(Ca+Mg), которые имеют близкие значения.

Таблица 7

Экспериментальные (числитель) и рассчитанные значения показателей корма (знаменатель)

Культура	Первый укос			Второй укос		
	Ca/Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)	Ca/Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
Ежа сборная	<u>2,77</u>	<u>1,72</u>	<u>2,85</u>	<u>1,83</u>	<u>1,60</u>	<u>2,33</u>
	2,67	2,26	3,30	1,85	1,67	1,90
Овсяница луговая	<u>2,33</u>	<u>1,63</u>	<u>2,85</u>	<u>2,35</u>	<u>2,68</u>	<u>1,30</u>
	2,57	2,25	3,44	1,85	1,71	1,89
Двукосточник тростниковидный	<u>2,32</u>	<u>1,72</u>	<u>3,00</u>	<u>2,35</u>	<u>1,73</u>	<u>2,50</u>
	2,46	1,00	3,58	1,77	1,64	2,11

Повышенные значения показателей качества кормов Ca/Mg, K/(Ca+Mg) в сравнении с контролем объясняются низким темпом биовыноса Mg в сравнении с контролем.

Выводы. В настоящей статье выявлены следующие особенности процесса биовыноса элементов из почвы корневой системой мятликовых трав:

1. Минеральные удобрения солевого типа при растворении в почвенной влаге вызывают сжатие диффузного слоя ДЭС, формирующихся на стенках капилляров почвы и поверхности корней растений; увеличение напряженности электростатических полей и потоков влаги к корневой системе растения; доступность влаги и уменьшение числа Re . При значениях числа Re , равных 0,3-0,4, в большом количестве выносятся из почвы азот и калий, находящиеся в основном в диффузных слоях ДЭС,

тогда как при значениях числа Re , равных 0,8-0,9, – элементы питания Ca^{2+} , Mg^{2+} , которые находятся в адсорбционном слое.

2. Видовые различия биовыноса элементов питания обусловлены разностью между поверхностной плотностью зарядов на поверхности корней и почвенных капилляров.

3. Биовынос элементов питания описывается зависимостью, устанавливающей связь между содержанием элемента питания в воздушно-сухой массе растения, транспирацией посевов в течение вегетации и параметром биовыноса.

4. Доказана адекватность зависимости биовыноса элементов питания из почвы реальным процессам, которая даёт возможность использовать её к другим культурам для доказательства общего характера этой зависимости.

Литература

1. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник / Под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
2. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. Москва, 2003. 456 с.
3. Джалалова М. И., Абдурашидова П. А., Загидова Р. М. Особенности миграции солей в компонентах дельтовых экосистем // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 28-29.
4. Пакшина С. М., Белоус Н. М., Смольский Е. В., Силаев А. Л. Расчет коэффициента накопления ¹³⁷Cs фитомассой мятликовых трав // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6 (70). С. 21-32.
5. Пакшина С. М., Петухов В. Р. Влияние двойных электрических слоёв поверхности корня и почвенных частиц на доступность питательных элементов растениям // Агрохимия. 1976. № 5. С. 97-102.
6. Анишина Ю. А. Эффективность возделывания многолетних мятликовых трав в одновидовых посевах на радиоактивно загрязнённых поймах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Брянск, 2012. 20 с.
7. Ли Ц. Характеристика изменчивости водопотребления лесных и луговых экосистем аридного региона Центрального И Южного Нинся // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 4 (81). С. 3-15.
8. Кирейчева Л. В., Юрченко И. Ф., Яшин В. М. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России. М.: ВНИИГиМ, 2017. 152 с.
9. Смагин А. В. К термодинамической теории водоудерживающей способности и дисперсности почв // Почвоведение. 2018. № 7. С. 836-851.
10. Drake M. Soil chemistry and plant nutrition // Chemistry of the soil. New York – London. 1964. Pp. 395-444.
11. Drake M., Vengris A., Colby W. Cation exchange capacity of plant roots // Soil Science. 1951. Vol. 72. No. 2. Pp. 139-149.
12. Власенко М. В., Трубакова К. Ю. Водный режим видов семейства Роасеае в условиях засухи // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 2-8.
13. Дубенок Н. Н., Сухарев В. И. Водный баланс агроландшафтов Центрального Черноземья и его регулирование. М.: Колос, 2010. 187 с.
14. Сухарев В. И., Елизарова Т. А. Разработка методологии и методики определения дефицитов водопотребления сельскохозяйственных культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2015, № 8. С. 128-130.
15. Зимон А. Д. Коллоидная химия: Общий курс. М.: Красанд, 2019. 342 с.
16. Алешин С. Н., Ястребов М. Т. Об электрическом заряде корня растения и методе его определение // Доклады ТСХА. 1950. Вып. 12. С. 188-194.
17. Переволоцкий А. Н., Спирин Е. В., Переволоцкая Т. В., Спиридонов С. И. Модель расчета мощности поглощенной дозы в вертикальном профиле почвы в острую фазу радиоактивных выпадений // Радиационная биология. Радиоэкология. 2018. Т. 58. № 4. С. 415-424.
18. Прохоров В. М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. М.: Энергоиздат, 1981. 99 с.

TO THE THEORY OF BIOLOGICAL REMOVAL NUTRIENTS FROM THE SOIL WITH POACEAE GRASSES WHEN APPLYING MINERAL FERTILIZER

S. M. Pakshina, Dr. Biol. Sci., Professor; **N. M. Belous**, Dr. Agr. Sci., Professor;

S. F. Chesalin, Cand. Agr. Sci., **E. V. Smolsky**, Cand. Agr. Sci.;

Bryansk State Agrarian University

2a, Sovetskaya St., Kokino, Vygonickiy District, Bryanskaya Oblast, Russia, 243365

E-mail: sev_84@mail.ru

ABSTRACT

The work deals with the process of biological removal of nutrient elements (N, P, K, Ca, Mg) from alluvial meadow soil with the crops of poaceae grasses: *Dáctylis glomeráta*, *Festuca pratensis*, *Phalaris arundinacea*. To reveal the mechanisms involved in biological removal of nutrients from the soil and to form qualitative indices of fodder herbs, the parameter of biological removal of ions

from the soil was used. *Dáctylis glomeráta*, *Festuca pratensis*, *Phalaris arundinacea* have the following values σ_k : 2.46; 2.63; 2.34 C/m². As the dose of total mineral fertilizer increases, electrostatic field tension around the surface of root systems of plants and soil solution flow to the roots increases, the value of Pe decreases and biological removal of nutrients increases. A particular role of magnesium in the process of biological removal of ions from soil has been established, in that the root system of plants absorbs magnesium under extreme conditions caused by lack of potassium for synthesis of nitrogen-containing organic substances, which are replenished with nitrogen-free extractive substances, which include magnesium. This phenomenon leads to a 2-3-fold improvement in the quality of the feed compared to the control with full mineral fertilizer applications. Calculations according to the formula of biological removal lead to comparable numerical values of experimental and calculated data of nutrient elements content in air-dry mass of herbs, as well as quality indicators of fodder. These results lead to the conclusion that the dependence expressing a significant pattern of biological removal of nutrient elements from the soil by poaceae grasses has been experimentally confirmed. This pattern is true for each nutrient.

Key words: alluvial soil, bluegrass herbs, nutrients, mineral fertilizer, regularity, biological removal.

References

1. Mineev V. G. Agrokhimiya (Agrochemistry), uchebnik, Pod red. V. G. Mineeva, M., Izd-vo VNIIA imeni D.N. Pryanishnikova, 2017, 854 p.
2. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Farm animal feeding norms and rates), spravochnoe posobie, Pod red. A. P. Kalashnikova, V. I. Fisinina, V. V. Shcheglova, N. I. Kleimenova, Moskva, 2003, 456 p.
3. Dzhahalova M. I., Abdurashidova P. A., Zagidova R. M. Osobennosti migratsii solei v komponentakh del'tovyykh ekosistem (Features of salt migration in components of delta ecosystems), Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki, 2018, No. 6, pp. 28-29.
4. Pakshina S. M., Belous N. M., Smol'skii E. V., Silaev A. L. Raschet ko-effitsienta nakopleniya ¹³⁷Cs fitomassoii myatlikovykh trav (Calculation of accumulation factor ¹³⁷Cs phytomass of mint herbs), Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2018, No. 6 (70), pp. 21-32.
5. Pakshina S. M., Petukhov V. R. Vliyanie dvoynykh elektricheskikh sloev poverkhnosti kornya i pochvennykh chastits na dostupnost' pitatel'nykh elementov rasteniyam (Effect of double electrical layers of root surface and soil particles on nutrient availability to plants), Agrokhimiya, 1976, No. 5, pp. 97-102.
6. Anishina Yu. A. Effektivnost' vozdeystviya mnogoletnykh myatlikovykh trav v odnovidovykh posevakh na radioaktivno zagryaznennykh poimakh (Efficiency of cultivation of monologous poaceae herbs in single-liquid crops on radioactively contaminated catches), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Bryansk, 2012, 20 p.
7. Li Ts. Kharakteristika izmenchivosti vodopotrebleniya lesnykh i lugo-vykh ekosistem aridnogo regiona Tsentral'nogo i Yuzhnogo Ninsya (Characteristics of variability of water consumption of forest and grassland ecosystems of arid region of Central and Southern Ningxia), Aridnye ekosistemy, 2019, T. 25, No. 4 (81), pp. 3-15.
8. Kireicheva L. V., Yurchenko I. F., Yashin V. M. Nauchnye osnovy sozdaniya i upravleniya meliorativnymi sistemami v Rossii (Scientific foundations of creation and management of reclamation systems in Russia), M., VNIIGiM, 2017, 152 p.
9. Smagin A. V. K termodinamicheskoi teorii vodouderzhivayushchei sposobnosti i dispersnosti pochv (To thermodynamic theory of water-retaining capacity and dispersion of soils), Pochvovedenie, 2018, No. 7, pp. 836-851.
10. Drake M. Soil chemistry and plant nutrition, Chemistry of the soil, New York – London, 1964, pp. 395-444.
11. Drake M., Vengris A., Colby W. Cation exchange capacity of plant roots, Soil Science, 1951, Vol. 72, No. 2, pp. 139-149.
12. Vlasenko M. V., Trubakova K. Yu. Vodnyi rezhim vidov semeistva Po-aceae v usloviyakh zasukhi (Aquatic regime of species of the Poaceae family in drought), Agrarnyi vestnik Urala, 2019, No. 11 (190), pp. 2-8.
13. Dubenok N. N., Sukharev V. I. Vodnyi balans agrolandshaftov Tsen-tral'nogo Chernozem'ya i ego regulirovanie (Water balance of agro-landscape of the Central Black Earth Region and its regulation), M., Kolos, 2010, 187 p.
14. Sukharev V. I., Elizarova T. A. Razrabotka metodologii i metodiki opredeleniya defitsitov vodopotrebleniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Development of methodology and methodology for determination of water consumption deficits of crops), Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2015, No. 8, pp. 128-130.

15. Zimon A. D. Kolloidnaya khimiya: Obshchii kurs (Colloidal Chemistry: General Course), M., Krasand, 2019, 342 p.
16. Aleshin S. N., Yastrebov M. T. Ob elektricheskom zaryade kornya rasteniya i metode ego opredelenie (About the electric charge of the plant root and its method of determination), Doklady TSKhA, 1950, Vyp. 12, pp. 188-194.
17. Perevolotskii A. N., Spirin E. V., Perevolotskaya T. V., Spiridonov S. I. Model' rascheta moshchnosti pogloshchennoi dozy v vertikal'nom profile pochvy v ostruyu fazu radioaktivnykh vypadenii (Model for calculation of absorbed dose rate in vertical profile of soil in acute phase of radioactive fallout), Radiatsionnaya biologiya. Radio-ekologiya, 2018, T. 58, No. 4, pp. 415-424.
18. Prokhorov V. M. Migratsiya radioaktivnykh zagryaznenii v pochvakh (Migration of radioactive contamination in soils), M., Energoizdat, 1981, 99 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10036

УДК 631.17 (470.42)

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АГРТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

М. М. Сабитов, канд. с.-х. наук,

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,

ул. Институтская, 19, п. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область, Россия, 433315

E-mail: m_sabitov@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения влияния технологий при возделывании с.-х. культур в агроландшафтах Ульяновской области на повышение их эффективности. Они применялись в зернопаровом севообороте с использованием отечественных сельскохозяйственных машин и районированных сортов по Средневолжскому региону. Эксперименты проводили в 2010–2015 гг. на выщелоченном среднесуглинистом черноземе. В многофакторном опыте изучали экстенсивную, включающую отвальную без применения агрохимических средств; нормальную с использованием средних доз макроудобрений и защиты от сорняков; интенсивную рассчитанную на получение программируемого урожая агротехнологии. Применяемые агротехнологии в зерновых севооборотах способствуют улучшению водного, питательного режимов почвы, а также снижению засоренности за счет оптимальных сочетаний химических препаратов. Высокая степень интенсификации агротехнологий в хозяйствах может использоваться в зависимости от ресурсного потенциала землепользователей. Наибольшее ресурсосбережение обеспечила нормальная на естественном фоне, затраты снизились на 3,5%, а по интенсивной – на 2,9%. Наиболее низкая себестоимость в опытах была получена при поддерживающих дозах удобрений 3496 руб./т. По самой насыщенной агротехнологии средствами при урожайности 2,43...2,71 т/га, рентабельность была на уровне 53...86%. По классическому варианту выращивания культур в севообороте продуктивность была получена 2,39...2,97 т/га с рентабельностью в 52...76%, а по нормальной она сложилась 58...83% с продуктивностью 2,46...2,88 т/га.

Ключевые слова: технология, обработка, защита растений, засоренность, биологическая активность, урожайность, экономическая эффективность.

Введение. На протяжении многих лет идет серьезная «борьба» между сторонниками классической и ресурсосберегающих природоохранных агротехнологий. И в основном мнение обеих сторон заключается в том, чтобы сочетать разные способы мелиорации в севооборотах. Поэтому поиски наиболее эффективных приемов основной обработки являются актуальными и представляют научный и практический интерес.

Разработанные теоретические, практические и технологические рекомендации в земледелии имеют достаточно обширный ареал. И перед сельхозтоваропроизводителями поставлена задача получения дешевой и качественной продукции на фоне возрастания стоимости технических ресурсов и интерес к минимальной и нулевой обработке огромен. Многие передовые хозяйства переходят на эту агротехнологию, так как она обеспечивает трехкратную экономию топлива [1].

Сегодня в земледелии используются различные подходы и один из них – агроландшафтный, то есть, применяемые агротехнологии в севооборотах должны быть хорошо адаптированы к местным требованиям, отвечать экологической чистоте и создавать предпосылки для рационального пользования земли и повышения плодородия, получения высоких и устойчивых урожаев [2-4].

В настоящее время целесообразно использовать несколько режимов в земледелии, которые должны различаться степенью интенсификации производства, в зависимости от почвенно-климатических и экономических условий [5].

Поэтому данные исследования были направлены на изучение более новых моделей агротехнологий в условиях черноземных почв Ульяновской области.

Цель исследований — путем постановки полевого стационарного опыта изучить влияние агротехнологий в зернопаровом севообороте на черноземных почвах, обеспечивающих наиболее высокие урожаи возделываемых культур.

Методика. Полевые опыты проводились на богаре с 2010 по 2015 гг. на опытном поле Самарского федерального исследовательского центра РАН, Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства в севообороте: пар — озимая пшеница (сорт Марафон, репродукция элита, норма высева 5,5 млн/га всхожих семян) – яровая мягкая пшеница (сорт Симбирцит, репродукция элита, норма высева 5,5 млн/га всхожих семян) – ячмень (сорт Нутанс-553, репродукция элита, норма высева 4,5 млн/га всхожих семян), развернутом во времени и пространстве (3 закладки). Площадь трехфакторного опытного участка – 8,25 га (321 x 257 м). Схема расположения трехфакторного опыта 3 x 3 x 3 методом расщепленных делянок. Делянки первого порядка (обработка почвы 7710 м² 30 x 257 м) делятся, расщепляются в вертикальном направлении на делянки второго порядка (удобрения 8025 м² 321 x 25 м), делянки второго порядка расщепляются в горизонтальном направлении (защита растений 1542 м² 257 x 6 м). Полевые опыты ставились в трехкратной повторности на делянках с учетной площадью 110 м² (5 x 22 м), с соблюдением методических требований.

Опытный участок характеризуется повышенным содержанием гумуса – 6,35%, рН_{KCl} = 6,8; сумма обменных оснований 48,6 мг-экв/100 г, NO₃ – 0,28%, P₂O₅ – 225 и K₂O – 119 мг/кг (по Чирикову).

Схемой опытов предусматривались варианты основной обработки почвы в сево-

обороте. Наряду с изучением агротехнологий под зерновые культуры, в целях выявления сравнительной эффективности, проводилось изучение минеральных удобрений и средств защиты от сорняков.

1) Экстенсивная агротехнология – вспашка плугом ПН-4-35 под пар чистый на 25-27 см, под яровую пшеницу – на 20-22 см, под ячмень – на 18-20 см.

Удобрения и пестициды не применялись.

2) Нормальная агротехнология – почво-защитная комбинированная под чистый пар проводилась плугом со стойкой СибИМЭ на 20-22 см, под яровую пшеницу – орудием ОПО-4,25 на 12-14 см, под ячмень – КПШ-5 на 10-12 см.

Удобрения применялись в виде поддерживающей дозы. При посеве озимой пшеницы вносили азофоску $N_{16}P_{16}K_{16}$, а весной в подкормку – аммиачную селитру N_{34} ; под яровые применяли азотные под культивацию N_{34} и при посеве – сложные $N_{16}P_{16}K_{16}$. Гербициды применялись против малолетних, многолетних и злаковых сорняков.

3) Интенсивная агротехнология – дифференцированно минимизированная, проводилась под пары орудием ОП-3С на 12-14 см, под яровую пшеницу – БДТ-3 на 10-12 см, а под ячмень – отвальная на 18-20 см.

Удобрения рассчитаны на получение планируемого урожая. При посеве озимой пшеницы употребляли сложные химикаты в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$, а в подкормку – селитру и азофоску $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$; под яровую пшеницу использовали селитру с азофоской $N_{20}+N_{32}P_{32}K_{32}$ под культивацию, а в посев применяли сложные $N_{32}P_{32}K_{32}$; под ячмень – $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{24}P_{24}K_{24}$ соответственно. Использовались гербициды против однолетних двудольных, в том числе устойчи-

вых к 2,4-Д и МЦПА, и некоторых многолетних сорняков; системный фунгицид Колосаль Про, КМЭ – против заболеваний стебля, листьев и колоса с дозой 0,3 л/га; инсектицид Борей, СК – против вредителей с дозой 0,1 л/га. Препараты использовали в фазе их кушения в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200.

Все весенние агротехнические мероприятия проводились в соответствии с рекомендациями для Ульяновской области.

Уборку проводили однофазно комбайном Нива-Эффект.

Погода в 2009-2010 гг. довольно резко отличалась. Так, осень была сухой. Зимой преобладала холодная погода с расхождением от нормы температуры и снега. Наибольшее количество снега было в январе, а февраль был холодным и сухим. Март оказался теплее обычного на $3,2^{\circ}C$, осадков выпало на 25,5 мм больше. С апреля до середины летнего сезона температура воздуха превышала среднеголетние значения: в апреле – на 1,9, в мае – на 4,4, в июне – на 3,3 и июле – $4,4^{\circ}C$. Осадков в этот период выпало меньше нормы: в апреле – на 23,3 мм, в мае – 19,7 мм, в июне и июле – 41,7 и 26,8 мм соответственно.

За вегетационный период 2010–2011 гг. осадков выпало 389,4 мм при норме 263 мм, при этом гидротермический коэффициент составил 1,3.

Метеоусловия в 2011–2012 гг.: осень была не холодной, прохладная зима и умеренно засушливое лето. Так в 2012 году жара сопровождающей засухой и обильными ливнями в некоторые дни. Осадки за вегетацию составили 401,1 мм при норме 263 мм. В результате гидротермический показатель был на уровне 1,3.

Метеоусловия в 2012–2013 гг.: осенне-зимняя погода была более теплой, чем

обычно, а летний период – теплым и влажным. 2012 год был довольно теплым, с обильными дождями в июле и августе. Дождей за вегетацию выпало 440,9 при норме 263 мм. В результате гидротермический показатель составил 1,7.

В 2013–2014 гг. осадков за апрель–сентябрь выпало 184,6 при норме 307 мм. Гидротермальный показатель составил 0,6 единицы.

За вегетационный период 2014–2015 гг. сумма осадков была 256,3 мм при норме 307 мм, а показатель ГТК был на уровне 0,7.

Результаты. Недостаток влаги играет большую роль в сложение почвы. При рыхлом ее сложении она может терять влагу, а когда она сильно уплотнена, то создаются неблагоприятные условия для корней растений [6, 7].

Наиболее приемлемая плотность почвы для зерновых культур считается от 1,05 до 1,20 г/см³ [8]. Наблюдения за ее динамикой показали, что замена отвальной обработки комбинирующими позволит регулировать ее до оптимальных значений (табл. 1).

Таблица 1

Плотность почвы в зависимости от агротехнологий, г/см³ (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология			НСР ₀₅
	экстенсивная	нормальная	интенсивная	
Озимая пшеница	1,19	1,20	1,22	F _Ф <F ₀₅
Яровая пшеница	1,16	1,20	1,22	0,035
Ячмень	1,11	1,17	1,15	0,044
Среднее	1,15	1,19	1,20	

Почвозащитная и минимальная технологии, по сравнению с оборотом пласта, формировали более плотное сложение под яровыми. Так, под посевами яровых она была достоверно выше на 3,4...5,4%, но находилась в оптимальных пределах.

Плотность почвы путем математических расчетов позволила определить количество гумуса. Так общий гумус в слое 0-30 см после уборки на контроле был 219,7 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Содержание гумуса в зернопаровом севообороте в зависимости от агротехнологий, т/га (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология		
	экстенсивная	нормальная	интенсивная
Озимая пшеница	226,7	228,6	232,4
Яровая пшеница	221,0	228,6	232,4
Ячмень	211,5	222,9	219,1
Среднее	219,7	226,7	228,0

По почвозащитным и минимизированным технологиям содержание общего гумуса было больше, чем на контроле на 7,0 и 8,3 т/га или 3,2 и 3,7% соответственно. Его

увеличение происходило за счет применения безотвальных, плоскорезных и поверхностных орудий, которые больше оставляли за собой растительных остатков, чем по

обычной заделке, тем самым в почве формировалось больше органического вещества.

Применяемые орудия для разных глу-бин и приемов осенней обработки в накоп-

лении влаги весной не имели преимущества в сравнении с классической агротехнологией, и эти значения колебались в пределах 130,3...134,7 мм (табл. 3).

