



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

Научно-практический  
журнал

№4 (20) 2017

ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ  
**ВЕСТНИК**

Научно-практический журнал основан в декабре 2012 г.  
Выходит четыре раза в год.  
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ  
№.ФС77-63202 от 1 октября 2015 г., г. Москва.

**Включен в Перечень ВАК  
и международную базу данных AGRIS**

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

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

**Члены редакционного совета:**

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

---

*Директор ИПЦ «Прокростъ» – О.К. Корепанова  
Редактор – Е.А. Граевская  
Ответственный секретарь – И.Л. Распономарев  
Дизайн – И.Л. Распономарев  
Перевод – О.В. Фотина*

---

Дата выхода в свет – 20.12.2017. Формат 60x84%. Усл. печ. л. 19,75.  
Тираж 500. Заказ № 177. Индекс издания 83881.  
Свободная цена.

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре «Прокростъ».  
Адрес ИПЦ «Прокростъ» и редакции:  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23.  
Тел.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.psa.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2017

Scientific-practical journal founded in December 2012.  
The journal is published quarterly.  
Registered by the Federal Legislation Supervision Service  
in the sphere of communications, information technologies  
and mass communications (Roskomnadzor).  
MM Registration Certificate PI No. FS77-63202  
dated 1 October 2015, Moscow.

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

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

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

**Editorial Board:**

E.D. Akmanayev, (Deputy Chief Editor), Cand. Agr. Sci.,  
(Perm, Russia);  
J. Batlle-Sales, Dr. (Valencia, Spain);  
K.M. Gabdrakhimov, Dr. Agr. Sci. (Ufa, Russia);  
V.D. Galkin, Dr. Tech. Sci. (Perm, Russia);  
V.N. Domatskii, Dr. Biol. Sci. (Tiumen, Russia);  
S.L. Eliseev, (Deputy Chief Editor), Dr. Agr. Sci. (Perm,  
Russia);  
O.Z. Eremchenko, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
A.M. Esoian, Dr. Tech. Sci. (Yerevan, Armenia);  
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);  
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);  
M.V. Rogozin, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
T.N. Sivkova, Dr. Biol. Sci. (Perm, Russia);  
V. Spalevic, Dr. (Podgorica, Montenegro);  
L.V. Sycheva, Dr. Agr. Sci. (Perm, Russia);  
N.A. Tatarnikova, Dr. Vet. Sci. (Perm, Russia);  
N.N. Terinov, Dr. Agr. Sci. (Ekaterinburg, Russia);  
V.I. Titova, Dr. Agr. Sci. (Nizhny Novgorod, Russia);  
I.Sh. Fatykhov, Dr. Agr. Sci. (Izhevsk, Russia);  
T. Fischer, Dr. (Brandenburg, Germany);  
I. K. Khabirov, Dr. Biol. Sci. (Ufa, Russia);  
V.G. Chernenok, Academician of NAHEA SK,  
Dr. Agr. Sci. (Astana, Kazakhstan)

---

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

---

Signed to print – 20.12.2017. Format 60x84%.  
Printed sheets 19.75. Ex. 500, Order No. 177. Postcode  
83881. Unfixed price. Printed at the Publishing and Poly-  
graphic Center «Prokrost».  
The PPC «Prokrost» and Editorial Department address:  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia  
Tel.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.psa.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© FSBEI HE Perm State Agro-Technological University, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Зубарев Ю. Н.</b> Основные направления развития сельскохозяйственного производства и образования в Российской Федерации.....	4
--	---

### ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

<b>Горохова С. М., Разинский М. В., Васильев А. А.</b> Минералогические и химические особенности магнитной фазы почв южной тайги Пермского края.....	6
<b>Колясникова Н. Л., Романцова В. А.</b> Семенная продуктивность черемухи обыкновенной и черемухи Маака в условиях Перми и Чусового.....	14
<b>Красноперова В. В., Власевский Д. Н.</b> Роль вегетативного размножения хвойных растений в культуре <i>in vitro</i> для нужд лесного и садово-паркового хозяйства.....	18