Таблица 3

Содержание продуктивной влаги, мм (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология			НСР ₀₅
	экстенсивная	нормальная	интенсивная	
	фаза кущения			
Озимая пшеница	135,5	131,4	132,0	F _Ф <F ₀₅
Яровая пшеница	136,2	131,2	128,3	3,115
Ячмень	132,5	128,3	129,4	F _Ф <F ₀₅
Среднее	134,7	130,3	130,5	
	фаза полной спелости			
Озимая пшеница	119,9	116,9	120,9	3,114
Яровая пшеница	117,8	124,5	124,2	3,512
Ячмень	111,0	110,3	109,9	2,440
Среднее	116,2	117,2	118,3	

Достоверное увеличение содержания влаги было только на пшенице мягкой по вспашке – 5,0...6,1 мм. К периоду уборки запасы влаги снижались на 5,9...21,5 мм и находились в пределах 109,9...124,5 мм. Отмечается, что максимальный ее расход 15,6...21,5 мм был при отвальной почвообработке. Наибольшее ее сохранение к концу вегетации было только на второй культуре при почвозащитной и минимальной разделке.

Одним из признаков, характеризующих эффективное почвенное плодородие, является хорошая обеспеченность растений питательными веществами. Оставление растительных остатков на поле, внесение удобрений, а также сама почва является источником питания растений.

Содержание нитратного азота весной под озимыми на контроле варьировало от 21 до 31 мг/кг (табл. 4).

С минимальной дозой внесения макроудобрений содержание нитратов увеличилось на 19,0...25,8%, а при расчетной дозе – на 35,5...43,3%. Различия между нулевкой и

применением макроудобрений в содержании N-NO₃ под яровыми культурами составили 4,0...29,2% и 9,1...57,1% соответственно.

Количество нитратов к уборке на озимых было выше в 2,6...4,8 раза, чем на яровых. Это объясняется особенностями температуры и увлажнением почвенных частиц. Нитратный азот формировался меньше в те годы, когда был прохладный и засушливый промежуток для ранних сельскохозяйственных культур.

Таким образом, при производстве зерновых на черноземах, применение дифференцированной минимизированной почвообработки с расчетной дозой макроудобрений не приводило к ухудшению азотного питания как в начале, так и в конце их вегетации.

Орудия с оборотом пласта хорошо решают задачу по борьбе с засорителями и болезнями, но использование пестицидов позволяет резко сократить преимущество их применения [9].

Содержание нитратного азота в слое 0-30 см, мг/кг почвы (за 2010-2015 гг.)

Культура	Варианты удобрений (В)	Технология (А)		
		экстенсивная	нормальная	интенсивная
		фаза кущение		
Озимая пшеница	без удобрений	30	21	31
	поддерживающая	37	25	39
	программируемая	43	30	42
Яровая пшеница	без удобрений	25	21	24
	поддерживающая	26	22	31
	программируемая	59	33	30
Ячмень	без удобрений	29	33	33
	поддерживающая	29	33	38
	программируемая	32	36	39
НСР ₀₅ для озимой пшеницы А=2,154; В=1,212; АВ=2,732;				
НСР ₀₅ для яровой пшеницы А=2,555; В=1,465; АВ=3,265;				
НСР ₀₅ для ячменя А=1,874; В=2,301; АВ=Ф _Ф <F ₀₅ ;				
		фаза полной спелости		
Озимая пшеница	без удобрений	86	64	70
	поддерживающая	93	72	75
	программируемая	94	74	84
Яровая пшеница	без удобрений	18	16	21
	поддерживающая	24	19	21
	программируемая	21	22	27
Ячмень	без удобрений	21	21	15
	поддерживающая	21	28	22
	программируемая	28	29	27
НСР ₀₅ для озимой пшеницы А=5,549; В=2,360; АВ=Ф _Ф <F ₀₅ ;				
НСР ₀₅ для яровой пшеницы А=1,339; В=1,020; АВ=1,955;				
НСР ₀₅ для ячменя А=2,363; В=1,917; АВ=3,571;				

Засоренность озимой пшеницы малолетними и многолетними сорняками в начале закладки опыта на необработанных участках было 9,4...10,0 и 5,9...6,1 шт./м² соответственно. На второй культуре за 2011–2014 гг. засоренность увеличилась на 23,6...81,7% и по малолетним составила 12,9...16,0, многолетним – 9,7...11,4 шт./м². К концу ротации севооборота за 2012–2015 гг. на необработанных участках сорность малолетними увеличивалась в 4,9...8,0 раз, а многолетними – в 1,4 раза и составляла 54,5...88,5 шт./м².

Засоренность посевов на контрольном варианте варьировала от 29,0 до 43,8 шт./м², наибольшее ее значение отмечено на поддерживающих и программируемых вариантах внесения удобрений (табл. 5).

Эпизодическая борьба снизила засоренность на 73,7...89,1%, а интегрированная – на 77,5...91,5%.

Борьба с сорными растениями показала высокую результативность как с минеральным питанием, так и без них.

Таблица 5

Засоренность посевов в зернопаровом севообороте, шт./м² (за 2010-2015 гг.)

Защита растений	Технология								
	экстенсивная			нормальная			интенсивная		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Без защиты	29,0	29,9	33,7	31,6	36,2	36,3	41,7	43,1	43,8
Эпизодическая	5,3	4,7	5,4	5,3	4,6	4,5	5,3	5,3	6,4
Интегрированная	4,7	4,3	5,0	5,0	5,3	4,7	5,6	4,5	4,1

Примечание: 1 – без удобрений; 2 – поддерживающая; 3 – программируемая.

Производство сельхозкультур по различным способам пахоты зяби и использование агрохимических приемов могут оказывать различное влияние на рост растений, развитие и их продуктивность. В различных почвенно-климатических зонах их эффективность проявляется по-разному [10-12].

Исследования, проведенные на черноземах Ульяновской области, показали, что по варианту с поворотом пласта без химизации, продукция озимых формировалась на уровне 2,12 т/га (табл. 6).

Таблица 6

Продуктивность зерновых культур в зависимости от агротехнологий возделывания, т/га (за 2010-2015 гг.)

Защита растений (С)	Технология возделывания культур (А)								
	экстенсивная			нормальная			интенсивная		
	Система применения удобрений (В)								
	без удобрений	поддерживающая	программируемая	без удобрений	поддерживающая	программируемая	без удобрений	поддерживающая	программируемая
	Озимая пшеница								
Без защиты	2,12	2,22	2,27	2,27	2,30	2,31	2,18	2,29	2,23
Эпизодическая	2,38	2,41	2,43	2,23	2,43	2,37	2,24	2,29	2,30
Интегрированная	2,46	2,58	2,56	2,39	2,44	2,45	2,27	2,32	2,30
	Яровая пшеница								
Без защиты	2,66	2,77	2,66	2,67	2,77	2,93	2,65	2,98	2,95
Эпизодическая	2,78	3,02	2,87	2,91	3,04	3,03	2,97	3,14	3,06
Интегрированная	3,03	3,28	2,96	2,95	3,09	2,62	3,09	3,24	3,11
	Ячмень								
Без защиты	2,39	2,67	2,53	2,44	2,64	2,62	2,45	2,60	2,60
Эпизодическая	2,65	2,75	2,74	2,59	2,76	2,80	2,56	2,66	2,67
Интегрированная	2,87	2,97	2,71	2,66	2,75	2,88	2,60	2,70	2,71
	НСР ₀₅ для оз.пшеницы А=0,126; В=0,105; С=0,154; АВ=0,135; АС=0,219; ВС= F _Ф <F ₀₅ ; АВС=0,259								
	НСР ₀₅ для яр.пшеницы А=0,200; В=0,180; С=0,129; АВ=0,178; АС=0,143; ВС=0,245; АВС=0,259								
	НСР ₀₅ для ячменя А=0,120; В=0,165; С=0,172; АВ=0,157; АС=0,167; ВС=0,133; АВС= F _Ф <F ₀₅								

По комбинированной технологии урожайность составила 2,27 т/га, увеличение к экстенсивной – 0,15 т/га, а к дифференцированной – 2,18, с прибавкой 0,06 т/га.

Минеральные удобрения повышали продуктивность всех изучаемых сельскохозяйственных культур от 0,06 до 0,19 т/га, наибольшая урожайность получена при

комбинирующей технологии с программируемым их внесением.

Проведение комплекса мер защиты совместно с NPK существенно повышало урожайность всех изучаемых зерновых. Так, увеличение от химизации на озимых составило 0,17...0,46 т/га, наибольшим оно была по вспаханному полю (2,56 и 2,58 т/га). При минимизированном и почвозащитном способах пахоты прибавка зерна была меньше 0,18...0,20 и 0,32...0,33 т/га. Нужно отметить, что варианты с интегрированной защитой, на фоне поддерживающей и программируемой системы внесения минеральных удобрений во всех технологиях возделывания была равна урожайности эпизодической и не оправдана полученным урожаем.

Урожай пшеницы мягкой на фоне естественного плодородия по всем технологиям составил 2,65...2,67 т/га. Наибольшая прибавка зерна была получена при интенсивной технологии с поддерживающей и программируемой системой удобрений 0,33-0,26 т/га соответственно.

Эпизодическая и интегрированная борьба с засоренностью в посевах совместно с применением минеральных удобрений позволило получить прибавку по всем агротехнологиям от 0,09 до 0,24 т/га, тем не менее она была не достоверна.

Максимальная урожайность яровой пшеницы был получен по классической и дифференцированно-минимизированной системах на поддерживающем варианте с полным использованием средств защиты (3,28 и 3,24 т/га).

Урожайность ячменя на естественном фоне плодородия варьировала от 2,39 до 2,87 т/га, где наибольшая была получена по классическому варианту. По данному экстенсивному фону с применением интегрированной системы борьбы с сорняками была получена достоверная прибавка по от-

ношению комбинированной и минимизированной технологии (+0,21 и 0,27 т/га).

Следует отметить, что использование различных вариантов с насыщением средств защиты и систем минеральных удобрений во всех технологиях обеспечивалось прибавкой урожайности в среднем по опыту на 0,09-0,28 т/га по сравнению с контрольным вариантом, но они несущественны, хотя и нулевая гипотеза о равенстве сравниваемых дисперсий не отвергается.

Максимальная урожайность ячменя отмечена по классическому типу, где применяли макроудобрения в виде поддерживающей дозы с интегрированной защитой – 2,97 т/га. Прибавка здесь сформировалась 0,58 т/га относительно без применения удобрений. Отмечается, что на всех агротехнологиях была получена прибавка 0,27...0,41 – на эпизодической, 0,31...0,58 т/га – на интегрированной.

Установлена связь урожайности по способам обработки и гумуса ($r=-0,94$), с запасами влаги ($r=0,38$), с биологической активностью ($r=-0,77$). Нами выявлена тесная корреляционная зависимость урожайности от засоренности ($r=-0,76$) и массы 1000 зерен ($r=0,98$).

Классический способ разделки черноземных почв в Ульяновской области остается часто используемым механизмом в хозяйствах. Применение ресурсосберегающей технологии в некоторых случаях может привести к удорожанию и дополнительным затратам за счет высокой стоимости химизации. Это отмечают ряд исследователей [13, 14].

Проведенный экономический анализ показал, что агропроизводственные расходы по комбинированной технологии уменьшились на 3,5% по сравнению с классической, а по минимизированной – на 2,9%.

Поддерживающая макроудобрениями агротехнология при интенсивной обработке

повышала общепроизводственные издержки на 2,5% по отношению к контролю, но обеспечила низкую себестоимость продукции в опыте (3496 руб./т).

Самые большие трудозатраты приходились на применение химических средств, причем по отвальной системе они были высокими – 11740 руб., а на почвозащитной и минимизированной – 11440 и 11490 руб.

Дифференцированно-минимизированная технология обеспечила рентабельность 53...86%, а обычная и нормальная в севообороте – соответственно 52...76% и 58...83%.

Выводы.

1. Нормальная и интенсивная агротехнологии, по сравнению с экстенсивной, формировали более плотное сложение почвы под яровыми зерновыми культурами, и она была достоверно выше на 3,4...5,4%, но находилась в оптимальных пределах.

2. Содержание общего гумуса в пахотном слое было больше на 7,0 и 8,3 т/га или 3,2 и 3,7% по почвозащитным и минимизированным технологиям, чем на контроле.

3. Весной в фазе кущения культур, применяемые различные технологии обработки не имели преимущества в запасах продуктивной влаги в сравнении с классической, эти значения колебались в пределах 130,3...134,7 мм. Достоверное увеличение было только на пшенице мягкой по вспашке – 5,0...6,1 мм.

К уборке запасы влаги в метровом слое находились в пределах 109,9...124,5 мм, а максимальный ее расход 15,6...21,5 мм был по отвальной почвообработке. Наибольшая сохранность влаги была отмечена на второй культуре по почвозащитной и минимальной разделке.

4. Содержание нитратного азота в почве на озимых увеличивалось за счет внесения макроудобрений на 19,0...43,3%. Различия между контрольным вариантом и примене-

нием макроудобрений в содержании N-NO₃ под яровыми составили 4,0...29,2% и 9,1...57,1% соответственно.

Количество нитратов к уборке на озимых было выше в 2,6...4,8 раза, чем на яровых. Нитратный азот формировался меньше в те годы, когда был прохладный и засушливый промежуток для ранних сельхозкультур.

5. Наименьшую засоренность посевов обеспечивала в опытах интегрированная система защиты растений 77,5...91,5%, а эпизодическая борьба с ними снизила засоренность на 73,7...89,1%, при использовании этих технологий была отмечена наибольшая эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков.

6. Минеральные удобрения повышали продуктивность всех изучаемых сельскохозяйственных культур на 0,06...0,19 т/га, но наибольшая прибавка была отмечена по комбинированной технологии с программируемым их внесением. Варианты с интегрированной защитой, на фоне поддерживающей и программируемой систем минеральных удобрений во всех технологиях возделывания озимой пшеницы были равны урожайности эпизодической, и не оправданы полученным урожаем.

Наибольшая прибавка урожайности зерна яровой пшеницы была получена по интенсивной технологии с поддерживающей и программируемой системой удобрений 0,33-0,26 т/га соответственно. Эпизодическая и интегрированная борьба с засоренностью в посевах совместно с минеральными удобрениями позволили получить прибавку по всем агротехнологиям от 0,09 до 0,24 т/га, тем не менее она была не достоверна.

Наибольшая урожайность ячменя была получена на естественном фоне плодородия по классическому варианту 2,87 т/га. По

данному фону с применением интегрированной системы борьбы с сорняками была получена достоверная прибавка по отношению к комбинированной и минимизированной технологиям (+0,21 и 0,27 т/га).

7. Агропроизводственные расходы по комбинированной технологии уменьшились на 3,5% по сравнению с классической, а по минимизированной – на 2,9%. Поддерживающая макроудобрениями технология по интенсивной обработке повышала агропроизводственные издержки на 2,5%, но обеспечила низкую себестоимость продукции в опыте (3496 руб./т).

Наибольшие трудозатраты приходились на применение химических средств по отвальной системе – 11740 руб., а на почвозащитной и минимизированной – 11440 и 11490 руб.

Дифференцированно-минимизированная система обеспечила рентабельность 53...86%, а обычная и нормальная в севообороте – 52...76% и 58...83%.

Рекомендации:

Для увеличения рентабельного производства следует применять интенсивную технологию в зернопаровом севообороте.

Необходимо использовать осеннюю разделку почвы, включающую безотвальную – под первую, мелкую – на 12-14 см – под вторую, а под третью культуру (ячмень) – плоскорезную или отвальную.

Также целесообразно проводить плоскорезное рыхление под озимые, гребне-кулисную – под яровую, а под ячмень – с оборотом пласта на 18-20 см. Для разуплотнения почвы и хорошей ее водопроницаемости, в осенне-зимний период необходимо обрабатывать ее плугом СибИМЭ на глубину 20-22 см.

Для контроля над сорными растениями следует воспользоваться селективными препаратами в фазу кущения.

Озимая культура по чистому пару должна иметь рядковое внесение удобрений в расчете $N_{32}P_{32}K_{32}$ и ранневесеннюю подкормку в дозе $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ прикорневым или поверхностным способом.

Под яровую пшеницу нужно применять макроудобрения в дозе $N_{20}+N_{32}P_{32}K_{32}$ под культивацию и при посеве – $N_{32}P_{32}K_{32}$, а под ячмень – $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{24}P_{24}K_{24}$ соответственно.

Литература

1. Сабитов М. М. Продуктивность и экономическая эффективность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2017. №4 (20). С. 107-113.
2. Зональная система земледелия (на ландшафтной основе) / Под ред. А. И. Пукониной. М.: Колос, 1995. 287с.
3. Немцев С. Н., Сабитов М. М., Науметов Р. В., Карпович К. И. Использование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Ульяновской области // Земледелие. 2009. № 3. С. 11-12.
4. Pimintel D., Burgess M. Soil Erosion Threatens Food Production // Agriculture. 2013. № 3. Pp. 443–463.
5. Акулов. П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов. М.: Колос, 1992. 222 с.
6. Иванов П. К. Основная обработка почв на Юго-Востоке. Саратов: Приволжское книжное издание, 1967. 211 с.
7. Казаков Г. И. Агрофизические показатели плодородия почвы как научные основы ее обработки // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М., 1990. С. 32-38.
8. Ревут И. Б., Васильев А. М. Задачи сельскохозяйственной науки по системам обработки почвы. В кн.: Теоретические вопросы обработки почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1963. С. 6-19.
9. Cooke V. M., Jones D. G. Epidemiology of Septoria tritici and S. nodorum I. The reaction of spring and winter wheat varieties to infection by Septoria tritici and Septoria nodorum // Trans. Br. Mycol. Soc. 1971. № 56. Pp. 121-125.
10. Милащенко Н. З., Холмов В. Г. Сорняки, гербициды, урожай: методические рекомбинации. Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 1977. 40 с.
11. Дудкин В. М., Лобков В. Т. Почвенно-биологические аспекты усиления роли севооборота как биологического фактора в земледелии // Научные основы совершенствования севооборота в современной земледелии. Курск, 1992.

12. Lizovicz F. The occurrence of cereal crop diseases depending on the system of farming // J. Plant Prot. Res. 1999. Vol. 39. No. 2. Pp. 116–131.
13. Зезюков Н. И. Научные основы воспроизводства плодородия Чернозёмов ЦЧЗ: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Воронеж, 1993. 36 с.
14. Аверин С. А. Экономическая эффективность минимализации обработки почвы // Земледелие. 1991. № 7. С. 36.

THE MAIN ELEMENTS OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN THE GRAIN AND FALLOW CROP ROTATION

M. M. Sabitov, Cand. Agr. Sci.

Samara Federal Research Scientific Center RAS,

Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute

19, Institutskaya St., Timiryazevsky, Ulyanovsky District, Ulyanovsk Oblast,

Russia, 433315

E-mail: m_sabitov@mail.ru

ABSTRACT

Research was conducted to study the impact of technologies in the cultivation of agricultural crops in the agricultural landscapes of the Ulyanovsk region on improving their efficiency. They were used in grain-fallow crop rotation using domestic agricultural machines and zoned varieties in the middle Volga region. Experiments were carried out in 2010–2015 on leached medium-weak medium-loamy chernozem. In a multi-factorial experiment, we studied an extensive one, including a dump without the use of agro-chemical agents; a normal one with the use of medium doses of macro-fertilizers and protection from weeds; intensive designed to produce a programmable crop. The applied agrotechnologies in grain crop rotations contribute to improving the water and nutrient regimes of the soil, as well as to reducing clogging due to optimal combinations of chemicals. A high degree of intensification of agricultural technologies in farms can be used depending on the resource potential of land users. The largest resource saving was provided by normal on a natural background, costs decreased by 3.5%, and intensive – 2.9%. The lowest cost in the experiments was obtained at maintenance doses of fertilizers 3496 rubles/t. According to the most saturated agricultural technology, with a yield of 2.43...2.71 t/ha, the profitability was at the level of 53 ... 86%. According to the classical variant of crop cultivation in the crop rotation, the productivity was 2.39...2.97 t/ha with a profit margin of 52...76%, and according to the normal version, it was 58...83% with a productivity of 2.46...2.88 t/ha.

Key words: technology, treatment, plant protection, contamination, biological activity, productivity, economic efficiency.

References

1. Sabitov M. M. Produktivnost' i ekonomicheskaya effektivnost' yarovoi psheni-tsy v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya (Productivity and economic efficiency of spring wheat in the conditions of the Volga forest-steppe), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No. 4 (20), pp. 107-113.
2. Zonal'naya sistema zemledeliya (na landshaftnoi osnove) (Zonal system of agriculture (on a landscape basis)), Pod red. A. I. Pukonina, M., Kolos, 1995, 287 p.
3. Nemtsev S. N., Sabitov M. M., Naumetov R. V., Karpovich K. I. Ispol'zovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Ulyanovskoi oblasti (Use of adaptive landscape systems of agriculture in the Ulyanovsk region), Zemledelie, 2009, No. 3, pp. 11-12.
4. Pimntel D., Burgess M. Soil Erosion Threatens Food Production, Agriculture, 2013, No. 3, pp. 443–463.

5. Akulov. P. G. Vosproizvodstvo plodorodiya i produktivnost' chernozemov (Reproduction of fertility and productivity of chernozems), M., Kolos, 1992, 222 p.
6. Ivanov P. K. Osnovnaya obrabotka pochv na Yugo-Vostoke (Basic tillage in the South-East), Saratov, Privolzhskoe knizhnoe izdanie, 1967, 211 p.
7. Kazakov G. I. Agrofizicheskie pokazateli plodorodiya pochvy kak nauchnye osnovy ee obrabotki (Agrophysical indicators of soil fertility as scientific bases of its tillage), Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy, M., 1990, pp. 32-38.
8. Revut I. B., Vasil'ev A. M. Zadachi sel'skokhozyaistvennoi nauki po sistemam obrabotki pochvy (Problems of agricultural science on tillage systems), V kn.: Teoreticheskie voprosy obrabotki pochvy, L., Gidrometeoizdat, 1963, pp. 6-19.
9. Cooke B. M., Jones D. G. Epidemiology of Septoria tritici and S. nodorum I. The reaction of spring and winter wheat varieties to infection by Septoria tritici and Septoria nodorum, Trans. Br. Mycol. Soc., 1971, No. 56, pp. 121-125.
10. Milashchenko N. Z., Kholmov V. G. Sornyaki, gerbitsidy, urozhai (Weeds, herbicides, crop), metodicheskie rekombinatsii, Novosibirsk, SO VASKhNIL, 1977, 40 p.
11. Dudkin V. M., Lobkov V. T. Pochvenno-biologicheskie aspekty usileniya roli sevooborota kak biologicheskogo faktora v zemledelii (Soil-biological aspects of strengthening the role of crop rotation as a biological factor in agriculture), Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya sevooborota v sovremennom zemledelii, Kursk, 1992.
12. Lizovicz F. The occurrence of cereal crop diseases depending on the system of farming, J. Plant Prot. Res., 1999, Vol. 39, No. 2, pp. 116-131.
13. Zezyukov N. I. Nauchnye osnovy vosproizvodstva plodorodiya Chernozemov TsChZ: aftoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. Voronezh, 1993. 36 s.
14. Averin S. A. Ekonomicheskaya effektivnost' minimalizatsii obrabotki pochvy (Economic efficiency of minimization of tillage), Zemledelie, 1991, No. 7, pp. 36.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10042

УДК 631.51.022:633.1:631.811.98 (470.53)

ВЛИЯНИЕ ПРИЁМА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ В МЕНЯЮЩИХСЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

А. Г. Черкашин,

ФГБУ «Свердловский референтный центр Россельхознадзора»,

ул. Мостовая, 15б, Екатеринбург, Россия, 620016

E-mail: dirton@rambler.ru;

Л. В. Фалалеева, канд. с.-х. наук, доцент; **М. А. Нечунаев,** канд. с.-х. наук, доцент;

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

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

E-mail: zemledel@pgsha.ru

Аннотация. В статье приведены результаты по урожайности яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес) в зависимости от приема предпосевной обработки и погодных условий в период вегетации. Данные по урожайности получены по результатам полевого двухфакторного опыта, проведенного в 2016-2018 гг. на дерново-подзолистой сред-

несуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ. Исследования проводились по схеме: Фактор А – прием предпосевной обработки: А₁ – культивация (контроль), А₂ – дискование, А₃ – плоскорезная обработка; 2. Фактор В – яровая зерновая культура: В₁ – пшеница, В₂ – ячмень, В₃ – овёс. Немаловажным условием получения стабильной урожайности зерновых яровых культур является прием предпосевной обработки почвы, а также погодные условия в период вегетации сельскохозяйственных культур. В результате проведенных исследований наибольшую урожайность пшеница сформировала при проведении культивации в агрегате с боронованием, максимальная урожайность при данной обработке была достигнута в 2018 году и составила 3,93 т/га, для ячменя и овса более эффективной была плоскорезная обработка почвы, проведенная комплексным почвообрабатывающим агрегатом АПК «Лидер-1,8 Н», максимальная для опыта урожайность составила 3,79 т/га и 4,44 т/га, соответственно. 2018 год был наиболее благоприятным для яровых зерновых культур за счет осадков в критический период и температурного режима вегетации.