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

<b>Жданкин Г. В., Новикова Г. В.</b> Разработка сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых боенских отходов.....	23
<b>Иванов В. В., Доценко С. А., Седов А. В., Николаев А. П.</b> Надежность систем и агрегатов тракторов семейства МТЗ и распределение отказов по интервалам наработки.....	30
<b>Одегов В. А., Комкин А. С., Шилин В. В.</b> Исследование влияния углов установки вальцов на основные показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка.....	35
<b>Пепеляева Е. В., Кошман В. С.</b> К аналитическому описанию рабочего процесса шнекового экструдера при обработке зерна.....	40

### АГРОНОМИЯ

<b>Акманаева Ю. А.</b> Влияние системы удобрения на продуктивность звена севооборота (пар - озимая рожь - пшеница - клевер 1 г.п.) и содержание лабильного органического вещества в дерново- мелкоподзолистой среднесуглинистой почве.....	46
<b>Вершинина Т. С.</b> Влияние срока посева на качество зерна озимой пшеницы.....	52
<b>Волошин В. А.</b> Особенности развития селекционных и дикорастущих форм эспарцета песчаного в первый год жизни в Пермском крае.....	58
<b>Дербенева Л. В.</b> Эффективность длительного применения разных систем удобрения в зернопаропропашном севообороте и их влияние на баланс гумуса в дерново- мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве.....	62

## CONTENTS

<b>Zubarev Iu. N.</b> Main development areas of agricultural production and education in the Russian Federation.....	4
--	---

### GENERAL BIOLOGY

<b>Gorokhova S. M., Razinsky M. V., Vasiliev A. A.</b> Mineralogical and chemical features of magnetic phase of soils of south taiga of Permskii Krai.....	6
<b>Kolyasnikova N. L., Romanzova V. A.</b> Seed production capacity of padus avium and padus maackii in conditions of Perm and Chusovoy.....	14
<b>Krasnoperova V. V., Vlasevsky D. N.</b> The role of vegetative reproduction of <i>in vitro</i> culture coniferous plants for forestry and gardening management.....	18

### PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

<b>Zhdankin G. V., Novikova G. V.</b> Development of microwave installer for heat treatment of inedible slaughter waste.....	23
<b>Ivanov V. V., Dotsenko S. A., Sedov A. V., Nikolayev A. P.</b> The reliability of systems and components for tractors MTZ of the family and the distribution of failure intervals, developments.....	30
<b>Odegov V. A., Komkin A. S., Shilin V. V.</b> Study of influence of angles of rollers on main indicators of workflow of a two-step roller machine.....	35
<b>Pepelyaeva E. V., Koshman V. S.</b> To analytical description of the relationships between the parameters of screw extruder.....	40

### AGRONOMY

<b>Akmanaeva Yu. A.</b> Effects of fertilization system on productivity of crop rotation (fallow – winter rye – wheat – clover 1 <sup>st</sup> year of use) and content of labile organic matter in sod-fine podzolic middle loamy soil .....	46
<b>Vershinina T. S.</b> Influence of seeding time on grain quality of winter wheat.....	52
<b>Voloshin V. A.</b> Development peculiarities of selective and wild onobrychis arenaria in its first year in Perm Krai...	58
<b>Derbeneva L. V.</b> The effectiveness of prolonged use of different fertilization systems in grain-row crop rotation and their impact on the balance of humus in sod-fine podzolic heavy loamy soil.....	62

<b>Косолапова А. И., Фомин Д. С., Субботина М. Г.</b> Биохимические свойства дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы Среднего Предуралья в зависимости от вида землепользования.....	69	<b>Kosolapova A. I., Fomin D. S., Subbotina M. G.</b> Biochemical properties of soddy-podzolic heavy loam soils of different kind of land use in Middle Preduralie.....	69
<b>Кузина Е. В.</b> Влияние способов основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур севооборота.....	75	<b>Kuzina E. V.</b> Influence of primary tillage methods and nutrient status on the crop rotation capacity.....	75
<b>Курьева А. Г.</b> Озимая рожь в Удмуртской Республике.....	81	<b>Kuryleva A. G.</b> Winter rye in the Udmurt Republic.....	81
<b>Лихачева Л. И., Гималетдинова В. С., Козинова Е. Г.</b> Результаты селекции гороха в «Уральском НИИСХ».....	87	<b>Likhacheva L. I., Gimaletdinova V. S., Koziyeva E. G.</b> Results of pea breeding at «Ural scientific and research institute of agriculture».....	87
<b>Майсак Г. П.</b> Силосование озимых культур в Пермском крае..	91	<b>Maisak G. P.</b> Winter crops ensilage in Permskii Krai.....	91
<b>Мурыгин В. П.</b> Хлебопекарные качества озимых зерновых культур в Среднем Предуралье.....	96	<b>Murygin V. P.</b> Baking qualities of winter crops in the Middle Preduralie.....	96
<b>Ренев Е. А., Михалева Е. В.</b> Приемы посева и использования сои в Среднем Предуралье.....	101	<b>Renev E. A., Mikhaleva E. V.</b> Methods of soy seeding and its application in the Middle Pre-Urals.....	101
<b>Сабитов М. М.</b> Продуктивность и экономическая эффективность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья.....	107	<b>Sabitov M. M.</b> Productivity and economic efficiency of spring wheat in conditions of forest-steppe of the Volga region.....	107
<b>Яковлева М. И., Дмитриев В. Л.</b> К вопросу внедрения люпина узколистного в севообороты Чувашской Республики.....	114	<b>Yakovleva M. I., Dimitriev V. L.</b> To the introduction question of blue lupine in the crop rotation of the Chuvash Republic.....	114

#### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<b>Иванова И. Е., Волынкина М. Г.</b> Выращивание ремонтного молодняка при пониженных температурах в ООО «Эвика-Агро» Тюменской области.....	120	<b>Ivanova I. E., Volynkina M. G.</b> Breeding replacements at low temperatures on the base of «Evic-Agro» livestock farm of Tyumen Oblast.....	120
<b>Краснолобова Е. П., Сидорова К. А.</b> Диагностические и лечебные мероприятия при сладж-синдроме собак.....	125	<b>Krasnolobova E. P., Sidorova K. A.</b> Sludge-syndrome diagnostic and treatment measures in dogs.....	125
<b>Плотников Д. В., Ситников В. А.</b> Влияние типа кормления на физиологическое состояние собак в условиях городка для содержания служебных собак.....	129	<b>Plotnikov D. V., Sitnikov V. A.</b> The influence of feeding system on the physiological state of dogs under the conditions of special town for service dogs.....	129
<b>Семенов А. С., Кавардакова О. Ю.</b> Влияние межпородного скрещивания на продуктивные качества свиней.....	134	<b>Semenov A. S., Kavardakova O. Yu.</b> The crossbreeding influence on productive qualities of swine.....	134
<b>Хаертдинов И. М., Сайфутдинов М. Р.</b> Интенсивность роста телок и их последующие воспроизводительные качества.....	139	<b>Haertdinov I. M., Saifutdinov M. R.</b> Intensity of heifers growth and their following reproductive qualities.....	139

#### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<b>Аткина Л. И., Булатова Л. В.</b> Нормирование и размещение озелененных территорий общего пользования г. Екатеринбурга.....	146	<b>Atkina L. I., Bulatova L. V.</b> Regulation and placing of public green spaces of Yekaterinburg.....	146
<b>Герц Э. Ф., Терин Н. Н.</b> Рациональная организация выборочной рубки с использованием бензомоторной пилы и мини-трактора.....	152	<b>Gerz E. F., Terinov N. N.</b> Rational organization of selective cutting using a gasoline saw and minitractor.....	152