Ключевые слова: яровые зерновые культуры, урожайность, предпосевная обработка почвы, погодные условия.

Введение. Производство качественного зерна в объёмах, соответствующих требованиям современной промышленности и животноводства, можно по праву отнести к важнейшим задачам агропромышленной отрасли. Выполнение этой задачи способствует обеспечению продуктовой безопасности населения и обеспечению животных кормовой базой, которую обогащает как непосредственно зерно, так и побочная продукция выращивания зерновых культур. В Российской Федерации и в Пермском крае, в частности, востребованы и яровые, и озимые зерновые культуры. Одними из основных яровых культур, выращиваемых для получения зерна, являются пшеница, ячмень и овёс. Несмотря на несколько различные биологические требования данных культур к условиям выращивания, все они могут успешно возделываться в Пермском крае, о чём свидетельствует широкий ассортимент доступных сортов. Однако, при потенциально высоком потенциале урожайности районированных сортов хозяйства края получают в среднем урожайность в 3 и даже 4 раза более низкую, чем имеют семе-

новодческие предприятия и сортоучастки. Причиной этого являются различные факторы, такие как низкий уровень применяемой агротехнологии, дефицит кадров и низкая квалификация специалистов хозяйств, недостаточное применение минеральных удобрений и средств защиты растений в сочетании с низким естественным уровнем плодородия большей части почв края. Важным фактором, приводящим к нестабильной по годам урожайности, являются и агроклиматические условия края, которые в последние годы характеризуются нетипичными в сравнении со среднемноголетними данными показатели [1-4].

Проблеме климатических изменений, происходящих во всём мире, уделяет большое внимание всё научное сообщество. Данный фактор не может в полной мере контролироваться человеком даже при проведении мероприятий по дополнительной аэрации почвы, отводу лишней влаги и защите от перепадов температур. Вместе с тем, он оказывает большое влияние на все этапы вегетации культур, диктуя сроки посева, возможность применения средств за-

щиты растений, сроки и способ уборки урожая. Вопросу влияния климатических условий и глобальных климатических изменений на урожайность сельскохозяйственных культур посвящено большое число научных работ. Следовательно, разработку и применение новых адаптивных технологий, способных гибко подстраиваться под меняющиеся и нестабильные климатические условия, можно отнести к одной из задач современной аграрной науки [5-12].

Элементом таких технологий являются новые способы и приёмы обработки почвы, которые могли бы не только обеспечивать использование традиционных для почвенной обработки способов, таких как уничтожение сорных растений и рыхление почвы, но и регулировать водно-воздушный режим почвы, таким образом, чтобы он соответствовал требованиям растений в различных агроклиматических условиях. Одной из относительно новых разработок в области обработки почвы является комплексный почвообрабатывающий агрегат АПК «Лидер-1,8 Н», который производит плоскорезную обработку почвы одновременно с рядом других операций. Вопрос эффективности использования данного агрегата для оптимизации и совершенствования существующей технологии обработки почвы в Среднем Предуралье на протяжении нескольких лет изучает кафедра общего земледелия и защиты растений Пермского ГАТУ.

Цель – усовершенствовать технологию выращивания яровых зерновых культур для получения урожайности зерна не менее 3,5-4,0 т/га. Задачи исследований: 1. Установить влияние различных приёмов предпосевной обработки почвы на формирование урожайности яровых зерновых культур в Среднем Предуралье. 2. Установить роль

агроклиматических факторов в формировании урожая яровых зерновых культур в годы проведения исследований.

Методика. В 2016-2018 гг. был заложён полевой двухфакторный опыт. Повторность – четырёхкратная. Общая площадь делянки – 192 м², учётная – 172,8 м². Предшественник – клевер луговой второго года пользования. Почва опытного участка дерново-подзолистая со среднесуглинистым гранулометрическим составом, содержанием гумуса 2,6 %; подвижного фосфора – 153 мг/кг и калия – 147 мг/кг, рН_{KCl} 4,8. Агротехника в опыте соответствует рекомендованной для Среднего Предуралья, с изменениями по схеме опыта: дискование пласта клевера БДМ-2,4 на глубину 10-12 см и вспашка почвы осенью ПЛН-4-35 на глубину 20-22 см через две недели после дискования. Весной, при достижении физической спелости почвы, применяли ранневесеннее боронование БЗТС-1,0 на глубину 3-4 см. Непосредственно перед предпосевной обработкой почвы проведено внесение минеральных удобрений в дозе 30 кг азота, 60 кг – фосфора и калия. Доза азота была снижена в соответствии с использованием клевера красного как предшествующей культуры. Предпосевные обработки почвы проводили в один след, культивация выполнена в агрегате с боронованием орудиями КПК-4 и БЗТС-1,0, дискование – БДМ-2,4 и плоскорезная обработка агрегатом АПК-1,8 «Лидер», который состоит из культиваторного блока и блока многооперационных катков. Норма высева ячменя сорта Родник Прикамья – 5,5 млн семян на гектар, яровой пшеницы сорта Иргина и овса сорта Дэнс -6 млн. Предпосевная обработка почвы проводилась за день до посева в соответствии со схемой опыта на глубину 10-12 см. Схема двухфакторного

опыта: 1. Фактор А – предпосевная обработка: А₁ – культивация (контроль), А₂ – дискование, А₃ – плоскорезная обработка; 2. Фактор В – яровая зерновая культура: В₁ – пшеница, В₂ – ячмень, В₃ – овёс.

Результаты. Одной из особенностей условий проведения опыта можно назвать то, что агроклиматические условия его про-

ведения различались в каждый из годов, кроме того, 2016 и 2017 гг. были аномальные, в сравнении со среднемноголетними данными, по тем или иным показателям. Влияние агроклиматических условий будет проанализировано при рассмотрении показателей урожайности культур наравне с предпосевной обработкой почвы.

Таблица 1

Средняя температура воздуха в вегетационный период, С°

Месяцы, фаза вегетации					
Май	Июнь		Июль		Август
Посев-всходы	Всходы-кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку-колошение	Колошение (вымётывание) - созревание	Созревание
Среднемноголетние данные					
13,3	15,5	17,6	18,8	19,0	15,8
2016 год					
17,4	14,9	17,3	19,3	21,0	21,7
+4,1	-0,6	-0,3	+0,5	+2,0	+5,9
2017 год					
9,8	13,1	15,5	16,4	18,7	17,5
-3,5	-2,4	-2,1	-2,4	-0,3	+1,7
2018 год					
11,5	10,0	18,1	20,1	18,9	15,7
-1,8	-5,5	+0,5	+1,3	-0,1	-0,1

Данные таблицы 1 демонстрируют, что температурный режим вегетационного периода заметно отличался в каждый год проведения исследований. 2016 год характеризуется как тёплый либо жаркий на протяжении всего вегетационного периода: средняя температуры воздуха превосходит среднемноголетние данные на протяжении большей части вегетационного периода растений, незначительно уступая им лишь в фазы всходов-кущения и кущения-выхода в трубку. При этом температура в фазы цветения и созревания существенно превосходит среднемноголетние данные. Такой температурный режим способствовал созданию более оптимальных условий вегетации для более теплолюбивых культур и для уско-

ренного цветения и созревания всех культур опыта. Условия вегетационного периода 2017 года наоборот характеризовались пониженными температурами, кроме фаз цветения и созревания. Следствием таких условий стал растянутый вегетационный период при одновременном формировании более выгодных условий произрастания для более холодостойких культур. Колебания температур 2018 года занимают промежуточное положение: они уступали среднемноголетним данным в начальные фазы роста и развития растений, что привело к их замедленному начальному развитию и впоследствии – поздней уборке, затем незначительно превышали, и вновь уступали в фазы колошения-цветения и созревания.

Таблица 2

Сумма осадков за вегетационный период, мм

Месяцы, фаза вегетации					
Май	Июнь		Июль		Август
Посев- всходы	Всходы- кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в труб- ку-колошение	Колошение (вымётыва- ние) - созревание	Созревание
Среднегодовалые данные					
59	81		70		76
2016 год					
0,5	35,3	55,1	6,8	10,0	39,4
2017 год					
16,1	68,1	68,2	117	80,8	63,6
2018 год					
32,4	40,1	50,8	18,5	25,8	78,6

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что и водный режим значительно отличался в годы исследований. 2016 год характеризовался засушливыми условиями на протяжении большей части вегетационного периода. Почти все осадки в мае пришлось на вторую половину месяца, соответствующую фазе посева – всходов; количество осадков значительно уступало среднегодовым данным, что привело к растянутому периоду от посева зерновых культур до появления первых всходов и низкой дружности всходов. Сумма осадков в июне превысила среднегодовые данные, но большая их часть пришлась на отдельные дни начала и конца месяца, что привело к быстрому оттоку воды в нижние горизонты почвы. Сумма осадков в июле и августе снова значительно уступала среднегодовым данным. Таким образом, в 2016 году влага выступила во многом стрессовым и лимитирующим фактором, что в сочетании с повышенными температурами создало неблагоприятные условия для произрастания овса. Особенно негативным был недостаток влаги в критический период водопотребления.

Условия 2017 года характеризовались избыточным увлажнением на протяжении всего вегетационного периода, исключая август и фазы от колошения (вымывания) до созревания, в которые фактор влаги уже не играл решающей роли для растений. Это, в противоположность 2016 году, сформировало лучшие условия для овса как влаголюбивой культуры, но привело к ухудшению воздушного режима почвы и фитосанитарного состояния посевов. В 2018 году избыточное увлажнение в июне было скомпенсировано недостаточным – в июле, сумма осадков августа близка к среднегодовым данным. Это позволило культурным растениям получить достаточное количество влаги без переувлажнения почвы.

Взаимовлияние предпосевных обработок почвы и погодных условий проявляется в агрофизических свойствах почвы, одним из важнейших составляющих которых является запас продуктивной влаги, так как он характеризует обеспеченность растений почвенной влагой. Как видно из таблицы 3, предпосевные обработки почвы оказывают влияние на этот параметр не только в ранние фазы развития культурных растений, но на протяжении всего вегетационного периода.

Таблица 3

Влияние приёмов предпосевной обработки почвы на запас в ней продуктивной влаги, мм

Предпосевная обработка	Всходы-кущение			Выход в трубку - колошение			Созревание		
	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см	0-10 см	10-20 см	20-30 см
2016 год									
Культивация	5,0	8,4	8,5	5,4	5,9	7,3	2,5	2,6	5,6
Дискование	3,9	6,7	8,2	3,8	7,9	8,9	2,4	5,0	1,4
Плоскорезная обработка	3,8	9,1	11,9	2,5	6,5	6,7	2,7	1,3	1,3
2017 год									
Культивация	26,4	16,7	17,2	30,8	15,0	13,9	19,6	10,0	8,2
Дискование	18,9	15,4	17,3	20,6	14,6	14,6	20,0	18,2	17,5
Плоскорезная обработка	19,8	19,8	18,9	23,5	22,0	17,3	22,3	22,5	16,2
2018 год									
Культивация	18,4	12,4	12,3	16,9	8,1	7,3	13,0	6,7	5,1
Дискование	13,4	10,3	12,6	9,5	6,7	7,0	12,3	12,6	10,6
Плоскорезная обработка	15,1	15,8	14,2	10,3	8,3	5,5	17,2	18,3	12,6

В 2016 году при всех предпосевных обработках почвы отмечается большой запас продуктивной влаги в нижних слоях пахотного слоя на протяжении всего периода вегетации. В фазе всходов-кущения большее значение показателя было получено при культивации в слое 0-10 см (5,0 мм), где и находились семена и развивающаяся корневая система яровых зерновых. В фазе выхода в трубку-колошения культивация сохраняет большой запас продуктивной влаги в верхнем слое почвы, однако, в слое 10-20 см её превосходит дискование (7,9 мм), плоскорезная же обработка показала меньшие значения показателя на всех глубинах, кроме слоя 10-20 см. В фазе созревания отмечалось значительное снижение запаса продуктивной влаги и иссушение почвы при всех предпосевных обработках, связанное с погодными условиями и полным развитием корневой системы культурных растений. Большой запас продуктивной влаги в этой фазе в слое 0-10 см был получен при плоскорезной обработке (2,7 мм), 10-20 см

– при дисковании (5,0 мм), 20-30 см – при культивации (5,6 мм). В 2017 году отмечалось значительное (от 59 до 840 %) повышение запаса продуктивной влаги. В фазе всходов-кущения на глубине почвы 0-10 см, соответствующей залеганию семян и развивающейся корневой системы, большой запас продуктивной влаги (26,4 мм) сформировала культивация. Однако, более глубокие слои почвы при этой обработке показывают снижение запаса продуктивной влаги на 9,7 мм в слое 10-20 см и на 9,2 мм – в слое 20-30 см. Следовательно, при культивации большее количество влаги аккумулируется именно в верхнем слое почвы. В условиях избыточного увлажнения это ухудшает воздушный режим почвы и подавляет деятельность полезных микроорганизмов, одновременно не создавая стимула для вертикального развития корневой системы, которая получает достаточное или даже избыточное количество влаги, развиваясь в этом слое. Схожие тенденции можно отметить и при дисковании, при прове-

дении которого нижележащие слои уступают верхнему в запасе продуктивной влаги. При этом запас продуктивной влаги при дисковании в слое 0-10 см уступает плоскорезной обработке почвы (18,9 мм против 19,8 мм соответственно). Важное отличие плоскорезной обработки почвы от двух других состоит в том, что слои 0-10 см и 10-20 см выровнены по запасу продуктивной влаги, что стимулирует вертикальное развитие корневой системы растений и усвоение ей питательных веществ, в то время как в слое 0-10 см могут активно работать почвенные микроорганизмы. Все тенденции, отмеченные в фазе всходов-кущения при предпосевных культивации и дисковании, сохраняются и в фазе выхода в трубку-колошения. При плоскорезной же обработке почвы запас продуктивной влаги в слоях 0-10 см и 10-20 см достаточно близок (23,5 и 22,0 мм), вместе с тем показатель на глубине 10-20 см превосходит культивацию и дискование на 7-7,4 мм. В фазе созревания происходит падение показателя во всех слоях почвы при культивации, при дисковании он остаётся почти неизменным в слое 0-10 см, но возрастает в нижележа-

щих слоях. При плоскорезной обработке значение показателя также показывает свидетельствует о слабой изменчивости по отношению к фазе выхода в трубку-колошения. В 2018 году в фазе всходов-кущения влияние погодных условий и предпосевных обработок почвы повторяет отмеченное в предыдущий год исследований. Это же верно и для фазы выхода в трубку-колошения, за тем исключением, что при плоскорезной обработке почвы нижележащие слои в большей мере уступают верхнему. В фазе созревания при культивации отмечалось падение запаса продуктивной влаги во всех слоях почвы, дискование и плоскорезная обработка почвы же, напротив, позволили почве накопить больше влаги. При этом большой запас продуктивной влаги был получен именно при плоскорезной обработке почвы (от 12,6 мм до 18,3 мм), а значения слоёв 0-10 см и 10-20 см при этой обработке были близки. Влияние показателя запаса продуктивной влаги на продуктивность посевов можно отследить при рассмотрении урожайности яровых зерновых культур, приведённой в таблице 4.

Таблица 4

Влияние приёма предпосевной обработки почвы и агроклиматических условий на урожайность зерна, 2016-2018 гг., т/га

Регулятор роста	Пшеница			Ячмень			Овёс		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Культивация	3,21	3,62	3,93	2,55	2,20	3,02	2,65	3,36	3,60
Дискование	2,47	2,72	3,12	2,21	2,60	3,43	2,25	2,96	3,26
Плоскорезная обработка	2,91	2,50	2,83	2,37	3,00	3,79	2,55	4,24	4,44
НСР ₀₅	Частн. по А = 0,23; по В = 0,45								

Исследуемые культуры проявили неоднородную реакцию на предпосевную обработку почвы. Так, для пшеницы более эффективной обработкой была традиционная для Среднего Предуралья культивация в агрегате с бороно-

ванием во все годы исследований. В 2016 году второй по эффективности обработкой была плоскорезная с помощью АПК «Лидер-1,8Н», уступившая культивации 9,7 %, дискование же уступило культивации 23,1 %. Но в после-

дующие два исследования уже дискование было второй по эффективности обработкой почвы, уступив культивации 24,9 % в 2017 году и 20,6 % – в 2018 году. Плоскорезная же обработка была менее эффективна по сравнению с культивацией на 30,9 % в 2017 году и 28 % в 2018 году. Эти данные свидетельствуют о том, что культура проявляла неоднородную по годам реакцию на предпосевные обработки, что можно связать с различными агрометеорологическими условиями годов исследований. Если рассматривать разницу урожайности пшеницы по годам в пределах одной обработки почвы, то урожайность 2016 года при культивации была ниже наиболее урожайного 2018 года на 18,3 %; урожайность 2017 года – на 7,9 %. Таким образом, колебания урожайности по годам исследований, связанные с различными климатическими условиями их проведения, могут приближаться к разнице между исследуемыми факторами опыта.

Тенденция влияния предпосевной обработки почвы на урожайность ячменя и овса отличается от выявленной на пшенице. Так, для обеих культур в первый год проведения исследований более эффективной была культивация, однако, в последующие более эффективной становится уже плоскорезная обработка почвы. Она повысила урожайность ячменя на 36,4 % в 2017 году и на 25,1 % в 2018 году, овса – на 26,2 % и 23,3 % соответственно. При этом для ячменя второй по эффективности обработкой почвы в 2017 и 2018 годы становится дискование, урожайность культуры при котором превысила культивацию на 18,2 % и 13,6 %. Для овса же в эти годы исследований второй по эффективности обработкой почвы стала культивация. Это повторно демонстрирует, что разные предпосевные обработки почвы могут неоднородно влиять на исследуемые культуры в зависимости от климатиче-

ских условий проведения опыта. Если же рассматривать разницу в урожайности по годам наиболее эффективной для ячменя и овса по плоскорезной обработке относительно более урожайного 2018 года, то для ячменя она составляет 37,5 % в 2016 году и 20,1 % в 2017 году; для овса – 42,6 % и 4,5 % соответственно. Такая существенная разница в урожайности овса 2016 года относительно 2018 года, превышающая разницу между рассматриваемыми вариантами опыта свидетельствует о том, что для данной культуры в этот год исследований лимитирующим фактором, во многом определившим уровень её урожайности, было выпадение осадков и как следствие – доступность влаги.

Выводы. Предпосевная обработка почвы играет заметную роль в формировании урожайности яровых зерновых культур, разница в урожайности между эффективной предпосевной обработкой почвы и менее эффективными приёмами может достигать 30 и более процентов. Большую урожайность пшеницы сформировала культивация в агрегате с боронованием, максимальная урожайность при данной обработке была достигнута в 2018 году и составила 3,93 т/га. Для ячменя и овса более эффективной была плоскорезная обработка почвы, максимальная для опыта урожайность 3,79 т/га и 4,44 т/га соответственно.

Важную роль в формировании урожайности играют климатические факторы, такие как среднесуточная температура воздуха и сумма атмосферных осадков, особенно важной была обеспеченность яровых зерновых растений влагой в критический период её водопотребления. Климатические условия также могут оказывать влияние на эффективность проводимых обработок почвы, что в опыте выразилось в неоднородной реакции культур на них в зависимости от агроклиматических условий проведения опыта.

Литература

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://permstat.gks.ru> (дата обращения 17.08.2020).
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения 17.08.2020).
3. Векленко Е. В., Солошенко В. М., Степкина И. И. Факторы экономической эффективности и устойчивости производства зерновых культур // Вестник Курской государственной государственной академии. 2016. № 1. С. 37-40.
4. Гулянов Ю. А. Перспективы интенсификации зернового производства в степной зоне Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2. С. 19-24.
5. Kang Yinhong, Khan Shahbaz, Ma Xiaoyi. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security // Progress in Natural Science. 2009. № 19. Pp. 1665-1674.
6. Lobell David B., Gourdji Sharon M. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity // Plant Physiology. 2012. Vol. 160. Pp. 1686-1697.
7. Niknamian Soroush. The climate impacts of water resources and crop yield // Budapest International Research in Exact Sciences. 2019. № 1. Pp. 64-75.
8. Бесалиев И. Н., Сандакова Г. Н., Абдрашитов Р. Р. Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы от погодных условий межфазных периодов вегетации в условиях Оренбургского Приуралья // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. 2019. № 5. С. 60-63.
9. Маслова Г. Я., Абдряев М. Р., Шарапов И. И., Шарапова Ю. А. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 9. С. 57-60.
10. Полномочнов А. В. Влияние погодных условий на урожайность яровой пшеницы в Предбайкалье // Вестник ИРГСХА. 2011. № 43. С. 28-36.
11. Сушков В. П. Влияние удобрений и погодных условий на урожайность основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 2004. 21 с.
12. Черкасов Г. Н., Сокорев Н. С., Воронин А. Н., Трапезников С. В. Влияние погодных условий на плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений в Центральном Черноземье // Доклады Российской Академии Сельскохозяйственных наук. 2010. № 5. С. 25-27.