#### VETERINARY AND ZOOTECHNY

<b>Ivanova I. E., Volynkina M. G.</b> Breeding replacements at low temperatures on the base of «Evic-Agro» livestock farm of Tyumen Oblast.....	120
<b>Krasnolobova E. P., Sidorova K. A.</b> Sludge-syndrome diagnostic and treatment measures in dogs.....	125
<b>Plotnikov D. V., Sitnikov V. A.</b> The influence of feeding system on the physiological state of dogs under the conditions of special town for service dogs.....	129
<b>Semenov A. S., Kavardakova O. Yu.</b> The crossbreeding influence on productive qualities of swine.....	134
<b>Haertdinov I. M., Saifutdinov M. R.</b> Intensity of heifers growth and their following reproductive qualities.....	139

#### FORESTRY

<b>Atkina L. I., Bulatova L. V.</b> Regulation and placing of public green spaces of Yekaterinburg.....	146
<b>Gerz E. F., Terinov N. N.</b> Rational organization of selective cutting using a gasoline saw and minitractor.....	152

---

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Ю. Н. Зубарев,**  
главный редактор

Россия уверенно приближается к полному самообеспечению внутреннего рынка базовой сельхозпродукцией и продуктами питания. Уровень производства мясной продукции достиг 90% потребностей внутреннего рынка, молочной – 82%, растительного масла – 84% и зерновых – 99%.

При этом в 2017 году получен рекордный для новой России валовой сбор зерна – 135,5 млн тонн. Тем самым Россия вышла на позиции лидирующих мировых производителей и экспортёров зерна. Правда, при этом Китай собрал зерна около 500 млн, США – 400, Индия – 300, а Бразилия – 200 млн тонн. Нашим резервом остается повышение урожайности зерновых культур и, на перспективу, – вовлечение в оборот 32 млн га не обрабатываемых пока залежных и переложных земель.

Вместе с позитивным развитием агропромышленного комплекса России следует акцентировать внимание аграриев и аграрное образование на рисках, которые сопряжены с сельскохозяйственным производством.

1. Отставание в уровне технологического развития отечественной производственной базы от производственной базы развитых стран.

2. Отставание в производительности труда от развитых стран Запада и Европы.

3. Зависимость от импорта – остаётся глобальной проблемой Российского АПК.

Разрешить эти проблемы возможно системно и комплексно, реализуя Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина «О мерах государственной научно-технической политики в интересах развития

сельского хозяйства» от 21.07.2016 г. № 350. Для этого разработана «Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.» от 25.08.2017 г. № 996, которая стала «дорожной картой» для всех аграрников.

Реализацию этих задач в аграрном образовании осуществляют 54 аграрных вуза, 22 учреждения дополнительного образования, 146 малых инновационных предприятий, 30 учебно-опытных хозяйств и 548 центров сельскохозяйственного консультирования.

Здесь важно:

1. Модернизировать образовательные программы по новым направлениям подготовки и специальностям.

2. Подготовить кадры современного облика и компетенций.

3. Проводить прикладные и фундаментальные научные исследования и экспериментальные работы.

4. Передавать права на РИД для использования, доработки и доведения результатов научных исследований до стадии опытного производства, разработки образовательных программ, формирования стартапов и др.

5. Организовать опытные производства, переработку и хранение продукции, апробировать новые технологии, средства, методики, проводить маркетинговые исследования, масштабировать процессы и сбыт инновационной продукции.

Результатом комплексного взаимодействия АПК с высшим аграрным образованием при реализации программы останется:

1. Увеличение численности высокотехнологичных рабочих мест на предприятиях АПК.

---

2. Увеличение доли сельхозпредприятий, использующих отечественные сорта, продукцию (материал) и технологии производства.