**INFLUENCE OF PRE-SOWING TILLAGE METHOD
ON SPRING CEREAL GRAINS PRODUCTIVITY
IN CHANGING AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE MIDDLE PREDURALIE****A. G. Cherkashin**

FSBI Sverdlovsk Reference Center of Rosselkhoznaedor

St. Mostovaya, 15b, Yekaterinburg, Russia, 620016

E-mail: dirton@rambler.ru;**L. V. Falaleeva**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor;**M. A. Nechunaev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor; **Yu. N. Zubarev**, Dr. Agr. Sci., Professor

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia

E-mail: zemledel@pgsha.ru**ABSTRACT**

The article contains results of the research on spring cereals (wheat, barley, and oat) yields depending on the method of pre-sowing tillage and climatic conditions during the vegetation period. Data on the spring cereals yields gathered through the field two factors experiment, which was performed in 2016-2018 years on sod-podzolic medium loamy soil on the experimental and

training field of the PERM SATU. The scheme of the research was the following: Factor A – the method of pre-sowing tillage: A1 – cultivation (control), A2 – disk plowing, A3 – flat tillage; Factor B – spring cereal grain: B1 – wheat, B2 – barley, B3 – oat. An important condition for obtaining a stable yield of spring grain crops is the use of pre-sowing tillage, as well as weather conditions during the growing season of agricultural crops. As the result of the performed research wheat formed the highest grain yield after pre-sowing tillage in 2018 year, it was 3.93 tons per hectare. The flat tillage which was made with complex tillage-tool “Leader-1,8A” was more effective for barley and oat with yields of 3.79 and 4.44 tons per hectare, respectively. Also, 2018 was the most favorable for the spring cereal grains as it had optimum rainfall rate during the critical period of water absorption and temperatures during the vegetation period.

Key words: spring cereal grains, grain yield, climatic conditions, pre-sowing tillage.

References

1. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu krayu (Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Perm Krai), [Elektronnyi resurs], Rezhim dostupa: <http://permstat.gks.ru> (data obrashcheniya 17.08.2020).
2. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Federal State Statistics Service), [Elektronnyi resurs], Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru> (data obrashcheniya 17.08.2020).
3. Veklenko E. V., Soloshenko V. M., Stepkina I. I. Faktory ekonomicheskoi effektivnosti i ustoichivosti proizvodstva zernovykh kul'tur (Factors of economic efficiency and sustainability of cereal production), Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi gosudarstvennoi akademii, 2016, No. 1, pp. 37-40.
4. Gulyanov Yu. A. Perspektivy intensivatsii zernovogo proizvodstva v stepnoi zone Orenburgskogo Predural'ya (Prospects for intensification of grain production in the steppe zone of the Orenburg Preduralie), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2020, No. 2, pp. 19-24.
5. Kang Yinhong, Khan Shahbaz, Ma Xiaoyi. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security, Progress in Natural Science, 2009, No. 19, pp. 1665-1674.
6. Lobell David B., Gourdji Sharon M. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity, Plant Physiology, 2012, Vol. 160, pp. 1686-1697.
7. Niknamian Sorush. The climate impacts of water resources and crop yield, Budapest International Research in Exact Sciences, 2019, No. 1, pp. 64-75.
8. Besaliev I. N., Sandakova G. N., Abdrashitov R. R. Zavisimost' urozhainosti yarovoi myagkoi pshenitsy ot pogodnykh uslovii mezhfaznykh periodov vegetatsii v usloviyakh Orenburgskogo Priural'ya (Dependence of spring soft wheat yield on weather conditions of interfacial vegetation periods in the conditions of the Orenburg Priuralie), Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta, 2019, No. 5, pp. 60-63.
9. Maslova G. Ya., Abdryaev M. R., Sharapov I. I., Sharapova Yu. A. Vliyanie pogodnykh uslovii na urozhainost' i kachestvo zerna sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh lesostepi Samarskoi oblasti (The influence of weather conditions on the yield and quality of grain of winter wheat varieties in the forest-steppe conditions of the Samarskaya Oblast), Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk, 2019, No. 9, pp. 57-60.
10. Polnomochnov A. V. Vliyanie pogodnykh uslovii na urozhainost' yarovoi pshenitsy v Predbaikal'e (Impact of weather conditions on spring wheat yields in Predbaikalie), Vestnik IRGSKhA, 2011, No. 43, pp. 28-36.
11. Sushkov V. P. Vliyanie udobrenii i pogodnykh uslovii na urozhainost' osnovnykh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Belgorodskoi oblasti (Influence of fertilizers and weather conditions on the yield of main crops in the Belgorodskaya Oblast), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Kursk, 2004, 21 p.
12. Cherkasov G. N., Sokorev N. S., Boronin A. N., Trapeznikov C. B. Vliyanie pogodnykh uslovii na plodorodie pochv, urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i effektivnost' udobrenii v Tsentral'nom Chernozem'e (Impact of weather conditions on soil fertility, crop yields and fertilizer efficiency in the Central Black Earth Region), Doklady Rossiiskoi Akademii Sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2010, No. 5, pp. 25-27.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10034

УДК 619:616:636.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИДАТОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ У БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПЕРЕД ЗАБОРОМ СПЕРМЫ

М. Ф. Бинияз, аспирант;

Д. Ф. Ибишов, д-р ветеринар. наук, профессор;

А. П. Осипов, канд. мед. наук, доцент;

С. Л. Расторгуева, старший преподаватель,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: vnb@pgsha.ru

Аннотация. Частой причиной снижения качества получаемой от быков-производителей спермы является нарушение функции придаточных половых желёз. Поэтому своевременное обнаружение их патологии необходимо для повышения рентабельности быков-производителей. Целью работы явилось изучение информативности пальпаторных трансректальных исследований состояния придаточных половых желёз у быков-производителей и оценка необходимости их дополнения ультразвуковым методом. Исследование выполнено на 10 быках-производителях голштинской породы в «ООО «Пермское» по племенной работе». Пальпаторные трансректальные исследования не обнаружили патологии желёз у пяти быков, у одного быка желёзы были увеличены умеренно, а у двух – значительно. Ещё у двух быков пропальпировать желёзы не удалось. Это послужило основанием для оценки состояния придаточных желёз трансректальным ультразвуковым методом. Он обеспечил измерение желёз у всех быков. Причем пальпаторные и ультразвуковые трансректальные исследования обнаружили значительное увеличение желёз у одних и тех же двух быков, а полученный от них же на следующие сутки эякулят был забракован из-за наличия в нём сгустков. Поэтому результаты измерений у этих животных не учитывались. Отсутствие заболеваний у остальных восьми быков, позволяет предполагать, что наибольшую диагностическую ценность при выявлении патологии половых придаточных желёз имеет их длина, а часто наблюдающееся умеренное увеличение ши-

рины следует рассматривать как вариант нормы для быков-производителей. Корреляция между массой тела быков и размерами придаточных желез не обнаружена. Следовательно, их умеренная гиперплазия обусловлена генетической предрасположенностью быков-производителей к выработке больших объёмов спермы и (или) вызванной частыми эякуляциями физиологической гипертрофией желез. Проведенные исследования позволяют рекомендовать использование трансректальных ультразвуковых исследований в тех случаях, когда более простой и дешёвый пальпаторный метод не дает результата.

Ключевые слова: спермограмма, придаточные половые железы, быки-производители, голштинская порода, трансректальное исследование.

Введение. Экономически обоснованное разведение высокопродуктивных пород крупного рогатого скота невозможно без искусственного осеменения коров качественной спермой. Её источником служат быки-производители. Их высокий генетический потенциал способен обеспечить специализированные племенные хозяйства значительными объёмами высококачественной спермы только при полноценных рационах, а также соблюдении санитарно-гигиенических условий содержания и эксплуатации.

На долю образовавшихся в семенниках половых клеток приходится менее 10% объёма эякулята, а остальная его часть представлена бесклеточным секретом, который назван семенной жидкостью. Она подготавливает половые пути быка и коровы к прохождению эякулята, а также разводит и активирует спермии [1, 2] при семяизвержении. Источником семенной жидкости являются придаточные половые железы. Наиболее частыми причинами нарушения их секреторной функции и снижения качества эякулята являются несоблюдения технологии его взятия у быков-производителей [3-5].

Поэтому своевременное обнаружение патологических изменений придаточных половых желез необходимо для повышения рентабельности быков-производителей [6].

Целью представленной работы явилось изучение информативности пальпаторных трансректальных исследований состояния придаточных половых желез у быков-производителей и оценка необходимости их дополнения ультразвуковыми методами.

Методика. Исследования выполнены в «ООО «Пермское» по племенной работе» на 10 быках-производителях голштинской черно-пестрой породы. Живая масса быков составила от 619 до 1126 кг. На станции искусственного осеменения соблюдался строгий распорядок дня, в котором предусмотрен и «тихий» час. Быки содержались в сухих, светлых, хорошо проветриваемых, чистых помещениях в индивидуальных просторных стойлах с ежедневно заменяемой подстилкой. В целях снижения травматизма, перемещение быков в стойле ограничивали двухкольцевой привязью с ремненным ошейником. Каждый день животных выводили на свежий воздух для активного моциона. Мыли быков раз в неделю, копыта осматривали не реже 2 раз в год. Шерсть и половые органы чистили ежедневно.

Три раза в сутки быки получали корма высшего класса, обогащенные витаминами (А, Е, D), аминокислотами, а также макро- и микроэлементами. Рацион для каждой особи составлялся с учетом её упитанности, возраста и нагрузки.

Состояние придаточных половых желез быков-производителей оценивалось при регулярных (3-4 раза в год) андрологических обследованиях. Используемый при этом трансректальный пальпаторный метод не требует сложного оборудования (необходим только относительно простой фиксационный станок) и может использоваться практически в любых условиях [7].

При трансректальном исследовании специалист пальпирует вентральную поверхность стенки прямой кишки и оценивает консистенцию и размеры преимущественно предстательной и пузырьковидных желез. В некоторых случаях пропальпировать железы не удается даже у здоровых быков. Основными причинами этого служат спровоцированные введением в прямую кишку руки тонические сокращения гладкой мускулатуры стенки кишки и придаточных желез. Уменьшению продолжительности этих реакций обычно способствует массаж стенки прямой кишки. Если же он не даёт достаточно быстрого эффекта, то продолжение трансректального исследования становится невозможным из-за увеличения двигательной активности быка, вызванного его длительным нахождением в фиксационном станке. Кроме того, любое трансректальное исследование вызывает половое возбуждение быка, что сопровождается выделением из его уретры секретов, что может изменить состав и свойства получаемой в тот же день спермы [8]. Поэтому в течение суток после трансректального исследования, эякулят не собирали.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью пакета программ Microsoft Windows (Версия 6.1).

Результаты. Выполненные в феврале 2019 года пальпаторные трансректальные

исследования обеспечили оценку состояния придаточных половых желез (табл. 1) только у восьми быков. Отсутствие изменений в придаточных половых железах были зарегистрированы пальпаторным методом у пяти быков, у одного быка (Мартин) было отмечено умеренное увеличение желез, а у двух быков (Меренга и Франко), железы оказались увеличены значительно. Ещё у двух быков (Стивен и Старбрю) пропальпировать железы не удалось из-за увеличения двигательной активности быка в фиксационном станке до снижения тонуса стенки прямой кишки и прекращения сокращения пузырьковидных желез.

Необходимость оценки состояния придаточных половых желез у всех быков послужила основанием для использования с аналогичными целями и трансректального ультразвукового исследования (УЗИ). Данный инструментальный неинвазивный метод требует наличия относительно дорогого оборудования, и не всегда может быть использован. Перечисленные недостатки трансректального УЗИ в значительной степени компенсируют высокая точность и большая, по сравнению с пальпаторным методом, объективность измерения различных структур в организме [9, 10]. Кроме того, применяемые при УЗИ трансректальные зонды имеют диаметр 1-2 см и значительно реже вводимой при пальпаторном исследовании руки исследователя вызывают сократительные реакции прямой кишки и прилегающих к ней структур. Это создаёт наиболее оптимальные условия для точного измерения длины и ширины придаточных половых желез [11, 12], а также значительно сокращает продолжительность УЗИ и, следовательно, менее утомительно для быка.

Таблица 1

Результаты проведенных в 2019 году пальпаторных и ультразвуковых трансректальных исследований придаточных половых желез быков-производителей

Клички быков	Результаты пальпаторного исследования	Полученные при УЗИ размеры придаточных половых желез (в см)	
		Длина	Ширина
Морган	Норма	12,5	5
Стивен	Не пальпируется	13,5	5
Франко	Значительное увеличение	17	6,5
Саргон	Норма	13	5
Меренга	Значительное увеличение	16	6
Бостон	Норма	13	4,5
Дунай	Норма	13	5
Мартин	Умеренное увеличение	14,5	5
Старбрю	Не пальпируется	13	4,5
Данко	Норма	13	4,5
Верхние границы нормы (в см):		14	4,5
M±σ		13,9±1,5	5,1±0,7

Выполненные в феврале 2019 года трансректальные УЗИ обеспечили измерение придаточных желез у всех десяти быков. При этом ширина придаточных желез оказалась равна верхней границе нормы у трёх быков (Бостон, Старбрю и Данко), превышала её на 0,5 см в пяти случаях (быки Морган, Стивен, Саргон, Дунай и Мартин), у быка Меренга превышение ширины желез составило 1,5 см, а у быка Франко – 2,0 см. Длина желез соответствовала норме у семи быков (Моргана, Стивена, Саргона, Дуная, Бостона, Старбрю и Данко) и превысила её верхнюю границу в трёх случаях (быки Мартин, Меренга и Франко, соответственно, на 0,5, 2 и 3 см).

Таким образом, пальпаторными и ультразвуковыми трансректальными исследованиями у одних и тех же двух быков (Меренга и Франко) было обнаружено значительное увеличение придаточных половых желез, а у одного быка (Мартин), железы были увеличены умеренно. За месяц до описываемых трансректальных исследова-

ний объем полученного у быка Мартина эякулята и концентрация в нём сперматозоидов были понижены, но через три недели качество эякулята стало соответствовать норме. В то же время, полученный от быков Франко и Меренга на следующие сутки после трансректальных исследований эякулят забраковали из-за наличия сгустков, которые свидетельствуют о высокой вероятности развития у данных быков воспаления половых придаточных желез. Поэтому результаты измерений, проведенных у быков Франко и Меренга при последующем анализе результатов, не учитывались.

Отсутствие объективных признаков заболеваний у остальных быков в исследованной группе позволяет предполагать, что наибольшую диагностическую ценность при выявлении патологии половых придаточных желез имеет измерение их длины, а часто наблюдающееся увеличение их ширины следует рассматривать как вариант нормы для быков-производителей с характерной для них значительной массой тела.

Для проверки правомочности предположения о наличии прямой зависимости размеров придаточных половых желез от живой массы тела быков были выполнены повторные трансректальные УЗИ на тех же быках через один год. Средняя живая масса тела быков-производителей за это время (табл. 2)

достоверно увеличилась на 32,4% (с 769±96 до 1018±92 кг), а средние размеры придаточных половых желез выросли незначительно: длина – на 4,5 (с 13,2±0,6 до 13,8±0,4 см), ширина – на 4,2% (с 4,8±0,3 до 5,0±0,3 см).

Таблица 2

Размеры придаточных половых желез у быков-производителей с разной массой тела

Клички быков	2019 год			2020 год		
	живая масса тела (в кг)	УЗИ (в см)		живая масса тела (в кг)	УЗИ (в см)	
		длина	ширина		длина	ширина
Морган	780	12,5	5	1081	13,5	5
Стивен	619	13,5	5	894	14	5
Саргон	853	13	5	1069	14	5
Бостон	860	13	4,5	1110	13	5
Дунай	688	13	5	900	13,5	5
Мартин	777	14,5	5	1013	14	5,5
Старбрю	688	13	4,5	956	14	4,5
Данко	887	13	4,5	1126	14	5
M±σ	769±96	13,2±0,6	4,8±0,3	1018±92	13,8±0,4	5,0±0,3

Для наглядной проверки возможной корреляции между живой массой тела быков-производителей и размерами их придаточных половых желез, представленные в таблице 2 данные отражены на рисунке 1.

На нём видно, что рост живой массы тела быков не сопровождается однонаправленными изменениями, как длины, так и ширины придаточных половых желез.

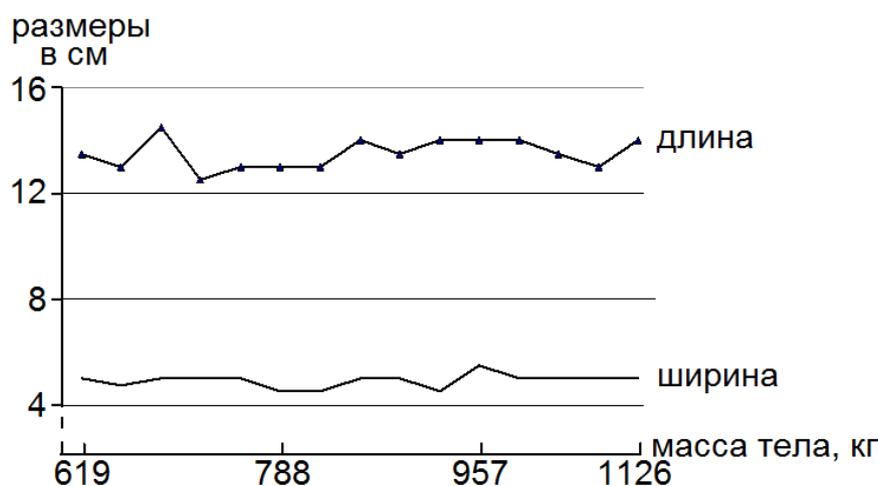


Рис. 1. Проверка гипотезы о наличии корреляции между массой тела быков-производителей и размерами их придаточных половых желез

Отсутствие выраженной взаимосвязи представленных на рисунке параметров позволяет считать, что умеренная гиперплазия придаточных половых желез у быков-производителей может быть обусловлена их генетической предрасположенностью к выработке значительных объёмов эякулята и (или) вызванной частыми эякуляциями физиологической гипертрофией желез.

Выводы.

1. Наиболее доступными неинвазивными методами оценки состояния придаточных половых желез у быков и самцов других крупных животных являются трансректальные физикальные (пальпаторные) и инструментальные ультразвуковые исследования.

2. Основными достоинствами пальпаторного трансректального исследования являются простота, возможность использования практически в любых условиях, дешевизна и удовлетворительная информативность при диагностике заболеваний. В то же время пальпация, в определенной степени, субъективна, не даёт точной количественной характеристики изучаемых структур и не всегда может обеспечить исследование придаточных половых желез.

3. Трансректальные УЗИ обеспечивают возможность неинвазивного измерения

придаточных половых желез у всех быков и, как правило, подтверждают сделанные на основании пальпаторных исследований выводы. Это делает обоснованным использование трансректальных УЗИ в тех случаях, когда более дешевый и доступный пальпаторный метод не дает результата, или при необходимости анализа состояния желез в динамике.

4. Регистрируемая при трансректальных УЗИ ширина придаточных половых желез у здоровых быков-производителей, как правило, равна верхней границе нормы или на 0,5 см превышает её. Поэтому умеренное расширение придаточных желез у быков-производителей следует рассматривать как вариант нормы, а наибольшую диагностическую ценность при выявлении патологии половых придаточных желез имеет измерение их длины.

5. Корреляция между размерами придаточных половых желез и живой массой тела быков отсутствует. Следовательно, увеличение ширины придаточных половых желез у здоровых быков-производителей обусловлено их генетической предрасположенностью к выработке значительных объёмов эякулята и (или) вызванной частыми обильными эякуляциями физиологической гипертрофией желез.

Литература

1. Lunstr D. D., Ford J. J., Echternkamp S. E. Puberty in beef bulls: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds // J Anim. Sci. 1978. Vol. 46. Pp. 1054-1062.
2. Smith B. A., Brinks J. S., Richardson G. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth // J Anim. Sci. 1989. Vol. 67 Pp. 2881-2885.
3. Абилов А. И., Ескин Г. В., Комбарова Н. А. Концентрация эстрадиола в крови быков и его влияние на спермопродукцию и результативность осеменения // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 830-836.
4. Мироненко С. И., Косилов В. И., Жукова О. А. Особенности воспроизводительной функции тёлков и первотёлков на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 2. № 62. С. 48-56.

5. Мирошников С. А. Отечественное мясное скотоводство: проблемы и решения // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64 (3). С. 7-13.
6. Половой аппарат самок и самцов сельскохозяйственных животных и птиц: методические указания / Сост. Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, И. А. Долин // Биотехника размножения сельскохозяйственных животных. Ч. 1. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2008. 36 с.
7. Костомахин Н. М. Разведение с основами частной зоотехнии. СПб.: «Лань», 2006. 448 с.
8. Fetal gender determination by first-trimester ultrasound in dairy cows under routine herd management in Northwest Spain / L. A. Quintela, J. J. Becerra, C. C. Pe'rez-Marín [at all.] // Anim. Reprod Sci. 2011. Vol. 125. Pp. 13-19.
9. Семиволос А. М. Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных: краткий курс лекций для аспирантов очной формы обучения направления подготовки 36.06.01 «Ветеринария и зоотехния», квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. 93 с.
10. Des Coteaux L., Colloton J., Gayraud V., Picard-Hagen N. Bovine pregnancy. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography // Blackwell Publishing, Iowa, 2010. Pp. 81-100.
11. Хачкурузов С. Г. УЗИ в гинекологии. Симптоматика. Диагностические трудности и ошибки. СПб.: Изд-во «Алина», 1998-99. 656 с.
12. Mattoon J. S. & Nyland T. G. Prostate and testes. Small Animal Diagnostic Ultra sound. USA, PA, Philadelphia, W.B. Saunders. 2002. Pp. 250-266.

COMPARATIVE EVALUATION OF INFORMATIVE VALUE OF VARIOUS METHODS STUDYING THE STATE OF ADNEXAL GLANDS IN BREEDING BULLS BEFORE SPERM COLLECTION

M. F. Biniaz, Postgraduate Student

D. F. Ibishov, Dr. Vet. Sci., Professor

A. P. Osipov, Cand. Med. Sci., Associate Professor

S. L. Rastorguyeva, Senior Lecturer

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

E-mail: vnb@pgsha.ru

ABSTRACT

A common reason for the decline in the quality of sperm obtained from bulls is a violation of the function of the adnexal sex glands. Therefore, timely detection of their pathology is necessary to increase the profitability of breeding bulls. The aim of the work was to study the informative value of palpatory transrectal studies of the state of the adnexal sex glands in breeding bulls and to assess the need for their addition by ultrasound. The study was performed on 10 Holstein black-mottled breed bulls-producers at the breeding company "Permskoe on breeding work" Llc. Palpatory transrectal studies found no glandular abnormalities in five bulls, one bull had moderately enlarged glands, and two bulls had significantly enlarged glands. Two other bulls failed to have their glands palpated. This was the basis for assessing the condition of the adnexal glands by transrectal ultrasound. It provided the measurement of glands in all bulls.

Moreover, palpatory and ultrasound transrectal studies found a significant increase in glands in the same two bulls, and the ejaculate received from them on the next day was rejected due to the presence of clots in it. Therefore, the measurement results of these two bulls were not taken into account. The absence of diseases in the other eight bulls suggests that the greatest diagnostic value in detecting pathology of the sexual adnexal glands is their length, and the often observed moderate increase in width should be considered as a variant of the norm for breeding bulls. No correlation was found between the body weight of bulls and the size of the adnexal glands. Consequently, their moderate hyperplasia is due to the genetic predisposition of breeding bulls to produce large volumes of sperm and (or) physiological hypertrophy of the glands caused by frequent ejaculations. The conducted research allows us to recommend the use of transrectal ultrasound in cases where a simpler and cheaper palpatory method does not give results.

Key words: spermogramma, additional sexual glands, sires, Holstein species, a rectal study.

References

1. Lunstr D. D., Ford J. J., Echtenkamp S. E. Puberty in beef bulls: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds, *J Anim. Sci.*, 1978, Vol. 46, pp. 1054-1062.
2. Smith B. A., Brinks J. S., Richardson G. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth, *J Anim. Sci.*, 1989, Vol. 67, pp. 2881-2885.
3. Abilov A. I., Eskin G. V., Kombarova N. A. Kонтсentratsiya estradiola v krovi bykov i ego vliyaniye na spermoproduktsiyu i rezul'tativnost' osemneniya (Estradiol concentration in bull blood and its effect on spermoproduction and insemination performance), *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, T. 51, No. 6, pp. 830-836.
4. Mironenko S. I., Kosilov V. I., Zhukova O. A. Osobennosti vosproizvodstvennoi funktsii telok i pervotelok na Yuzhnom Urals (Features of the reproductive function of chicks and primaries in the Southern Urals), *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2009, T. 2, No. 62, pp. 48-56.
5. Miroshnikov S. A. Otechestvennoye myasnoye skotovodstvo: problemy i resheniya (Domestic meat cattle breeding: problems and solutions), *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2011, Vyp. 64 (3), pp. 7-13.
6. Polovoi apparat samok i samtsov sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh i ptits (Sexual apparatus of females and males farm animals and birds), *metodicheskie ukazaniya*, Sost. G. F. Medvedev, N. I. Gavrichenko, I. A. Dolin, *Biotehnika razmnozheniya sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh*, Ch. 1, Gorki, Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2008, 36 p.
7. Kostomakhin N. M. Razvedenie s osnovami chastnoi zootekhonii (Breeding with the basics of private animal husbandry), SPb., «Lan'», 2006, 448 p.
8. Fetal gender determination by first-trimester ultrasound in dairy cows under routine herd management in Northwest Spain, L. A. Quintela, J. J. Becerra, C. C. Pe' rez-Mari'n [at all.], *Anim. Reprod Sci.*, 2011, Vol. 125, pp. 13-19.
9. Semivolos A. M. Veterinarnoye akusherstvo i biotehnika reproduktsii zhyvotnykh (Veterinary obstetrics and animal reproduction biotechnics), *kratkii kurs lektsii dlya aspirantov ochnoi formy obucheniya napravleniya podgotovki 36.06.01 «Veterinariya i zootekhniya», kvalifikatsii «Issledo-vatel'. Prepodavatel'-issledovatel'», Saratov, FGBOU VPO «Saratovskii GAU», 2014, 93 p.*
10. Des Coteaux L., Colloton J., Gayraud V., Picard-Hagen N. Bovine pregnancy. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography, Blackwell Publishing, Iowa, 2010, pp. 81-100.
11. Khachkuruzov S. G. UZI v ginekologii. Simptomatika. Diagnosticheskie trudnosti i oshibki (Ultrasound in gynecology. Symptomatology. Diagnostic difficulties and errors), SPb., Izd-vo «Alina», 1998-99, 656 p.
12. Mattoon J. S. & Nyland T. G. Prostate and testes. *Small Animal Diagnostic Ultra sound*, USA, PA, Philadelphia, W.B. Saunders, 2002, pp. 250-266.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10045

УДК 636.2.082

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТЕРЬЕРА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В МИКРОПОПУЛЯЦИИ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА

М. Ю. Лапина;

М. В. Абрамова, канд. с.-х. наук,

Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,

ул. Ленина, 1, п. Михайловский, Ярославская обл., Ярославский р-н, Россия, 150517

E-mail: abramovam2016@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению динамики оценки экстерьера голштинского скота в племенном репродукторе стада АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области. Классификационную оценку экстерьера коров проводили с присвоением комплексного класса и фиксированием недостатков по типу телосложения. В 2014 году было оценено 253 головы, а в 2019 году – 146 голов коров I и III лактации. За анализируемый период у коров-первотелок увеличились высотные промеры на 2,1 см, показатели растянутости – на 10,1 см, также увеличился объем туловища на 4,1 см. Полновозрастные животные характеризуются высоким ростом, глубоким, растянутым телосложением. Высота в холке и в крестце составила 136,9 см (+4,6 см) и 141,5 см (+3,3 см). Косая длина туловища, глубина груди и ширина в тазовых сочленениях достигли 170,2 см, 80,7 см и 28,6 см соответственно (+ 19,7 см, +4,6 см и + 6,3 см). Животные, оцененные в 2019 году, характеризуются гармоничным телосложением с хорошо выраженными молочными признаками. Общий балл коров по стаду в 2019 году увеличился на 2,4 балла и составил 88 баллов. Благодаря селекционным мероприятиям в стаде значительно сократилось количество недостатков экстерьера, наиболее распространенными являются крышеобразный крестец и слабые бабки, которые составляют 62,33 % и 21,23 % соответственно. Эти недостатки позволяют сделать вывод о недостаточной крепости конституции, что в дальнейшем скажется на сроке хозяйственного использования коров в стаде. В 2019 г. произошло увеличение молочной продуктивности коров по I лактации на 919 кг, по III – на 2636 кг, по стаду надой увеличился на 1789 кг молока. При использовании в процессе селекции целенаправленного отбора и подбора по экстерьеру и типу телосложения, сформировалась микропопуляция, обладающая крепкой конституцией, устойчивая к воздействию условий среды, способная реализовывать заложенный генетический потенциал.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, экстерьер, молочная продуктивность, корреляция.

Введение. Оптимизация технологических процессов и создание устойчивой кормовой базы в молочном скотоводстве позволяет повысить производство продукции. Селекционная работа, направленная на получение высокоценного скота, наряду с показателями продуктивности, учитывает и оценку, и отбор животных по экстерьеру и конституции [1]. Поскольку только здоровые животные с крепким, развитым костяком способны проявлять максимальную продуктивность, тем самым повышать рентабельность отрасли [2-4].

Отбор и разведение животных с крепким и гармоничным телосложением без существенных пороков и недостатков экстерьера позволяет увеличить продуктивность стад и повысить сроки хозяйственного использования. Основными причинами выбытия коров являются гинекологические болезни, заболевания вымени и конечностей [4, 5].

Для оценки экстерьера широко используются три основных способа: глазомерный, линейный и взятие промеров. Оценке подвергнуты наиболее важные стати тела животного, что позволяет установить связь продуктивности с экстерьером и конституцией животного. Результаты комплексной оценки дают возможность определить дальнейшее производственно-хозяйственное назначение скота [4].

С помощью оценки животных по типу телосложения селекционный процесс выходит на новый уровень, который позволяет быстро улучшить стадо за счет подбора лучшего генофонда пород животных, который предотвратит распространение пороков и недостатков экстерьера в стаде [6-8].

Экстерьерная оценка коров, несмотря на свою субъективность, имеет большое значение в молочном скотоводстве, по-

скольку осмотр внешнего вида животных дает представление о длительном использовании коров в технологических условиях [9].

Целью исследования являлось изучение изменения особенностей экстерьера и молочной продуктивности коров голштинской породы за один генерационный интервал в стаде АО «Племзавод Ярославка».

В задачи исследования входило:

-изучение особенностей экстерьера путем взятия промеров и проведение комплексной оценки;

- учет недостатков экстерьера;

- оценка динамики молочной продуктивности коров за один генерационный интервал и ее связь с показателями экстерьера.

Методика. Оценка экстерьера и молочной продуктивности проводилась в племенном репродукторе по разведению голштинской породы крупного рогатого скота АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области. Методом сплошного обследования были оценены коровы дойного стада в 2014 г. – 253 головы (в т.ч. 75 гол. первотелок) и в 2019 г. – 146 голов (в т.ч. 50 первотелок). При обработке результатов были сформированы две группы животных: первая – коровы, оценённые в 2014 г., вторая – коровы, оцененные в 2019 г.

При исследовании были взяты данные по основным промерам коров по первой и половозрастной лактации, учет недостатков и комплексная оценка проведена согласно Правилам оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород [10]. В выборку не вошли больные животные и с явными пороками экстерьера.

При выполнении работы использовался информационный массив ИАС «Селекс.

Молочный скот». Обработка результатов проводилась с помощью средств «Microsoft Excel» по общепринятым методикам [11].

Результаты. Знание экстерьерных особенностей в селекции является основой для оценки конституции и здоровья животного. Взятие промеров является классическим методом оценки экстерьера, позволяющее определять конституциональный тип, соответствующий направлению продуктивности, и вести целенаправленный отбор и подбор животных для устранения отдельных недостатков экстерьера [12].

В таблице 1 приведена динамика основных промеров экстерьера коров

голландской породы по первой и полно-возрастной лактации.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что с возрастом у коров все основные промеры закономерно возрастают. Полно-возрастные коровы превосходят первотелок по большинству линейных промеров. Коровы голландской породы стада АО «Племзавод Ярославка» имеют пропорциональное телосложение, характерное для скота молочного направления продуктивности.

При сравнении промеров коров-первотелок между собой за пятилетний промежуток времени (с 2014 г. по 2019 гг.), можно прийти к заключению, что большая часть промеров изменилась незначительно.

Таблица 1

Динамика промеров коров голландской породы

Промеры	I лактация				III лактация и старше			
	2014 г.		2019 г.		2014 г.		2019 г.	
	M±m, см	Cv, %	M±m, см	Cv, %	M±m, см	Cv, %	M±m, см	Cv, %
Высота в холке	136,1±1,3	2,6	138,2±0,5	2,8	136,9±0,8	2,4	141,5±0,6***	3,0
Высота в крестце	143,1±1,5	2,8	144,9±0,6*	2,9	141,8±1,1	3,0	145,1±0,6	2,9
Обхват груди за лопатками	190,1±0,4	1,4	191,8±0,9*	3,3	205,0±1,4	2,6	209,2±1,5	5,3
Косая длина туловища	146,6±1,8	3,4	156,7±0,9**	4,0	150,5±1,8	4,8	170,2±1,2***	5,2
Глубина груди	75,0±1,2	4,3	72,5±0,5*	1,2	76,1±0,5	2,8	80,7±0,6***	3,8
Глубина туловища	78,7±1,2	3,9	81,8±0,4	3,2	82,9±1,1	5,3	87,3±0,4**	3,2
Ширина в маклоках	50,2±1,0	4,9	54,3±2,8	10,3	55,8±0,8	5,4	56,2±0,8	8,0
Ширина в тазобедренных сочленениях	23,7±0,8	10,0	27,8±0,7***	19,0	22,3±0,4	7,4	28,6±1,1***	20,5
Длина крестца	50,6±0,6	3,0	49,6±0,5	3,4	52,7±0,6	4,5	53,2±0,5	6,6
Обхват пясти	18,3±0,2	5,8	19,2±0,1	5,3	19,7±0,2	4,8	19,2±0,1	3,6

Примечание: здесь и далее *** - $P \geq 0,999$; ** - $P \geq 0,99$; * - $P \geq 0,95$.

Следует отметить, что животные стали выше на 2,1 см, а туловище стало более растянутым (на 10,1 см), уменьшилась свислозадость на 2,7 см. За анализируемый период идет увеличение объема туловища и, в частности, обхвата груди за лопатками, глубины груди и глубины туловища. Увеличились также промеры таза: ширина в

маклоках и длина таза на 5,6 см и 2,1 см соответственно.

В группе полновозрастных коров также наблюдается тенденция увеличения абсолютных величин промеров в 2019 г., за исключением обхвата пясти. Животных характеризует высокий рост, глубокое растянутое туловище. Так, высота в холке и

крестце увеличилась на 4,6 см и 3,3 см, ко-
сая длина туловища, глубина груди, шири-
на в тазовых сочленениях увеличились на
19,7 см, 4,6 см и на 6,3 см соответственно.
В результате селекционно-племенных ме-
роприятий идет улучшение отдельных ста-
тей экстерьера.

Фенотипическая изменчивость показате-
лей основных экстерьерных признаков
находится на низком уровне (1,2...10,0 %).
Исключение составляет показатель ширины
таза, который колеблется в пределах

19,0...20,5 % у полновозрастных коров в
разные временные отрезки. Это, по-
видимому, связано с отсутствием давления
отбора на данный признак.

Применение комплексной оценки экстерьера
позволяет распределять животных
внутри стада, при этом сравнивая их с эта-
лонным животным данной породы [13]. Ре-
зультаты комплексной оценки стада коров
голландской породы по 100-балльной шка-
ле представлены на рисунке 1.

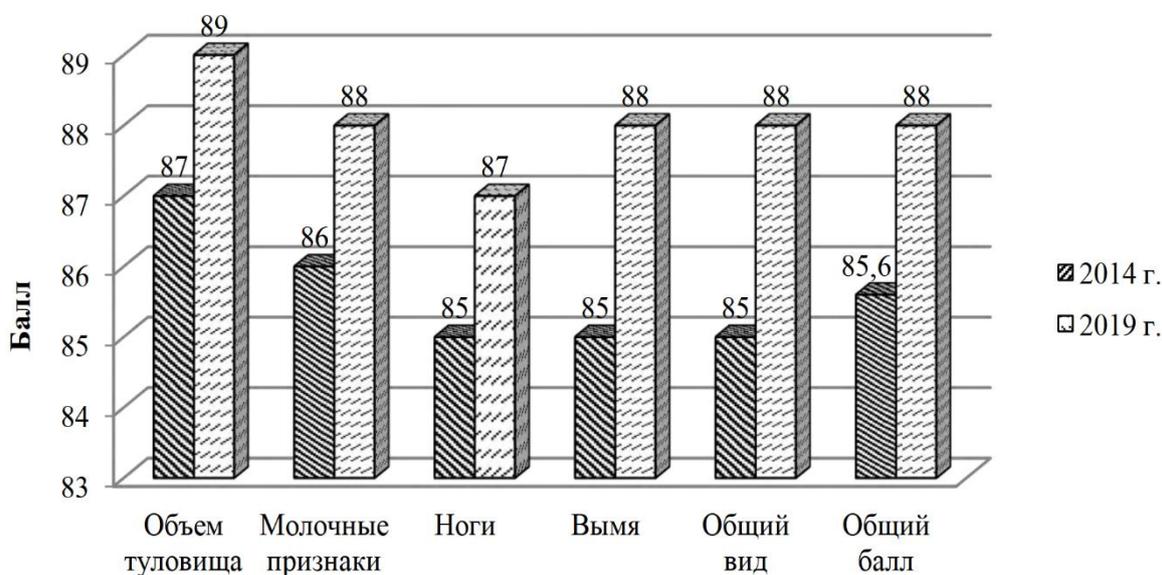


Рис. 1. Комплексная оценка экстерьера коров, балл

Из рисунка 1 видно, что животные,
оцененные в 2019 г., превосходили коров,
оцененных в 2014 г., по всем учитываемым
параметрам. Оценка общего вида и вымени
увеличилась и составила 88 баллов
(+3,0 балла). Оценка таких признаков, как
объем туловища, молочные формы и ноги
увеличилась на 2,0 балла. Общий балл по
стаду вырос до 88 баллов (+2,4 балла). Ком-
плексная оценка статей экстерьера коров
говорит о крепком телосложении с хорошо
выраженными молочными признаками.

Особое внимание в производственных
условиях уделяется конституции и экстерье-
ру животных. Правильность оценки жи-

вотных по этим показателям имеет важное
значение, так как большая часть экстерьер-
ных признаков связана со сроком хозяй-
ственного использования коров, поэтому в
стаде проводится селекционная работа,
направленная на устранение пороков и не-
достатков экстерьера [14].

За анализируемый период с 2014 по
2019 гг. в стаде АО «Племзавод Ярославка»
элиминированы животные с такими недо-
статками, как грубый костяк, непропорцио-
нальное телосложение, крыловидная лопат-
ка, провислая поясница, мясистое вымя,
слабо развитые передние доли вымени и
вымя малого объема (табл. 2).

Таблица 2

Основные недостатки экстерьера коров стада АО «Племзавод Ярославка», %

Недостатки	2014 г.	2019 г.
Раздвоенная широкая холка	0,40	0,68
Высокая острая холка	1,58	3,42
Спина провислая	1,19	1,37
Спина горбатая	15,80	15,07
Крышеобразный крестец	40,32	62,33
Приподнятый корень хвоста	15,81	13,01
Слабые бабки	22,92	21,23
Ноги сближены в скакательных суставах	0,40	2,05
Широкая межкопытная щель	1,19	0,68
Вымя сильно разделено на четверти	6,72	3,42
Наклонное дно вымени	7,11	4,79
Асимметрия долей вымени	7,51	19,18
Соски сближены сзади	11,86	19,86
Передние соски расположены не вертикально	1,58	4,79
Задние соски расположены наклонно	3,95	7,53
Соски неудовлетворительной формы	0,40	0,68
Дополнительны соски	5,53	5,48

Из данных таблицы 2 видно, что среди недостатков экстерьера преобладают крышеобразный крестец, слабые бабки, асимметрия долей вымени, сближенные соски сзади и горбатая спина. При этом за один генерационный интервал снизилось количество животных со следующими недостатками: широкая межкопытная щель с 1,19 до 0,68 % (-57,1 %), сильное разделение вымени на четверти с 6,72 до 3,42 % (-50,9 %), наклонное дно вымени с 7,11 до 4,79% (-67,4 %). С одновременным сокращением и уменьшением некоторых недостатков произошло увеличение числа животных с крышеобразным крестцом до 62,33 %, слабыми бабками до 21,23 % и асимметрией долей вымени до 19,18 % соответственно.

В последние годы благодаря геномной оценке быков-производителей происходит интенсификация селекционного процесса. Вследствие чего рост молочной продуктивности в стадах идет высокими темпами. Со-

гласно поставленным задачам нами изучена динамика молочной продуктивности в стаде за один генерационный интервал (табл. 3).

Из данных таблицы 3 видно, что молочная продуктивность коров в 2019 г. значительно выросла. Так, надой по первой лактации увеличился на 919 кг, содержание жира и белка в молоке – на 0,32 % и 0,11 % соответственно. У животных третьей лактации надой молока в 2019 г. по сравнению с 2014 г. вырос на 2636 кг. Но с одновременным увеличением надоя произошло снижение жира и белка в молоке на -0,11 % и -0,07 %. По стаду также наблюдается тенденция увеличения молочной продуктивности в 2019 г. Можно отметить положительное влияние селекционных мероприятий на увеличение молочной продуктивности коров. Для ускорения селекционного прогресса в стаде необходимо улучшать селекционируемые признаки.

Таблица 3

Продуктивные качества коров

Показатель	Молочная продуктивность за 305 дней лактации											
	2014 г.						2019 г.					
	Надой, кг		МДЖ, %		МДБ, %		Надой, кг		МДЖ, %		МДБ, %	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
I лактация	7516± 294,8	20,9	4,14± 0,05	5,9	3,27± 0,03	4,4	8435± 159,6***	13,7	4,46± 0,04***	6,9	3,38± 0,03**	5,7
III лактация	8377± 284,6	24,9	4,48± 0,06	8,6	3,37± 0,02	4,6	11013± 194,5	16,0	4,37± 0,06***	10,7	3,30± 0,02*	4,9
В среднем по стаду	7996± 163,1	21,4	4,31± 0,04	8,2	3,34± 0,02	4,5	9785± 133,4***	18,3	4,37± 0,03	9,6	3,34± 0,01	5,2

В современных популяциях крупного рогатого скота основным методом отбора является симультативная селекция по нескольким признакам. Важным мероприятием считается выявление зависимостей селекционируемых признаков в конкретном стаде.

Взаимосвязь молочной продуктивности коров-первотелок с промерами статей экстерьера определена коэффициентом фенотипической корреляции и представлена в таблице 4.

Таблица 4

Корреляционная зависимость между промерами экстерьера и молочной продуктивностью

Промеры, см	Надой, кг	МДЖ, %
Обхват пясти	0,18	0,20***
Высота в холке	0,13**	0,09
Глубина груди	0,81	-0,59
Глубина туловища	0,27	0,02***
Обхват груди	0,21	0,09***
Высота в крестце	0,15*	0,07***
Косая длина туловища	0,25	0,22
Длина крестца	0,33	0,03***
Ширина в маклоках	0,98	-0,98
Ширина таза	-0,23	-0,09***

Анализ таблицы 4 показал, что выявлена высокая положительная связь надоя с такими промерами экстерьера, как глубина груди ($r = 0,81$) и ширина в маклоках ($r = +0,98$). Умеренная положительная связь выявлена между надоем и длиной крестца ($r = +0,3$). Между надоем и остальными промерами установлена слабая корреляционная

связь, за исключением ширины таза, здесь наблюдается – слабая отрицательная связь ($r = - 0,23$; $r = - 0,9$). Достоверную положительную связь с надоем имели высота в холке и крестце.

Значительная отрицательная связь выявлена между содержанием жира в молоке и глубиной груди ($r = -0,59$), с остальными

промерами экстерьера установлена слабая корреляционная связь. Слабую достоверную положительную связь с надоем имели промеры: обхват пясти, глубина туловища, обхват груди и высота в крестце.

Полученные данные свидетельствуют о разноплановости корреляционных связей с основными промерами экстерьера, которые, в свою очередь, изменяются в процессе селекции. При направленном отборе коров по экстерьеру в стаде увеличилось количество животных с крепкой конституцией, хорошо адаптировавшихся к внешним факторам кормления и содержания, которые в большей степени реализовали заложенный генетический потенциал.

Выводы. В ходе исследований было установлено, что за пятилетний промежуток времени экстерьер коров голштинской породы несколько изменился: увеличились линейные и высотные промеры. По резуль-

татам комплексной оценки максимальный балл имели животные, оцененные в 2019 году – 88 баллов, что на 2,4 балла выше, чем у коров в 2014 году. Самыми распространёнными недостатками экстерьера остаются крышеобразный крестец и слабые бабки. Увеличение количества животных с крепкой конституцией позволило создать стадо молочных коров, хорошо приспособленных к условиям внешней среды. Молочная продуктивность в среднем по стаду увеличилась на 1789 кг или на 22,4 %. Использование в процессе селекции целенаправленного отбора и подбора по экстерьеру и типу телосложения позволило сформировать микропопуляцию, обладающую крепкой конституцией, устойчивой к воздействию условий среды, способную реализовывать заложенный генетический потенциал.