3. Увеличение объёма производства сельхозпродукции, полученной за счёт привлечения новых отечественных сортов, продукции (материала) и технологий производства.

В тренде реализации Федеральной программы в Пермском государственном аграрно-технологическом университете создана инновационная инфраструктура. Агротехнополис университета включает учебно-научные центры, лаборатории, малые инновационные предприятия, генерирующие новые знания, образовательные и производственные технологии.

Агрономическое направление представлено УНЦ «Липогорье», учебно-научным опытным полем.

В области ветеринарных наук работает УНЦ «Ветлайн».

Лаборатория освоения агрозоотехнологий – современный центр исследований и инноваций по проблемам земледелия, агрохимии, почвоведения и зоотехнии. Через МИП «Академия кормов», МИП «Агротехнопарк «Пермский»» осуществляется внедрение в производство научных технологий.

УНЦ «Техсервис» решает вопросы агроинженерии и технического сервиса, УНЦ «Деметр» – сельского строительства, УНЦ «Геоид» – мониторинга и обустройства сельскохозяйственных угодий и лесного хозяйства.

Все вместе они в комплексе решают вопросы повышения эффективности учебной, научной и производственной деятельности в регионе.

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 631.4;574.56

### МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОЙ ФАЗЫ ПОЧВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

**С. М. Горохова**, аспирант; **М. В. Разинский**, аспирант;  
**А. А. Васильев**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [gorohova.s@hotmail.com](mailto:gorohova.s@hotmail.com)

*Аннотация.* С целью совершенствования системы почвенного мониторинга сельскохозяйственных угодий с использованием методов экологического магнетизма изучали особенности минералогии и элементного состава магнитной фазы дерново-подзолистых почв агроландшафтов южной тайги Пермского края. Методом сухого фракционирования с использованием постоянного ферритового магнита выделена магнитная фаза почв из немагнитной матрицы мелкозема. Электронно-зондовый микроанализ магнитной фазы выполнен на аналитическом комплексе «TescanVegaII». Прямым экспериментальным путем определен элементный химический и минералогический состав частиц магнитной фазы. Установлено, что минералы магнитной фазы почв являются локальными внутрипрофильными геохимическими аномалиями. Выявлена приоритетная роль хрома, никеля, цинка среди элементов-примесей в химическом составе магнитной фракции мелкозема почв. В магнитной фазе присутствуют минералы железа высокотемпературного генезиса, которые могут иметь вулканогенное, космогенное и техногенное происхождение. Полученные данные подтверждают целесообразность использования методов экологического магнетизма для совершенствования мониторинга почвенного покрова агроландшафтов региона.

*Ключевые слова:* экологический магнетизм, дерново-подзолистые почвы, магнитные минералы железа, тяжёлые металлы, Пермский край.

**Введение.** Экологический магнетизм – это исследование магнетизма почв, горных пород и минералов, к которым относятся магнитные свойства магнитных минералов и изменения в их концентрации, размеров зерна или формы зерна [3–5, 17, 23, 30, 37, 38]. Основной принцип экологического магнетизма предполагает связь магнитных свойств минеральных ассоциаций с экологическими процессами, которые контролируют их. Железосодержащие минералы чувствительны ко многим экологическим процессам, что делает анализ магнитных минералов чрезвычайно полезным при изучении почвообразовательных процессов и контроле загрязнения окружающей среды [1, 8]. Экологический магнетизм является междисциплинарным предметом, который объединяет исследования по широкому кругу вопросов в области как наук о Земле, так и в областях физики, химии, биологии, почвоведения и экологии [1, 23]. В экологическом магнетизме для оценки элементного химического состава и концентрации оксидов железа широко используются немаг-

нитные методы, например, сканирующая электронная микроскопия (SEM) [12, 36]. Установлено, что техногенные частицы в почвах накапливаются в форме сферул, их минералогические и геохимические исследования были проведены по всему миру [19, 25, 35, 41, 43]. Детальное изучение минералогии и химии почвенных техногенных сферул металлургического генезиса выполнили канадские ученые [20, 21, 24, 26–29, 32, 39, 40, 42]. Серьезной экологической проблемой Пермского края является повышенная концентрация тяжёлых металлов во всех компонентах окружающей среды, в том числе в почвах [8–10, 16, 18]. В городских почвах Пермского края минералогия и химия магнитных частиц хорошо изучены [14, 15], установлена их роль в аккумуляции тяжёлых металлов. Магнитные частицы в почвах агроландшафтов Предуралья остаются практически не изученными. В связи с этим актуально изучить минералогию и элементный состав магнитной фазы дерново-подзолистых почв, которые преобладают в структуре почвенного покрова агроландшафтов Пермского края.

Цель исследования – охарактеризовать особенности минералогии и элементного состава магнитной фазы дерново-подзолистых почв агроландшафтов южной тайги Пермского края для совершенствования системы почвенного мониторинга сельскохозяйственных угодий с использованием методов экологического магнетизма.

**Методика.** Объектами исследования были дерново-подзолистые тяжелосуглинистые почвы агроландшафтов южной тайги Пермского края из Карагайского р-на (д. Ния), и микрорайона Бахаревка на южной окраине г. Перми. Местоположение, морфология и основные физико-химические свойства почв были определены и охарактеризованы ранее [1, 4]. Магнитная фаза была выделена из мелкозёма почв методом сухого фракционирования с использованием постоянного ферритового магнита. Электронно-зондовый микроанализ магнитной фазы выполнен физиком-аналитиком, канд. физ.-мат. наук В.А. Цельмовичем на аналитическом комплексе

«TescanVegaII» в Геофизической обсерватории «Борок» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.

**Результаты.** В магнитной фазе мелкозема дерново-подзолистых почв Карагайского района были выявлены разнообразные по форме и минералогическому составу микрочастицы (рис. 1, 2). Магнитные микрочастицы дерново-подзолистых почв относятся, в основном, к минералам группы железа: магнетит, титаномагнетит, ильменит, интерметаллиды железа, а также в их составе выявлены тэнит, силицид железа – редкие для почв минералы.

Частицы магнетита характеризуется острыми ребрами, ровными гранями, текстура зернистая (рис. 1А), характерна и сферическая форма магнетита (рис. 2А). Микрочастица тэнита имеет сферическую форму с неровной поверхностью (рис. 1В). Размер частицы 0,001 мм. Тэнит или сплав железа и никеля образуется в три этапа: 1 – нагревание исходных соединений до 2000°С, 2 – гомогенизация смеси, 3 – резкое остывание до 900°С [34]. Такие условия формирования минерала могут свидетельствовать о его космогенном или вулканогенном происхождении. Накопление магнетиков в почвах Предуралья связывают с литогенной обогащенностью почв рудными минералами [1, 7, 11, 13]. Кроме того, в почвы Пермского края магнетит, тэнит и интерметаллические сплавы железа (рис. 2В) могут поступать в результате трансграничного переноса техногенных частиц в составе выбросов промышленных предприятий Урала и других промышленных регионов Европы. Выявить различия между техногенными и литогенными магнитными частицами сложно, поэтому целесообразно повышенную концентрацию элементов группы железа в высокомагнитных почвах агроландшафтов Среднего Предуралья объяснять природно-техногенными факторами загрязнения.

Слабомагнитный минерал монацит относится к классу фосфатов, содержит редкоземельные элементы цериевой группы (рис. 1С). Микрочастица монацита имеет окатанную форму, поверхность частицы монацита изрезана абразивными бороздками. Размер частицы 0,01 мм.