Литература

1. Возрастные изменения коров разной селекции в племенных заводах / Н. П. Сударев, С. В. Чаргеишвили, М. Е. Журавлева [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 4. С. 12-15.
2. Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В. Экстерьерные особенности и молочная продуктивность голштинизированных коров холмогорской породы разных генераций // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1. С. 125-131.
3. Абрамова М. В., Барышева М. С. Комплексная оценка экстерьера коров и ее связь с молочной продуктивностью // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.П. Филиппова. 2018. № 4. С. 167-164.
4. Экстерьерные особенности и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы разных генераций / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, Ю. В. Исупова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2018. Т. 233. № 1. С. 98-102.
5. Влияние типа телосложения на продуктивное долголетие коров / А. А. Вельматов, А. А. Х. Аль-Исави, А. П. Вельматов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 51-54. DOI: 10.28983/asj.y2020i4pp51-54.
6. Фураева Н. С., Воробьева С. С. Применение метода линейной и экстерьерной оценки в селекции крупного рогатого скота ярославской породы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2014. № 4. С. 98-102.
7. Леутина Д. В., Цысь В. И., Кольцов Д. Н., Прищеп Е. А. Экстерьерные особенности и продуктивные качества коров бурой швицкой породы отечественной селекции // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 6-2. С. 21-25. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.72.6.025>.
8. Pyashenko G. D. Linear classification of the first-calf cows by the exterior and its connection with dairy productivity // Animal Breeding and Genetics. 2018. Vol. 55. Pp. 70-75. DOI.10.31073/abg.55.09.

9. Phenotypic Estimation of Highly Productive and Healthy Dairy Cows / W. M. Ashraf, A. Z. A Rabia, A. A. Abdelatef [et all.] // *Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering*. 2019. Vol. 2 (3). Pp. 1-11.
10. Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород от 14.07.1996 г. // Сб. некоторых нормативных актов к Федеральному закону «О племенном животноводстве». Быково, 1998. Ч. II. С. 50-73.
11. Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: «Колос», 1970. 423 с.
12. Грачев В. С. Комплексная оценка экстерьера высокопродуктивных молочных коров линейным методом // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2011. № 23. С. 127-135.
13. The Level of Milk Production, Depending on the Exterior Traits of Dairy Cows / L. V. Alimzhanova, Y. N. Sheiko, S. K. Bostanova [et all.] // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2018. № 18 (1). Pp. 29-36. DOI: 10.3844 / ojbsci.2018.29.36.
14. Татуева О. В., Прищеп Е. А. Оценка экстерьера коров Сычевкой породы // *Национальная ассоциация ученых*. 2015. № 9-3. С. 157-160.

THE DYNAMICS OF THE LINEAR TRAITS AND MILK PRODUCTION IN MICROPOPULATION OF HOLSTEIN CATTLE

M. Yu. Lapina

M. V. Abramova, Cand. Agr. Sci.

Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Yaroslavl Scientific Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production

1, Lenin St., Mikhailovsky Village, Yaroslavl District, Yaroslavskaya Oblast, Russia, 150517

E-mail: abramovam2016@yandex.ru

ABSTRACT

The article presents the results of the study of linear traits of Holstein cattle in the herd of JSC «Plemzavod Yaroslavka» in the Yaroslavskaya Oblast. The total classification score of cows was carried out with the assignment of a complex class and fixing defects by body type. In 2014, 253 heads were estimated, and in 2019 – 146 heads of dairy cows of different ages. During the analyzed period, the first-calf cows increased height at the withers by 2.1 cm, and body length by 10.1 cm, and their body circumference increased by 4.1 cm. The cows of third lactation and older are characterized by high growth, deep, stretched body. The height at the withers and rump was 136.9 cm (+4.6 cm) and 141.5 cm (+3.3 cm). The oblique length of the torso, chest depth and width in the pelvic joints reached 170.2 cm, 80.7 cm and 28.6 cm, respectively (+19.7 cm, +4.6 cm and + 6.3 cm). According to the integrated assessment indicators, cows evaluated in 2019 had a noticeable superiority. The animals are characterized by a harmonious complexion with well-defined milk characteristics. The total score of cows in the herd in 2019 increased by 2.4 points to 88 points. The number of exterior defects in the herd has been significantly reduced, but among the total number, the most common are the roof-like rump and weak headstock, which make up 62.33% and 21.23%, respectively. In 2019, there was an increase in

milk productivity of cows for the first lactation by 919 kg, for the third by 2636 kg, for the herd the milk yield increased by 1789 kg of milk. When using targeted selection and selection by body type in the selection process, a micropopulation was formed that has a strong constitution, is resistant to environmental conditions, and is able to realize the genetic potential.

Key words: dairy cattle, linear traits, dairy productivity, correlation.

References

1. Vozrastnye izmeneniya korov raznoi selektsii v plemennykh zavodakh (Age-related changes in body conformation of cows derived from different selection schemes in breeding farms), N. P. Sudarev, S. V. Chargeishvili, M. E. Zhuravleva [i dr.], *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2019, No. 4, pp. 12-15.
2. Martynova E. N., Isupova Yu. V. Ekster'ernye osobennosti i molochnaya produktivnost' golshtinizirovannykh korov kholmogorskoj porody raznykh generatsii (Exterior features and milk production of holsteinized cows of Kholmogorsky breed within different generations), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2018, No. 1, pp. 125-131.
3. Abramova M. V., Barysheva M. S. Kompleksnaya otsenka ekster'era korov i ee svyaz' s molochnoi produktivnost'yu (Comprehensive assessment of cows exterior and its relation to dairy productivity), *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova*, 2018, No. 4, pp. 167-164.
4. Ekster'ernye osobennosti i molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroi porody raznykh generatsii generacij (Exterior features and dairy efficiency of cows of black-motley breed of different generations), A. I. Lyubimov, E. N. Martynova, Yu. V. Isupova [i dr.], *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman*, 2018, T. 233, No. 1, pp. 98-102.
5. Vliyaniye tipa teloslozheniya na produktivnoe dolgoletie korov (Influence of body type on the productive longevity of cows), A. A. Vel'matov, A. A. Kh. Al'-Isavi, A. P. Vel'matov [i dr.], *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2020, No. 4, pp. 51-54, DOI: 10.28983/asj.y2020i4pp51-54.
6. Furaeva N. S., Vorob'eva S. S. Primeneniye metoda lineinoi i ekster'ernoii otsenki v selektsii krupnogo rogatogo skota yaroslavskoi porody (Application of linear and exterior estimation method in Yaroslavl cattle breeding), *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya*, 2014, No. 4, pp. 98-102.
7. Leutina D. V. Tsys' V. I., Kol'tsov D. N., Prishchep E. A. Ekster'ernye osobennosti i produktivnye kachestva korov buroi shvitskoi porody otechestvennoi selektsii (Exterior features and productive quality of cows of Brown Swiss breed of domestic selection), *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2018, No. 6-2, pp. 21-25, DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.72.6.025>.
8. Ilyashenko G. D. Linear classification of the first-calf cows by the exterior and its connection with dairy productivity, *Animal Breeding and Genetics*, 2018, Vol. 55, pp. 70-75, DOI:10.31073/abg.55.09.
9. Phenotypic Estimation of Highly Productive and Healthy Dairy Cows, W. M. Ashraf, A. Z. A Rabia, A. A. Abdelatef [et al.], *Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering*, 2019, Vol. 2 (3), pp. 1-11.
10. Pravila otsenki teloslozheniya docherei bykov-proizvoditelei molochno-myasnykh porod ot 14.07.1996 g. (Rules for evaluating the physique of daughters of bulls-producers of dairy and meat breeds), *Sb. nekotorykh normativnykh aktov k Federal'nomu zakonu «O plemennom zhitovnovodstve»*, Bykovo, 1998, Ch. II, pp. 50-73.
11. Merkur'eva E. K. Biometriya v selektsii i genetike sel'skokhozyaistvennykh zhitovnykh (Biometrics in breeding and genetics of farm animals), M., «Kolos», 1970, 423 p.
12. Grachev V. S. Kompleksnaya otsenka ekster'era vysokoproduktivnykh molochnykh korov lineinym metodom (Complex evaluation of dairy cattle exterior by using the linear method), *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, No. 23, pp. 127-135.
13. The Level of Milk Production, Depending on the Exterior Traits of Dairy Cows, L. V. Alimzhanova, Y. N. Sheiko, S. K. Bostanova [et al.], *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2018, No. 18 (1), pp. 29-36, DOI: 10.3844 / ojb-sci.2018.29.36.
14. Tatueva O. V., Prishchep E. A. Otsenka ekster'era korov Sychevskoi porody, *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh*, 2015, No. 9-3, pp. 157-160.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10037

УДК 636.2.034:575.17

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛЕЛОФОНДА ХОЛМОГОРСКОГО СКОТА ПЕЧОРСКОГО ТИПА ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

С. В. Николаев, канд. ветеринар. наук,
Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
ул. Ручейная, 27, Сыктывкар, Россия, 167023;
ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,
Октябрьский пр-т, 131, Киров, Россия, 610017
E-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Аннотация. Печорский зональный тип (ПХ-1) был получен путем скрещивания Печорского отродья северного комолого скота с холмогорской породой. На сегодняшний день холмогорский скот находится на грани исчезновения, что связано с повсеместным поглощением отечественных пород голштинской. ОАО Агрокомбинат «Инта Приполярная» Республики Коми – одно из немногих хозяйств, сохранивших в чистоте холмогорский скот Печорского типа. В работе проведена статистическая обработка и генетическая оценка аллелофонда холмогорского стада Печорского типа (n=66) по 11 микросателлитным локусам: TGLA227, TGLA126, SPS115, TGLA53, TGLA122, INRA23, ETH225, BM2113, BM1818, BM1824, ETH10. Аллелофонд оценивали путем определения частоты и числа аллелей (фактических и эффективных) на локус, степени наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e) гетерозиготности, индекса фиксации (Fis). По результатам исследований установили, что полиморфизм наблюдается по всем локусам. Наиболее полиморфным оказался локус TGLA53 – 10 аллелей, а наименее полиморфным BM1824 – 4 аллели. Из всех локусов с наибольшей частотой встречался аллель 248 локуса SPS115 (0,606). Среднее количество аллелей по 11 локусам составило 6,2, число эффективных аллелей – 3,4, фактическая гетерозиготность – 0,683. Средний показатель ожидаемой гетерозиготности (H_e) составил 0,678. Избыточная гетерозиготность наблюдалась по 6 локусам: BM1818, SPS115, BM2113, INRA23, TGLA122, а наибольшая гомозиготность наблюдалась по локусу TGLA126 ($H_o=0,576$, Fis = 0,139). В среднем значения фактической и ожидаемой гетерозиготности были незначительно сдвинуты в сторону избытка гетерозигот (Fis = -0,004). Таким образом, результаты отражают характеристику аллелофонда микросателлит «эталонной» холмогорской породы, а полученные данные можно использовать для мониторинга генетических изменений в исчезающей популяции.

Ключевые слова: холмогорская порода, генофондное стадо, микросателлиты, аллелофонд, гетерозиготность, индекс фиксации.

Введение. С давних времен на северо-европейской территории России разводили холмогорский скот. Данная порода хорошо приспособлена к суровым природно-климатическим условиям Севера и скудному кормлению [1, 2]. Начатая в 80-е годы работа по «улучшению» холмогорского скота голштинским, привела к тотальному сокращению числа чистопородных животных, и на сегодняшний день остались лишь «вкрапления» породы в генофондных, личных подсобных и фермерских хозяйствах, оттесненных к северу, где нет условий для содержания голштинизированных животных [3-5]. По мнению ряда авторов, некогда одна из лучших отечественных пород давно потеряла конкурентоспособность, что подтверждается ежегодными данными бонитировки, однако при этом никто не берет во внимание, что данные животные содержатся в таких условиях, в каких голштино-фризский скот не может существовать [6, 7].

Дальнейшее скрещивание холмогорского скота голштинским, рано или поздно приведет к исчезновению породы, и ее генофонд будет потерян, а вместе с ним и ряд адаптационных и других хозяйственно-полезных качеств. Данный исход подтверждает полное отсутствие на племпредприятиях страны живых чистопородных быков холмогорской породы, сокращение запаса их спермы, отсутствие возможности получения конкурентоспособных производителей, катастрофическое падение численности чистопородного маточного поголовья [8-10].

Республика Коми – один из немногих субъектов России, в котором еще присутствует поголовье чистопородного и слабо метизированного холмогорского скота [11]. История формирования холмогорских стад

в регионе берет начало с 40-х годов прошлого столетия, когда холмогорскую породу использовали в качестве улучшающей для повышения продуктивности аборигенного северного комолого скота. В результате десятилетий селекционной работы был сформирован внутripородный Печорский тип холмогорского скота (ПХ-1) [12]. Пожалуй, единственным хозяйством, которому удалось в большей степени сохранить животных генеалогических линий ПХ-1, является ООО Агрокомплекс «Инта Приполярная».

Сокращение популяции влечет за собой соответствующие генетические изменения, и одним из методов оценки ее состояния является использование генетических полиморфных систем [13, 14]. По временной динамике аллелофонда, контролирующего полиморфизм, можно оценить происходящие в ней генетические процессы [15].

Цель исследований – провести анализ аллелофонда по микросателлитным локусам генофондного холмогорского стада Печорского типа.

Методика. Исследования проведены в 2017-2020 гг. на маточном стаде генофондного хозяйства ООО АК «Инта Приполярная». Всего для исследований было получено ДНК от 66 животных. ПЦР анализ осуществлен по 11 микросателлитным локусам: TGLA227, TGLA126, SPS115, TGLA53, TGLA122, INRA23, ETH225, BM2113, BM1818, BM1824, ETH10 специалистами лаборатории молекулярной генетики и биотехнологии животных ВИЖа. При оценке определяли среднее число аллелей на локус, их частоту, степень наблюдаемой (Ho) и ожидаемой (He) гетерозиготности, число эффективных аллелей, индекс фиксации (Fis). Статистический анализ проводили по общепринятым методикам.

Результаты. По результатам исследований установили, что полиморфизм тандемных повторов у Печорского типа холмогорского скота наблюдается по всем 11 локусам (табл. 1). Наиболее полиморфным оказался локус TGLA53, в котором присутствовало 10 вариантов аллелей. С наибольшей частотой в данном локусе встречалась аллель 168 (0,235), а с наименьшей – 170 (0,008). Меньше всего вариантов аллелей

обнаружено в локусе BM1824 – 4, с наибольшей частотой – микросателлиты 188 (0,409) и с наименьшей – 180 (0,091).

Из всех локусов самой частой аллелью являлась 248 локуса SPS115, ее частота составила 0,606, самые редкие аллели с частотой 0,008 встречались в локусах BM2113 (133), TGLA122 (153), ETH10 (215), TGLA53 (164 и 170).

Таблица 1

Частоты микросателлитов по 11 локусам у коров холмогорской породы Печорского типа

Локус TGLA122												
Аллель	139	143	151	153	161	171	173					
Частота	0,030	0,599	0,235	0,008	0,015	0,068	0,046					
Ошибка	0,015	0,043	0,037	0,008	0,011	0,022	0,018					
Локус TGLA227												
Аллель	81	87	89	91	93	95	97					
Частота	0,121	0,015	0,242	0,341	0,076	0,053	0,152					
Ошибка	0,028	0,011	0,037	0,041	0,023	0,020	0,031					
Локус TGLA53												
Аллель	154	156	160	162	164	166	168	170	176	184		
Частота	0,061	0,136	0,174	0,061	0,008	0,136	0,235	0,008	0,136	0,046		
Ошибка	0,021	0,030	0,033	0,021	0,008	0,030	0,037	0,008	0,030	0,018		
Локус TGLA126						Локус BM1818						
Аллель	115	117	119	121	123	258	262	264	266	268	270	
Частота	0,235	0,500	0,189	0,023	0,053	0,030	0,439	0,083	0,394	0,030	0,023	
Ошибка	0,037	0,044	0,034	0,013	0,020	0,015	0,043	0,024	0,043	0,015	0,013	
Локус BM2113							Локус BM1824					
Аллель	125	127	133	135	137	139	178	180	182	188		
Частота	0,099	0,068	0,008	0,046	0,568	0,212	0,182	0,091	0,318	0,409		
Ошибка	0,026	0,022	0,008	0,018	0,043	0,036	0,034	0,025	0,041	0,043		
Локус SPS115							Локус INRA23					
Аллель	248	250	252	254	256	260	200	206	208	210	212	214
Частота	0,606	0,023	0,227	0,015	0,083	0,046	0,053	0,341	0,068	0,205	0,205	0,129
Ошибка	0,043	0,013	0,037	0,011	0,024	0,018	0,020	0,041	0,022	0,035	0,035	0,029
Локус ETH10							Локус ETH225					
Аллель	213	215	217	219	221	223	140	144	146	148	150	
Частота	0,220	0,008	0,053	0,568	0,106	0,046	0,129	0,099	0,038	0,288	0,447	
Ошибка	0,036	0,008	0,020	0,043	0,027	0,018	0,029	0,026	0,017	0,039	0,043	

Среднее число аллелей по 11 локусам составило 6,2, количество аллелей с частотой более 1 % – 5,7, с суммой частот 0,996 (табл. 2). Наибольший показатель эффек-

тивных аллелей и фактическая гетерозиготность (Ho) наблюдалась в локусах INRA23 (6,0 аллелей, Ho=0,833), TGLA53 (4,4 аллели, Ho=0,773), TGLA227 (4,1 аллели,

Но=0,758). Наиболее гомозиготными являлись локусы ETH10 (Но=0,576), TGLA126 (Но=0,576), ETH10 (Но=0,621). Среднее число эффективных аллелей составило 3,4, средняя фактическая гетерозиготность 0,683.

Ожидаемая гетерозиготность была наибольшей по локусу TGLA53 (He=0,849), TGLA227 (He=0,779), INRA23 (He=0,776), а наименьшая – по SPS115 (He=0,571), TGLA122 (He=0,779), ETH10 (He=0,613), средний показатель ожидаемой гетерозиготности составил 0,678.

Таблица 2

Характеристика 11 микросателлитных локусов Печорского типа холмогорского скота

Локус	Всего аллелей	Аллелей с частотой 1% и более	Сумма аллелей с частотой 1% и более	Число эффективных аллелей	<i>H_o</i>	<i>H_e</i>	Индекс фиксации (<i>F_{is}</i>)
TGLA227	7,0	7	1,000	4,1	0,758	0,779	0,028
BM2113	6,0	5	0,992	3,0	0,667	0,616	-0,076
TGLA53	10,0	8	0,985	4,4	0,773	0,849	0,099
ETH10	6,0	5	0,992	2,4	0,576	0,613	0,064
SPS115	6,0	6	1,000	2,9	0,652	0,571	-0,123
TGLA122	7,0	6	0,992	2,6	0,621	0,579	-0,068
INRA23	6,0	6	1,000	6,0	0,833	0,776	-0,069
TGLA126	5,0	5	1,000	2,4	0,576	0,656	0,139
BM1818	6,0	6	1,000	3,9	0,742	0,642	-0,135
ETH225	5,0	5	1,000	2,8	0,636	0,690	0,084
BM1824	4,0	4	1,000	3,1	0,682	0,690	0,012
Всего (M±m)	6,2± 0,5	5,7± 0,4	0,996± 0,002	3,4± 0,4	0,683± 0,026	0,678± 0,028	-0,004± 0,030

Анализ показателя F-статистики (*F_{is}*) выявил, что по локусам BM1818, SPS115, BM2113, INRA23, TGLA122 наблюдается смещение равновесия в сторону избытка гетерозигот (*F_{is}* = -0,135, -0,123, -0,076, -0,069 и -0,068 соответственно), а по локусам TGLA126, TGLA126, TGLA53, ETH225, ETH10, TGLA227, BM1824, наоборот, наблюдается недостаток гетерозигот (*F_{is}* = 0,139, 0,099, 0,084, 0,064, 0,028 и 0,012 соответственно). В среднем отклонение фактической гетерозиготности от ожидаемой было незначительным (*F_{is}* -0,004).

Выводы. В исследуемой популяции холмогорского скота Печорского типа наблюдается полиморфизм по всем 11 локусам микросателлитов. Наиболее полиморфным является локус TGLA53, наименее полиморфным – BM1824, среднее количество аллелей по всем локусам составляет 6,2. Самой частой аллелью по всем локусам можно считать 248 локуса SPS115. Среднее число эффективных аллелей составило 3,4 при средней фактической гетерозиготности 0,683. В исследуемой популяции выявлен незначительный избыток гетерозиготности (*F_{is}* = -0,004).

Литература

1. Матюков В. С. Ещё раз о генофонде и селекции холмогорского скота. Сыктывкар, 2007. 139 с.
2. Система селекционно-племенной работы с холмогорской породой крупного рогатого скота в Архангельской области на период 2014-2019 годы / В. П. Прожерин., В. Л. Ялуга, Т. А. Рухлова [и др.]. Архангельск: ОАО «Соломбальская типография», 2014. 122 с.

3. Методы современной селекции и сохранения генофонда молочного скота в Республике Коми: Рекомендации по оптимизации и сохранения генофонда холмогорского скота / В. С. Матюков, Я. А. Жариков, А. И. Рудометова [и др.]. Сыктывкар, 2012. 157 с.
4. Николаев С. В., Шемуранова Н. А. Продуктивность коров холмогорской породы с различной степенью голштинизации в условиях Республики Коми // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 19-23. DOI: 10.33943/MMS.2020.82.49.005
5. Племенная работа с холмогорской породой скота / И. М. Дунин, Р. К. Мещеров, Л. А. Калашникова [и др.] // Лесные Поляны, 2019. Т. 33. 72 с.
6. Матюков В. С., Жариков Я. А., Зиновьева Н. А. Генетическая история и ценность генофонда исчезающей холмогорской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 2. С. 2-8.
7. Селекционно-генетическое совершенствование крупного рогатого скота Республики Коми / В. С. Матюков, А. П. Захаров, В. Л. Михеев [и др.]. Сыктывкар, 2003. 190 с.
8. Прожерин В. П., Ялуга В. Л., Калашникова Л. А. Проблемы сохранения отечественных пород молочного скота // Зоотехния. 2016. № 9. С. 2-4.
9. Паронян И. А. Возможности сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота отечественной селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 63-66. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10516
10. Николаев С. В., Конопельцев И. Г., Матюков В. С. Воспроизводительные качества коров холмогорской породы в сравнении с другими породами скота молочного направления в Республике Коми // Современные научно-практические достижения в ветеринарии: Матер. науч.-практ. конф. Киров, 2019. Вып. 10. С. 52-56.
11. Николаев С. В., Конопельцев И. Г. Сравнительная оценка гематологических показателей и уровня эндогенной интоксикации голштинизированного и чистокровного холмогорского скота // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 3. С. 221-225.
12. Матюков В. С., Михеев В. Л. Печорский тип холмогорского скота в республике Коми // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 7. С. 22 -25.
13. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle // Ann. Anim. Sci. 2009. Vol. 9 (2). Pp. 119-125.
14. Majjala K., Lindstrom G. Frequencies of blood group genes and factors in the finnish cattle breeds with special regard to breed comparisons // Ann. Agric. Fenniae. 1996. Vol. 5. № 2. Pp. 76-81.
15. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci // Animal Genetics. 2009. Vol. 40. Pp. 630-636.

CHARACTERISTICS OF THE ALLELE Kholmogorsky CATTLE OF THE PECHORA TYPE BY MICROSATELLITE LOCI

S. V. Nikolaev, Cand. Vet. Sci.

Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of Komi NC Uro RAS,

27, Rucheynaya St., Syktyvkar, Russia, 167023;

Vyatka State Agricultural Academy,

131, Oktyabrskiy Prospekt St., Kirov, Russia, 610017

E-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

ABSTRACT

The Pechora zonal type (PKh-1) was obtained by crossing the Pechora offspring of Northern hornless cattle with the Kholmogorsky breed. Today, Kholmogorsky cattle are on the verge of extinction, which is due to the widespread absorption of domestic cattle by Holstein breed. "Agrokombinat Inta-Pripolarnaya" JSC of the Komi Republic is one of the few farms that have

kept pure Kholmogorsky cattle of the Pechora type. The paper presents statistical processing and genetic evaluation of allele Kholmogory herd Pechora type (n=66) for 11 microsatellite loci: TGLA227, TGLA126, SPS115, TGLA53, TGLA122, INRA23, ETH225, BM2113, BM1818, BM1824, ETH10. The allele was assessed by determining the frequency and number of alleles (actual and effective) for the locus, extent, observed (H_o) and expected (H_e) heterozygosity, and fixation index (F_{is}). According to the research results, polymorphism is observed at all loci. The most polymorphic locus was TGLA53 – 10 alleles, and the least polymorphic BM1824-4 alleles. Of all loci, the allele 248 of the SPS115 locus was found with the highest frequency (0.606). The average number of alleles for 11 loci was 6.2, the number of effective alleles was 3.4, and the actual heterozygosity was 0.683. the Average expected heterozygosity (H_e) was 0.678. Excessive heterozygosity was observed at 6 loci: BM1818, SPS115, BM2113, INRA23, TGLA122, and the highest homozygosity was observed at the tglA126 locus ($H_o=0.576$, $F_{is} = 0.139$). On average, the values of actual and expected heterozygosity were slightly shifted towards the excess of heterozygotes ($F_{is} = -0.004$). Thus, the results reflect the characteristics of the microsatellite allelofund of the "reference model" Kholmogorsky breed, and the data obtained can be used to monitor genetic changes in the disappearing population.

Key words: Kholmogorskaya breed, gene-pool herd, microsatellites, allele, heterozygosity, fixation index.

References

1. Matyukov V. S. Eshche raz o genofonde i selektsii kholmogorskogo skota (Once again about the gene pool and selection of Kholmogorsky cattle), Syktyvkar, 2007, 139 p.
2. Sistema selektsionno-plemennoi raboty s kholmogorskoi porodoi krupnogo rogatogo skota v Arkhangel'skoi oblasti na period 2014-2019 gody (System of selection and breeding work with the Kholmogorsky breed of cattle in the Arkhangel'sk oblast for the period 2014-2019), V. P. Prozherin., V. L. Yaluga, T. A. Rukhlova [i dr.], Arkhangel'sk, OAO «Solombal'skaya tipografiya», 2014, 122 p.
3. Metody sovremennoi selektsii i sokhraneniya genofonda molochnogo skota v Respublike Komi: Rekomendatsii po optimizatsii i sokhraneniya genofonda kholmogorskogo skota (Methods of modern selection and preservation of the gene pool of dairy cattle in the Komi Republic: Recommendations for optimizing and preserving the gene pool of Kholmogorsky cattle), V. S. Matyukov, Ya. A. Zharikov, A. I. Rudometova [i dr.], Syktyvkar, 2012, 157 p.
4. Nikolaev S. V., Shemuranova N. A. Produktivnost' korov kholmogorskoi porody s razlichnoi stepen'yu golshtinizatsii v usloviyakh Respubliki Komi (Productivity of cows of the Kholmogorskaya breed with various degrees of Holstein in the conditions of the Komi Republic), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2020, No. 2, pp. 19-23. DOI: 10.33943/MMS.2020.82.49.005
5. Plemennaya rabota s kholmogorskoi porodoi skota (Breeding work with the Kholmogorskaya breed of cattle), I. M. Dunin, R. K. Meshcheryov, L. A. Kalashnikova [i dr.], Lesnye Polyany, 2019, T. 33, 72 p.
6. Matyukov V. S., Zharikov Ya. A., Zinov'eva N. A. Geneticheskaya istoriya i tsennost' genofonda ischezayushchei kholmogorskoi porody (Genetic history and value of the gene pool of the disappearing Kholmogorskaya breed), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2018, No. 2, pp. 2-8.
7. Selektionno-geneticheskoe sovershenstvovanie krupnogo rogatogo skota Respubliki Komi (Selection and genetic improvement of cattle of the Komi Republic), V. S. Matyukov, A. P. Zakharov, V. L. Mikheev [i dr.], Syktyvkar, 2003, 190 p.
8. Prozherin V. P., Yaluga V. L., Kalashnikova L. A. Problemy sokhraneniya otechestvennykh porod molochnogo skota (Problems of preserving domestic breeds of dairy cattle), Zootekhnika, 2016, No. 9, pp. 2-4.

9. Paronyan I. A. Vozmozhnosti sokhraneniya i sovershenstvovaniya genofonda porod krupnogo rogatogo skota otechestvennoi seleksii (Possibilities of conservation and improvement of the gene pool of cattle breeds of domestic selection), Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2018, No. 5, pp. 63-66. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10516.
10. Nikolaev S. V., Konopel'tsev I. G., Matyukov V. S. Vosproizvoditel'nye kachestva korov kholmogorskoj porody v sravnenii s drugimi porodami skota molochnogo napravleniya v Respublike Komi (Reproductive qualities of Kholmogorskaya breed cows in comparison with other breeds of dairy cattle in the Komi Republic), Sovremennye nauchno-prakticheskie dostizheniya v veterinarii: Mater. nauch.-prakt. konf., Kirov, 2019, Vyp. 10, pp. 52-56.
11. Nikolaev S. V., Konopel'tsev I. G. Sravnitel'naya otsenka gematologicheskikh pokazatelei i urovnya endogennoi intoksikatsii golshtinizirovannogo i chistokrovnogo kholmogorskogo skota (Comparative assessment of hematological indicators and the level of endogenous intoxication of holsteinized and pure-bred Kholmogorsky cattle), Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii, 2019, No. 3, pp. 221-225.
12. Matyukov V. S., Mikheev V. L. Pechorskii tip kholmogorskogo skota v respublike Komi (Pechorsky type of Kholmogorsky cattle in the Komi Republic), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2005, No. 7, pp. 22 -25.
13. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle, Ann. Anim. Sci., 2009, Vol. 9 (2), pp. 119-125.
14. Maijala K., Lindstrom G. Frequencies of blood group genes and factors in the finnish cattle breeds with spetial regard fo breed comparisons, Ann. Agric. Fennie, 1996, Vol. 5, No. 2, pp. 76-81.
15. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci, Animal Genetics, 2009, Vol. 40, pp. 630-636.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10035

УДК 619: 613.281:595.3

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА МОРСКОЙ РЫБЫ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ПЕННЕЛЛАМИ

Т. Н. Сивкова, д-р. биол. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990
E-mail: tatiana-sivkova@yandex.ru

Аннотация. Промысловая морская рыба относится к весьма популярным продуктам питания, однако, приходится учитывать тот факт, что значительный объем рыбной продукции добывается из естественной среды, а, следовательно, может быть инвазирован широким спектром паразитических организмов, в том числе и потенциально опасных для здоровья человека. В связи с потенциальной опасностью заражения потребителя основной задачей ветеринарно-санитарных экспертов становится обеспечение безопасности гидробионтов. Однако зачастую при определении систематической принадлежности морских паразитических организмов возникают затруднения, приводящие к невозможности проведения адекватной ветеринарно-санитарной оценки пораженной

продукции. Нами в лаборатории паразитологии факультета ветеринарной медицины и зоотехнии проведено определение паразитов, выявленных при проведении стандартной процедуры ветеринарно-санитарной экспертизы в г. Перми. Определение выполняли по морфологическим признакам, используя описание в отечественных и зарубежных источниках. В результате на теле сайры *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) была установлена инвазия паразитическими копеподами из рода *Pennella* (Oken, 1815). Данные ракообразные не способны вызывать патологию у человека, однако могут провоцировать негативную реакцию со стороны потребителя, отрицательно влияя на товарный вид рыбной продукции. Согласно действующим нормативным актам, реализация пораженной пеннеллами рыбы в торговой сети не допускается, такая продукция должна быть направлена на переработку.

Ключевые слова: копеподы, паразиты, ветеринарно-санитарная экспертиза.

Введение. Промысловая рыба, обитающая в любой точке Мирового океана, существует в тесных биотических отношениях с множеством организмов, включающихся в круговорот пищевых связей биосферы Земли. Среди огромного количества гидробионтов весьма значительную часть составляют паразитические организмы, которые могут находиться на самых разных эволюционных уровнях, начиная от простейших, гельминтов, и заканчивая ракообразными. Множество таких паразитов потенциально являются возбудителями патологий человека, способными вызывать как непосредственное заражение, так и действующими опосредованно, негативно влияя на иммунную систему (аллергии и иммунопатологии) и даже ядро быстроразмножающихся клеток.

В связи с высоким уровнем потребления морепродуктов во всем мире, и на территории Российской Федерации, в частности, перед ветеринарно-санитарными экспертами основной задачей становится обеспечение безопасности продукции животного происхождения, в том числе и морской рыбы, однако, в некоторых случаях эксперты испытывают затруднения в определении систематической принадлежности обнару-

женных объектов и, следовательно, в порядке действия с пораженной рыбной продукцией.

Цель настоящей работы – рассмотреть особенности определения и экспертизы рыбной продукции, пораженной морскими ракообразными – эктопаразитами рыб многих видов.

Методика. Паразитологическое исследование проводили на базе факультета ветеринарной медицины и зоотехнии (ФБГОУ ВО Пермский ГАТУ) при помощи биноклярной лупы и микроскопа фирмы Meiji при использовании увеличения X100 и X400, микросъемку осуществляли при помощи фотокамеры Vision.

Неполное гельминтологическое вскрытие морской рыбы выполняли согласно МУК 3.2.988-00. Выделенных паразитов фиксировали 4%-ным нейтральным формалином для последующего определения и хранения в коллекции музея кабинета паразитологии. Систематическое определение паразитических организмов проводили по описаниям, представленным в отечественных и зарубежных литературных источниках.

Для обоснования порядка действий с рыбной продукцией, пораженной копепо-

дами, осуществляли анализ имеющейся нормативной документации, касающейся ветеринарно-санитарной экспертизы морской рыбы при паразитарной патологии.

Результаты. При проведении обследования свежемороженой морской рыбы работниками Государственной лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы г. Перми было выявлено поражение сайры эктопаразитами, определение которых вы-

звало затруднения, в связи с чем обнаруженные экземпляры были доставлены в лабораторию паразитологии ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

Впоследствии осмотр данных объектов позволил установить, что они относятся к представителям типа Членистоногие (Arthropoda), класс Ракообразные (Crustacea), а именно - к копеподам рода *Pennella* (Oken, 1815) (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты пеннелл, извлеченные из тела сайры

Ранее в научной литературе отмечалось, что на теле сайры *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) может паразитировать мелкий эктопаразит *Caligus macarovi* (Gusev, 1951), прогрызающий между чешуйками ходы и проникающий в мускулатуру рыбы своей передней частью тела, что вызывает образование язв до 5 мм диаметром [1].

Обнаруженные же в нашем случае организмы были намного крупнее. Видовое определение пеннелл по морфологическим признакам невозможно и требует генетических исследований, которые позволяют различить как минимум

30 видов, валидными из которых в настоящее время признаны лишь семь: *P. balaenoptera* (Koren and Danielssen, 1877), *P. diodontis* (Oken, 1815), *P. exocoeti* (Holten, 1802), *P. filosa* (Linnaeus, 1758), *P. instructa* (Wilson, 1917), *P. makaira* (Hogans, 1988), и *P. sagitta* (Oken, 1815) [2, 3].

Пеннеллы паразитируют у многих видов рыб в разных акваториях Мирового океана. Так, летучих рыб поражает *Pennella exocoeti*. У меч-рыбы, марлинов, рыбы-луны, корифен и некоторых других в Атлантическом океане отмечены *P. instructa* и *P. filosa*. При этом, экстенсивность инвазии может достигать

60% при интенсивности 1-2, максимум 11 пеннелл [4]. Также зарегистрировано паразитирование пеннелл у морских млекопитающих [5-7].

Ниже приведено описание копепод данного рода Н. А. Головиной и др. (2003). Длина тела пеннелл может варьировать от 7,5 до 20,0 см, длина же яйцевых мешков может составлять до 19-35 см.

Самки имеют удлиненное тело, состоящее из головогруды, шеи, туловища и брюшка. Головогрудь округлой формы, ее длина меньше, чем ширина. На границе между головогрудью и шеей расположены три хитиновых рога: два боковых (латеральные) и один спинной (дорзальный), который направлен назад под углом. Плавательные ножки редуцированы. Для самок характерна длинная цилиндрическая шея, туловище короче и шире ее. Яйцевые мешки удлиненные, содержащие один ряд яиц, могут иметь серую, желтую, оранжевую или коричневатую окраску.

Цвет поверхности головы и шеи способен варьировать от желтого до

коричневого, часто наблюдается красноватый оттенок. Половой сегмент коричневого цвета, иногда он покрыт поперечными желтыми полосками. На конце тела расположены темно-серые или черные отростки характерной перистой формы [8].

Пеннеллы обычно располагаются в области мышц спины или брюшка, однако зачастую они проникают вглубь полости тела и печень рыбы. При этом голова и длинная шея рачка полностью погружаются в ткани хозяина, в то время как остальная его часть находится снаружи (рис. 2). В результате воспалительного процесса вокруг головы рачков в тканях хозяина формируется плотная соединительнотканная капсула, впоследствии приобретающая характеристики хряща. Внутри такой капсулы обычно передняя часть тела паразита штопорообразно свернута. При осмотре выловленной рыбы подобные образования можно обнаружить практически на любом участке на поверхности тела, а также и на стенках пищеварительного канала, мезентерии печени, почках и т. д. [9-11].



Рис. 2. Рыба, пораженная пеннеллами

Пеннеллы считаются не опасными для человека, так как их жизненный цикл проходит лишь в морской среде. Паразитический образ жизни ведут только самки, тогда как самцы свободно плавают. Рыба является для самки окончательным хозяином, в чьем организме она формирует яйца. Из яиц вылупляются личинки, которые плавают и линяют, после чего прикрепляются к промежуточному хозяину – камбале или головоногому моллюску, где развиваются с прохождением нескольких линек, затем открепляются, достигают половозрелости, и в результате, созревшие самки ищут нового окончательного хозяина [11, 12].

Что касается требований правил ветеринарно-санитарной экспертизы, в главе V. «Требования безопасности пищевой рыбной продукции» действующего Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» говорится следующее:

«19. Уловы водных биологических ресурсов и пищевая продукция аквакультуры животного происхождения должны быть исследованы на наличие паразитов (паразитарных поражений). Паразитологические показатели безопасности рыбы, ракообразных, моллюсков и продуктов их переработки установлены приложением №3 к настоящему техническому регламенту».

В списке паразитов, установленных в указанном приложении №3 (Приложение №3 к техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016), членистоногие вообще, и в частности, пеннеллы, не указаны в связи с их безопасностью для здоровья человека.

В пункте 20 этого же нормативного документа указано:

«Не допускается реализация пищевой рыбной продукции, употребляемые в пищу части которой поражены видимыми паразитами».

Соответственно, согласно существующим правилам, морскую рыбу, пораженную пеннеллами, следует направлять на переработку, в процессе которой пораженные участки тела удаляются. Реализация такой рыбы в товарной сети запрещена.

Выводы. При проведении санитарно-паразитологического обследования товарной морской рыбы установлена инвазия паразитическими копеподами рода *Pennella*, которые не опасны для здоровья человека, однако могут вызвать негативную реакцию со стороны потребителя, отрицательно влияя на товарный вид рыбной продукции. Реализация пораженной пеннеллами рыбы в торговой сети не допускается, такая продукция должна быть направлена на переработку.

Литература

1. Гаевская А. В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. 237 с.
2. Satoshi Suyama, Yoshio Masuda, Takashi Yanagimoto, Seinen Chow. Genetic and morphological variation in *Pennella* sp. (Copepoda: Siphonostomatoida) collected from Pacific saury, *Cololabis saira* // Marine Biodiversity. 2019. Vol. 49. Pp.1233–1245.
3. WoRMS taxon details [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135648> (дата обращения: 01.09.2020).

4. Satoshi Suyama, Shigeho Kakehi, Takashi Yanagimoto, Seinen Chow. Infection of the Pacific saury *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) (Teleostei: Beloniformes: Scomberesocidae) by *Pennella* sp. (Copepoda: Siphonostomatoida: Pennellidae) south of the Subarctic Front // *Journal of Crustacean Biology*. 2020. Vol. 40. № 4. Pp. 384–389.
5. Carbonell E., Massutí E., Castro J., García R. Parasitism of dolphinfishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*, in the western Mediterranean (Balearic Islands) and central-eastern Atlantic (Canary Islands) // *Scientia Marina*. 1999. № 63 (3). Pp. 343-354.
6. Dailey M. D., Haulena M., Lawrence J. First Report of a Parasitic Copepod (*Pennella balaenopterae*) Infestation in a Pinniped // *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2002. Vol. 33. № 1. Pp. 62-65.
7. Vecchione A., Aznar F. J. The mesoparasitic copepod *Pennella balaenopterae* and its significance as a visible indicator of health status in dolphins (Delphinidae): a review // *Journal of Marine Animals and Their Ecology*. 2014. Vol. 7. № 1. Pp. 4-11.
8. Ихтиопатология / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин [и др.]. М.: Мир, 2003. 448 с.
9. Taxonomic status and epidemiology of the mesoparasitic copepod *Pennella balaenoptera* in cetaceans from the western Mediterranean / N. Fraija-Fernández, A. Hernández-Hortelano, A. Ahuir-Baraja [at all.] // *Dis. Aquat. Organ.* 2018. № 4. Vol. 128 (3). Pp. 249-258.
10. Llarena-Reino M., Abollo E., Pascual S. Morphological and genetic identification of *Pennella instructa* (Copepoda: Pennellidae) on Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*, L. 1758) // *Fisheries Research*. 2019. № 209. Pp. 178-185.
11. Watanabe Y., Kosaka S., Tanino Y., Takahashi S. (Tohoku Regional Fisheries Research Lab., Shiogama, Miyagi.) Occurrence of parasitic copepod *Pennella* sp. on the Pacific saury *Cololabis saira* in 1983 [northwestern Pacific waters] // *Bulletin of Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory*. 1986. Pp. 37-46.
12. Arroyo N. L., Abaunza P., Preciado I. The first naupliar stage of *Pennella balaenopterae* Koren and Danielssen, 1877 (Copepoda: Siphonostomatoida, Pennellidae) // *Sarsia*. 2002. № 87. Pp. 333–337.

VETERINARY-SANITARY EXPERTIZE OF MARINE FISH AT THE PENNELLA INFECTION

T. N. Sivkova, Dr. Biol. Sci., Associate Professor
Perm State Agrarian-Technical University,
23, Petropavlovskaya, Perm, Russia, 614099
E-mail: tatiana-sivkova@yandex.ru

ABSTRACT

Commercial marine fish is a very popular food product, but given the fact that a significant amount of fish products are obtained from the natural environment, and, consequently, can be infested by a wide range of parasitic organisms, including potentially dangerous to human health. Due to the potential risk of infection of the people, the main task of veterinary and sanitary experts is to ensure the safety of hydrobionts, but often when determining the systematic affiliation of marine parasitic organisms, difficulties arise, leading to the inability to conduct an adequate veterinary and sanitary assessment of the infected products. In the Parasitology Laboratory of the Veterinary Medicine and Animal Husbandry Faculty, we identified parasites detected during the standard procedure of veterinary and sanitary examination in Perm. The definition was performed based on morphological features, using the description in domestic and foreign

sources. As a result, *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) was infested with parasitic copepods from the genus *Pennella* (Oken, 1815). These crustaceans are not dangerous to human health, but they can cause a negative reaction from the consumer, negatively affecting the commercial type of fish products. According to current regulations, the sale of fish affected by pennells in the retail network is not allowed, such products must be sent for processing.

Key words: copepod, parasites, veterinary-sanitary expertise.

References

1. Gaevskaya A. V. Parazity i bolezni morskikh i okeanicheskikh ryb v prirodnykh i iskusstvennykh usloviyakh (Parasites and diseases of marine and oceanic fish in natural and artificial conditions), Sevastopol', EKOSI-Gidrofizika, 2004, 237 p.
2. Satoshi Suyama, Yoshio Masuda, Takashi Yanagimoto, Seinen Chow. Genetic and morphological variation in *Pennella* sp. (Copepoda: Siphonostomatoida) collected from Pacific saury, *Cololabis saira*, Marine Biodiversity, 2019, Vol. 49, pp.1233–1245.
3. WoRMS taxon details [Electronic Resource], Access Mode: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135648> (data obrashcheniya: 01.09.2020).
4. Satoshi Suyama, Shigeo Kakehi, Takashi Yanagimoto, Seinen Chow. Infection of the Pacific saury *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) (Teleostei: Beloniformes: Scomberesocidae) by *Pennella* sp. (Copepoda: Siphonostomatoida: Pennellidae) south of the Subarctic Front, Journal of Crustacean Biology, 2020, Vol. 40, No. 4, pp. 384–389.
5. Carbonell E., Massutí E., Castro J., García R. Parasitism of dolphinfishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*, in the western Mediterranean (Balearic Islands) and central-eastern Atlantic (Canary Islands), Scientia Marina, 1999, No. 63 (3), pp. 343-354.
6. Dailey M. D., Haulena M., Lawrence J. First Report of a Parasitic Copepod (*Pennella balaenopterae*) Infestation in a Pinniped, Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 2002, Vol. 33, No. 1, pp. 62-65.
7. Vecchione A., Aznar F. J. The mesoparasitic copepod *Pennella balaenopterae* and its significance as a visible indicator of health status in dolphins (Delphinidae): a review, Journal of Marine Animals and Their Ecology, 2014, Vol. 7, No. 1, pp. 4-11.
8. Ikhtiopatologiya (Ichthyopathology), N. A. Golovina, Yu. A. Strelkov, V. N. Voronin [i dr.], M., Mir, 2003, 448 p.
9. Taxonomic status and epidemiology of the mesoparasitic copepod *Pennella balaenoptera* in cetaceans from the western Mediterranean, N. Fraija-Fernández, A. Hernández-Hortelano, A. Ahuir-Baraja [at all.], Dis. Aquat. Organ., 2018, No. 4, Vol. 128 (3), pp. 249-258.
10. Llarena-Reino M., Abollo E., Pascual S. Morphological and genetic identification of *Pennella instructa* (Copepoda: Pennellidae) on Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*, L. 1758), Fisheries Research, 2019, No. 209, pp. 178-185.
11. Watanabe Y., Kosaka S., Tanino Y., Takahashi S. (Tohoku Regional Fisheries Research Lab., Shiogama, Miyagi.) Occurrence of parasitic copepod *Pennella* sp. on the Pacific saury *Cololabis saira* in 1983 [northwestern Pacific waters], Bulletin of Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, 1986, pp. 37-46.
12. Arroyo N. L., Abaunza P., Preciado I. The first naupliar stage of *Pennella balaenopterae* Koren and Danielssen, 1877 (Copepoda: Siphonostomatoida, Pennellidae), Sarsia, 2002, No. 87, pp. 333–337.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10044

УДК 636.74

О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИКАХ ДРЕССИРОВКИ СЛУЖЕБНЫХ СОБАК

А. В. Хайновский, аспирант

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: dogblog@inbox.ru;

А. А. Голдырев, канд. с-х. наук,

E-mail: goldyrev.a.a@yandex.ru;

ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России,

ул. Карпинского, 125, Пермь, Россия, 614012

Аннотация. Статья посвящена вопросам мотивации собак к выполнению команд дрессировщика. Затронута проблема изучения человеком поведения собак на разных этапах их взаимоотношений. Рассматривается роль конфликта в формировании поведения собак. Предложен сравнительный анализ традиционных и современных методов дрессировки собак. Характерные для традиционных методов обучения собак чрезмерный контроль и механическое воздействие в значительной степени снижают их мотивацию. Современные методы бесконфликтной дрессировки, напротив, полностью исключают принуждение и основаны на глубоком понимании потребностей собак и причин изменения мотивации. Рассмотрен механизм дрессировки собак. Разъясняется, как вызвать у собаки интерес к дрессировочному процессу. Рассматриваются факторы, влияющие на мотивацию собак, возникновение у них стресса и в целом на процесс дрессировки и работу собак. Особое внимание уделено характеристике современных методик дрессировки служебных собак и анализу ошибок, допускаемых специалистами-кинологами. Изложены основные преимущества позитивного подкрепления при дрессировке собак: быстрый результат; импульсный контроль; привязанность; спокойная дрессировка; снижение стресса. Также приведены результаты научных исследований авторов по данной тематике. С целью изучения современных бесконфликтных методик дрессировки собак в 2019 г. был проведен эксперимент на базе ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России. Собак контрольной группы дрессировали по традиционной (классической) методике с применением механического воздействия. В опытной группе применяли методику без механического воздействия на собаку, основанную на положительном подкреплении. Собакам при использовании современного метода дрессировки потребовалось значительно меньше повторений приемов для выработки необходимого навыка, чем собакам при использовании традиционного метода дрессировки.