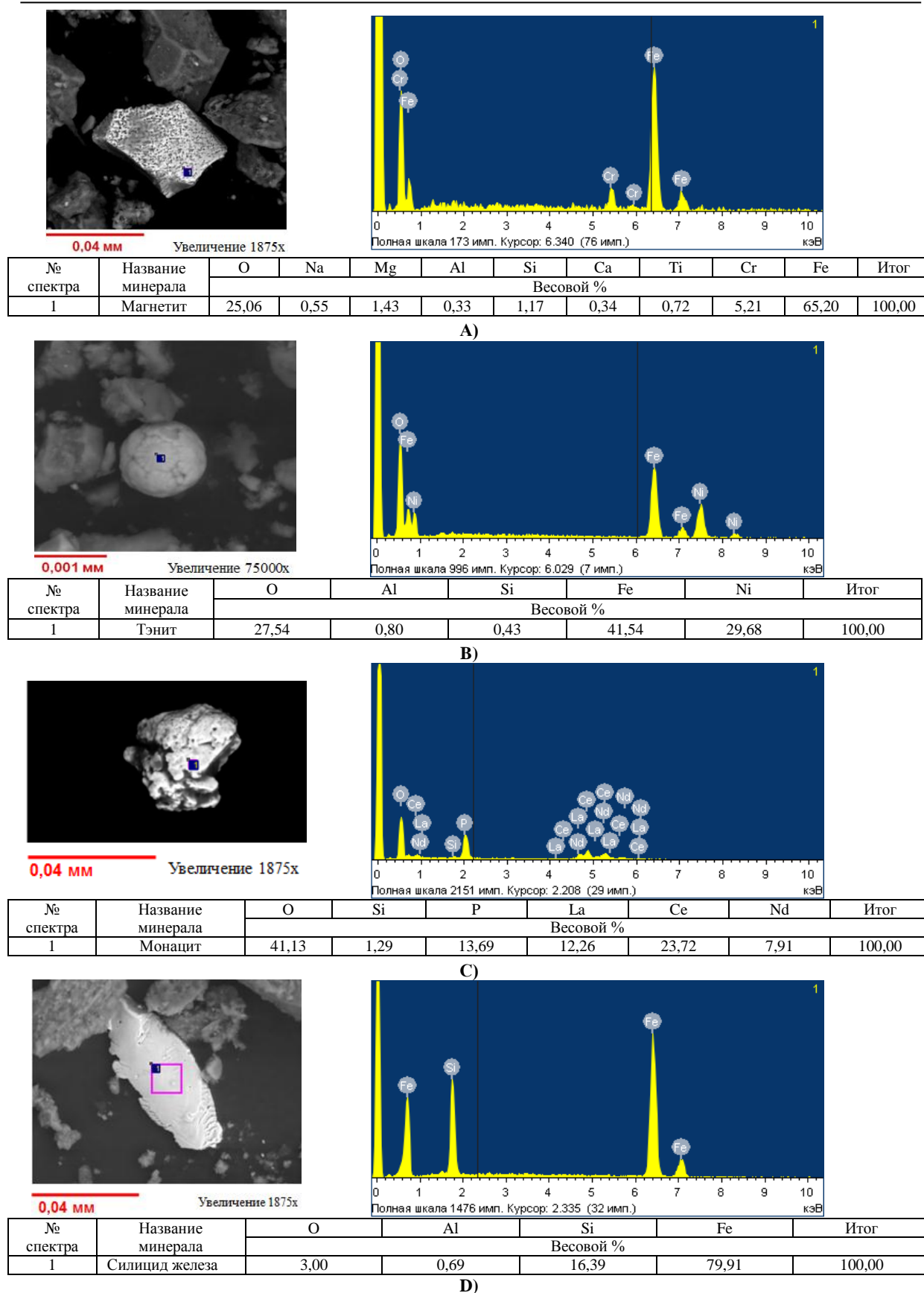


Рис. 1. Микроснимки, энергодисперсионные спектры и химический состав частиц магнитной фазы дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы: А) магнетит, В) тэнит, С) монацит, D) силицид железа (д. Ния, Карагайский район, разр. 2, Апах, 0-10 см)

Микрочастица силицида железа имеет характерный раковистый излом (рис. 1D). Сплав железа и кремния образуется при температуре около 1700° С. Это возможно при остывании

магмы вулканов, при выпадении на Землю частиц космической пыли или металлургической обработке рудного сырья [22, 31, 33].