Ключевые слова: дрессировка собак, положительное подкрепление, бесконфликтная дрессировка, современные методы дрессировки.

Введение. В течение многих тысяч лет собака является помощником человека, и на протяжении всего этого времени он пытался познать ее поведение, чтобы извлечь максимальную выгоду от этого союза.

Традиционно поведение собаки рассматривали с сугубо потребительской, утилитарной точки зрения. Для человека в первую очередь было важно, как использовать особенности поведения собаки с пользой для себя, не углубляясь в сложный процесс формирования поведения животного. Таким образом, собаку рассматривали как некий «инструмент». Однако в последние годы стал повышаться интерес к естественному поведению животного, к корням этого поведения и к возможностям более тонкого взаимопонимания с собакой [1].

Человек стал искать новые способы взаимоотношений с собакой, которые сводили бы к минимуму возможность возникновения конфликтных ситуаций. Совместная деятельность человека и собаки не может осуществляться бесконфликтно: несогласие по различным вопросам – это норма, однако оставлять проблемы нерешенными – грубейшая ошибка. Конфликты чаще всего уходят корнями в незнание психологии, особенностей поведения собаки, когда ее владелец ведет себя непонятно, неправильно, несправедливо, с точки зрения животного [1].

К настоящему времени, за достаточно длительный период существования служебной кинологии, в мире сформировалось большое количество разных методик дрессировки собак. Современные методы дрессировки базируются на традиционных (классических), таких как игровой, пищевой и метод наталкивания. Они не только основываются на положительных сторонах указанных методов, но и учитывают когнитивные способности собак.

Дрессировку животных достаточно долгое время осуществляли с использованием принудительных мер, поскольку считалось, что животные не умеют думать, и что-либо объяснить им можно лишь путем принуждения. Однако, благодаря научным открытиям русского физиолога И. П. Павлова и американского психолога Б.Ф. Скиннера, сделанным в прошлом веке, было установлено, что животные способны к сложным формам научения и без насилия [2].

Обратимся к механизму дрессировки собак. Все обучение собаки, как современное, так и традиционное, осуществляется посредством процесса, называемого поведенческой модификацией. Этот процесс заключается в изменении поведения собаки в ответ на определенный «триггер» (сигнал). Триггеры часто являются командами или подсказками, но они также могут быть простыми сигналами, такими как свист или жест [3]. Как и люди, собаки учатся новым способам реагирования на последствия своих действий.

Необходимо отметить, что современное обучение животных весьма результативно. Вместо того, чтобы исправлять собак, когда они делают что-то неправильно, их поощряют за нужное поведение. Тренировки проводятся таким образом, чтобы собакам было очень интересно и легко выполнять команды правильно, снова и снова, пока это не станет привычкой.

Идея о поощрении желаемого поведения животных возникла в лабораторных условиях. Ученые провели множество экспериментов, и они показали, что животные быстро учатся, если желаемое поведение было быстро вознаграждено тем, что им действительно нравилось. Этот процесс был назван «подкреплением», потому что

вознаграждение подкрепляло или усиливало поведение.

Д. Б. Уотсон и И. П. Павлов исследовали процедуры стимула-реакции классического обусловливания (образование условных рефлексов). Б.Ф. Скиннер придавал большое значение изучению оперантного поведения (когда какие-либо действия животного, направленные на достижение определенной цели, основаны на действиях предшествующих факторов и последствий). Эта техника стала известна как оперантное обусловливание [4].

Обнаружение того, что данный принцип действовал и вне лаборатории, оказалось важным событием, которое было с энтузиазмом воспринято многими дрессировщиками, т.к. не всех животных так легко контролировать, как собак. Корректирующие техники не работают, например, с такими животными, как дельфины.

Дрессировщик дельфинов Карен Прайор была воодушевлена успехом положительного подкрепления в обучении морских млекопитающих и решила попробовать применить те же концепции в обучении собак [5].

Изучая причины проблем поведения у собак, А. Халлгрэн установил связь между проблемами поведения и проблемами с опорно-двигательным аппаратом, которые нередко возникают из-за рывков за поводок (при традиционной дрессировке) и использования ошейников, а также проблему стресса у собак: в первую очередь стресса, вызванного чрезмерной или недостаточной стимуляцией [6].

Достижения в технике обучения животных и их понимании сделали возможным обучение животных выполнению крайне сложных задач, например, теперь можно управлять нервными, застенчивыми

или опасными животными, не подвергая их стрессу от физического воздействия.

Я. Панксепп в книге «Эмоциональная неврология: основы эмоций у людей и животных» пишет: «Можно с уверенностью сказать, что во время игры животные наиболее ярко демонстрируют гибкое и креативное поведение» [7].

Рассмотрим основные преимущества позитивного подкрепления при дрессировке собак:

1. Быстрый результат. Достигается за счет того, что собака принимает самостоятельно осознанное решение.

2. Импульсный контроль. Собаки, обучаемые с использованием положительного подкрепления, учатся контролировать себя, даже когда они сильно возбуждены, в то время как собаки, обученные с использованием традиционных методов, имеют тенденцию к подавлению уровня возбуждения/торможения [8].

3. Хорошая привязанность к человеку. Собаки – социальные животные, и они образуют крепкие связи с другими собаками, а также с людьми, с которыми они живут. Процесс привязывания – это процесс взаимной выгоды [9].

4. Спокойная дрессировка. Собаки очень хорошо чувствуют напряжение, исходящее от дрессировщика. Современные методы обучения полностью избегают этой проблемы.

5. Снижение стресса.

Работа в среде, где собака знает, что она не будет наказана, освобождает собаку от стресса. Она учится предлагать новое поведение и пробовать новые методы, потому что ее не сдерживает страх наказания.

Традиционная дрессировка собак, когда они знают, что их могут наказать за ошибки, побуждает животное придержи-

ваться подхода «если сомневаешься, ничего не делай». Современное обучение поощряет собак действовать: «если сомневаешься, попробуй что-то новое». Это особенно полезно на ранних этапах обучения. В настоящее время, поскольку дрессировка не является стрессом для собаки, мы можем начать дрессировать щенков раньше.

Данные преимущества обусловили широкое распространение современных методов обучения собак.

Цель исследования заключалась в сравнении традиционного (классического) и современного (без механического воздействия) методов дрессировки собак.

В соответствии с поставленной целью исследований решались следующие задачи:

- провести анализ традиционного (классического) и современного (без механического воздействия) методов дрессировки собак;
- установить количество повторений приема, необходимых для выработки навыков;
- определить, при использовании какого метода навык вырабатывается быстрее.

Методика. В рамках изучения современных бесконфликтных методик дрессировки собак в 2019 г. был проведен эксперимент на базе ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России. В эксперименте участвовало две группы собак – опытная и контрольная (по шесть голов в каждой). Возраст собак – от 1 года до 2 лет.

Для проверки обучаемости собак был выбран прием по общему курсу дрессировки «Посадка» (приучение собаки садиться), который также использовался в качестве подготовительного навыка для выработки сигнального поведения в приеме по специальному курсу дрессировки «Обыск местности» (приучение собаки самостоятельно

искать человека, укрывшегося на участке местности).

Собак контрольной группы дрессировали по традиционной (классической) методике – собака стояла рядом с дрессирующим, он ей подавал команду «Сидеть», затем рукой механически воздействовал (давил) на круп (поясницу), заставляя принять сидячее положение, после чего поощрял собаку [10-12].

В опытной группе применяли методику без механического воздействия на собаку, основанную на положительном подкреплении – собаку разыгрывали игровым предметом, исключая его захват, и подавали команду «Сидеть». После того, как собака самостоятельно принимала положение сидя, ее поощряли – подбрасывали собаке апортировочный предмет (удар о землю мячом, бросок жгута над собакой, резкое движение игрушкой от собаки), давая возможность схватить его. С каждым разом время демонстрации собакой сигнального поведения увеличивали от 2-4 до 30-40 секунд.

При отработке приема «Обыск местности» на участке местности размером 20 x 30 м находилось 10 укрытий (схронов) различного размера и из различного материала, разнообразной формы и расположения по отношению к уровню земли (наземные, подземные, надземные). Помощник дрессировщика разыгрывал собаку апортировочным предметом и прятался в одном из укрытий, после небольшой паузы дрессировщик подавал команду «Ищи» и отпускал ее на поиск помощника. Целью выработки данного приема являлось обозначение собакой «Посадкой» укрытия, в котором спрятался помощник.

Когда собака находила укрытие с помощником, дрессировщики из контрольной группы подходили к собаке и механиче-

ским воздействием усаживали ее. После короткой паузы помощник показывался из укрытия и подбрасывал собаке апортировочный предмет, после чего переходил к игровой борьбе [10-12].

Действия дрессировщиков и помощников для опытной группы были аналогичными, за исключением того, что при обнаружении собакой укрытия с помощником дрессировщики спокойно стояли и ждали, когда собака самостоятельно продемонстрирует нужное сигнальное поведение «Посадка».

Полученные в опытах результаты подвергали обработке с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Разницу считали достоверной и обозначали в таблицах знаком * – при $P < 0,05$, ** – при $P < 0,01$, *** – при $P < 0,001$.

Результаты. Результатом каждой из реализаций по приему «Посадка» являлось определение зависимости приобретения навыка самостоятельного выполнения команды от количества повторений, что показано на рисунке 1.

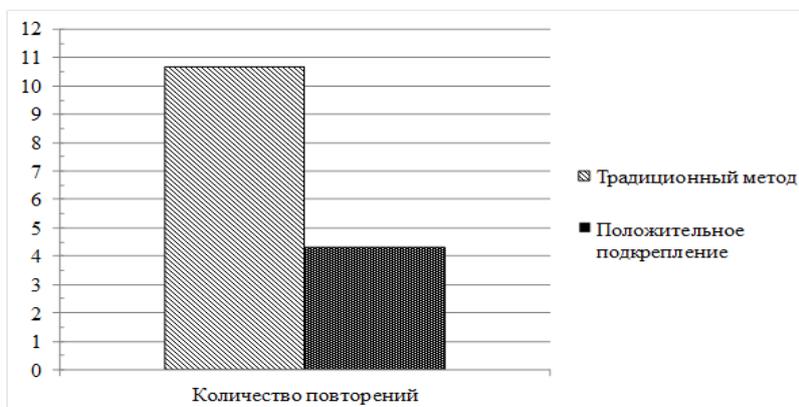


Рис. 1. Количество повторений для выработки навыка по приему «Посадка»

По рисунку 1 видно, что для выработки навыка традиционным методом требовалось в среднем 11 повторений, а при использовании положительного подкрепления в среднем было достаточно четырех

повторений. Следовательно, опытной группе потребовалось повторений упражнения на 64 % меньше, чем контрольной группе.

Результаты по приему «Обыск местности» показаны на рисунке 2.

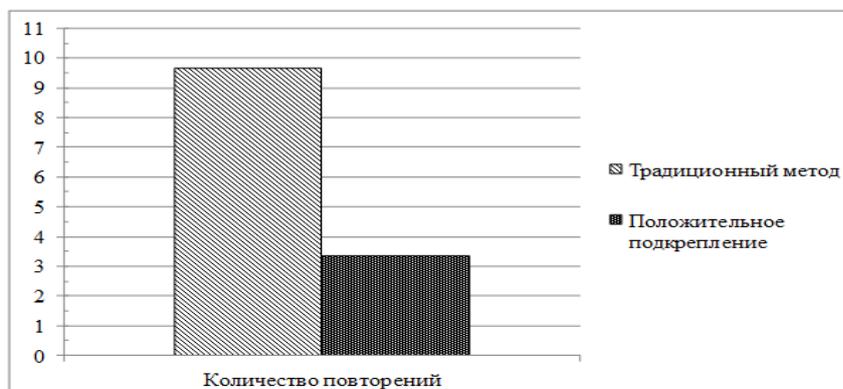


Рис. 2. Количество повторений для выработки сигнального поведения в приеме «Обыск местности»

Из диаграммы (рис. 2) видно, что для выработки навыка традиционным методом требуется в среднем 10 повторений, а при использовании положительного подкрепления в среднем достаточно трех. В данном испытании опытной группе потребовалось

повторений упражнения меньше на 70 %, чем контрольной группе.

Скорость выработки навыков по приему «Посадка» при использовании современных методов дрессировки значительно возросла, что способствовало сокращению времени дрессировки (табл. 1).

Таблица 1

Количество повторений приемов для выработки у собак условного рефлекса, ($\bar{X} \pm S\bar{x}$; n=6)

Показатель	Опытна группа	Контрольная группа
Количество повторений приема в ходе приучения собаки садиться	4,33±1,36***	10,67±1,03
Количество повторений приема в ходе приучения собаки обыскивать местность (объект)	3,33±0,52***	9,67±1,21

Собакам опытной группы в ходе приучения садиться понадобилось повторений приема на 40,58% (P<0,001) меньше, чем собакам контрольной группы (табл. 1). Также при приучении обыскивать местность (объект) у собак опытной группы количество повторений было меньше на 34,43% (P<0,001), в сравнении с собаками контрольной группы.

Собакам опытной группы в ходе дрессировки собак показал, что собакам при использовании современного метода дрессировки потребовалось значительно меньше повторений приемов для выработки необходимого навыка, чем собакам при использовании традиционного метода дрессировки.

Выводы. Сравнительный анализ традиционного (классического) и современного (без механического воздействия) мето-

Благодаря современным методикам дрессировки мы знаем, как дрессировать собак без наказания с помощью позитивного подкрепления и как научить их выполнять разнообразные задачи.

Литература

1. Поведение собаки: пособие для собаководов / Е. Н. Мычко, М. Н. Сотская, В. А. Беленький, [и др.]. М.: ООО «АКВАРИУМ ПРИНТ», 2004. 400 с.
2. Непринцева Е. Дрессируем или сотрудничаем? Обучение домашних питомцев без насилия // Наша Психология. URL: <https://www.psyh.ru/dressiruem-ili-sotrudnichaem/> (дата обращения: 19.05.2020).
3. Thomas A. Knott, Dolores Oden Cooper. The Complete Handbook of Dog Training. Nashville: Howell Books, 1994. 256 p.
4. Skinner B. Was ist Behaviorismus? Reinbek bei Hamburg: Rohwolt, 1978. 286 p.
5. Prayor Karen. Don't shoot the dog!: how to improve yourself and others through behavioral training. New York: Simon and Schuster, 1984. 202 p.
6. Халлгрэн А. Лидерство или неоправданная жестокость? // Первый симпозиум по психологии собак. Москва, 2009. URL: <https://subscribe.ru/archive/home.pets.chara2005/200904/18200506.html> (дата обращения: 19.05.2020).
7. Panksepp J. Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions. New York: Oxford University Press, 2004. 480 p.
8. Алексеев А. А. Конституция, экстерьер, интерьер и поведение собаки: монография. Москва: АСТ, 2010. 126 с.

9. Мальчиков Р. В., Бузмакова У. А. Взаимодействия темпераментов служебной собаки и курсанта кинолога в процессе дрессировки // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (19-20 ноября 2019 г.; Санкт-Петербург). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. С. 34-35.

10. Арасланов Ф. С., Алексеев А. А., Шигорин В. И. Дрессировка служебных собак. Алма-Ата: Кайнар, 1987. 83 с.

11. Всё о собаке / Под общ. ред. В. Н. Зубко. М.: Эра, 1992. 528 с.

12. Фаритов Т. А., Хазиахметов Ф. С., Платонов Е. А. Практическое собаководство: учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 448 с.

MODERN METHODS OF TRAINING DOGS

A. V. Khainovskiy, Postgraduate Student

Perm State Agrarian-Technical University,
23, Petropavlovskaya, Perm, Russia, 614099

E-mail: dogblog@inbox.ru

A. A. Goldyrev, Cand. Agr. Sci.,

E-mail: goldyrev.a.a@yandex.ru

Perm Institute of the Federal Penal Service of Russia

125, Karpinskogo St., Perm, Russia, 614012

ABSTRACT

The article views the issues of right motivation for a dog to follow the trainer's commands. The problem of studying behavior of dogs by human at different stages of their relationship is touched upon. The role of conflict in the formation of dog behavior is considered. A comparative analysis of traditional and modern methods of dog training is offered. Excessive control and mechanical actions are typical for traditional techniques of dog's training and largely decrease their motivation. In contrast with such methods, modern techniques of conflict-free training exclude force totally and are based on a fundamental understanding of dog's needs and reasons for motivation changes. The mechanism of dog training is considered. The paper explains how to arouse the dog's interest to the training process. The factors influencing dogs' motivation, their stress, and the whole the process of training are considered. Special attention is paid to description of the modern techniques of service dogs training and analysis of dog specialists' mistakes. The main advantages of positive reinforcement in dog training are described: fast results, impulse control, attachment, calm training, stress reduction. The authors' research insights in this field are also presented. In order to study modern conflict-free methods of dog training in 2019, an experiment was conducted on the basis of the Perm Institute of the Federal Penal Service of Russia. Dogs of the control group were trained according to the classical method with the use of mechanical action. The experimental group used a method without mechanical impact on the dog, based on positive reinforcement. Dogs using the modern method of training required significantly fewer repetitions of techniques to develop the necessary skill than dogs using the traditional method of training.

Key words: training dogs, positive reinforcement, conflict-free training, traditional training, modern training methods.

References

1. Povedenie sobaki (Behaviour of a dog), posobie dlya sobakovodov, E. N. Mychko, M. N. Sotskaya, V. A. Belen'kii, [i dr.], M., ООО «AKVARIUM PRINT», 2004, 400 p.
2. Neprintseva E. Dressiruem ili sotrudnichaem? (To train or to collaborate?), Obuchenie domashnikh pitomtsev bez nasiliya, Nasha Psikhologiya, URL: <https://www.psyh.ru/dressiruem-ili-sotrudnichaem/> (data obrashcheniya: 19.05.2020).
3. Thomas A. Knott, Dolores Oden Cooper. The Complete Handbook of Dog Training, Nashville, Howell Books, 1994, 256 p.
4. Skinner B. Was ist Behaviorismus?, Reinbek bei Hamburg, Rohwolt, 1978, 286 p.
5. Prayor Karen. Don't shoot the dog!: how to improve yourself and others through behavioral training, New York, Simon and Schuster, 1984, 202 p.
6. Khallgren A. Liderstvo ili neopravdannaya zhestokost'?, Pervyi simpozium po psikhologii sobak, Moskva, 2009, URL: <https://subscribe.ru/archive/home.pets.chara2005/200904/18200506.html> (data obrashcheniya: 19.05.2020).
7. Panksepp J. Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions, New York, Oxford University Press, 2004, 480 p.
8. Alekseev A. A. Konstitutsiya, ekster'er, inter'er i povedenie sobaki (Constitution, exterior, interior and behavior of the dog), monografiya, Moskva, AST, 2010, 126 p.
9. Mal'chikov R. V., Buzmakova U. A. Vzaimodeistviya temperamentov sluzhebnoi sobaki i kursanta kinologa v protsesse dressirovki (Interaction of temperaments dogs and trainee dog handlers in training), Znaniya molodykh dlya razvitiya veterinarnoi meditsiny i APK strany, Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (19-20 noyabrya 2019 g.; Sankt-Peterburg), Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburgskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny, 2019, pp. 34-35.
10. Araslanov F. S., Alekseev A. A., Shigorin V. I. Dressirovka sluzhebnykh sobak (Training of service dogs), Alma-Ata, Kainar, 1987, 83 p.
11. Vse o sobake (All about the dog), Pod obshch. red. V. N. Zubko, M., Era, 1992, 528 p.
12. Faritov T. A., Khaziakhmetov F. S., Platonov E. A. Prakticheskoe sobakovodstvo (Practical dog breeding), uchebnoe posobie, SPb., Izdatel'stvo «Lan'», 2016, 448 p.

РЕДАКЦИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА «ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

приглашает к сотрудничеству ученых, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим группам научных исследований:

– **05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем** (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

– **06.01.00 Агрономия** (06.01.01 Общее земледелие, 06.01.04 Агрохимия, 06.01.09 Овощеводство);

– **06.02.00 Ветеринария и зоотехния** (06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных; 06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с 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 информативно насыщенным. Реферат может публиковаться самостоятельно, и суть исследования должна быть понятной без обращения к тексту статьи. Реферат не разбивается на абзацы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов должно содержать конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.). Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, но в 1-й раз дается полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Исключено использование вводных слов и оборотов.

5. Ключевые слова, отражающие терминологическую область статьи (до 10 слов).

6. Текст с 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. 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 1850 рублей. Индекс издания, по которому Вы можете найти журнал в каталоге, – ПР922.