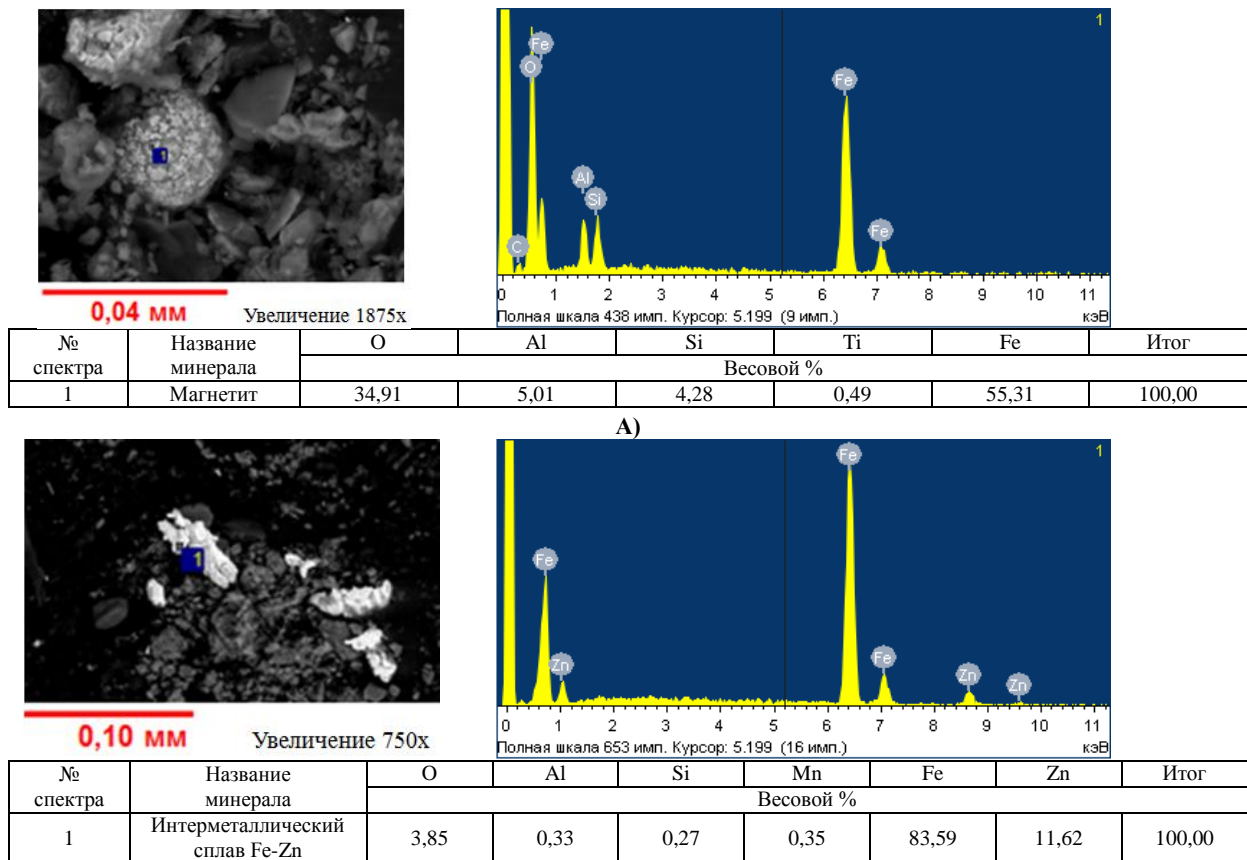
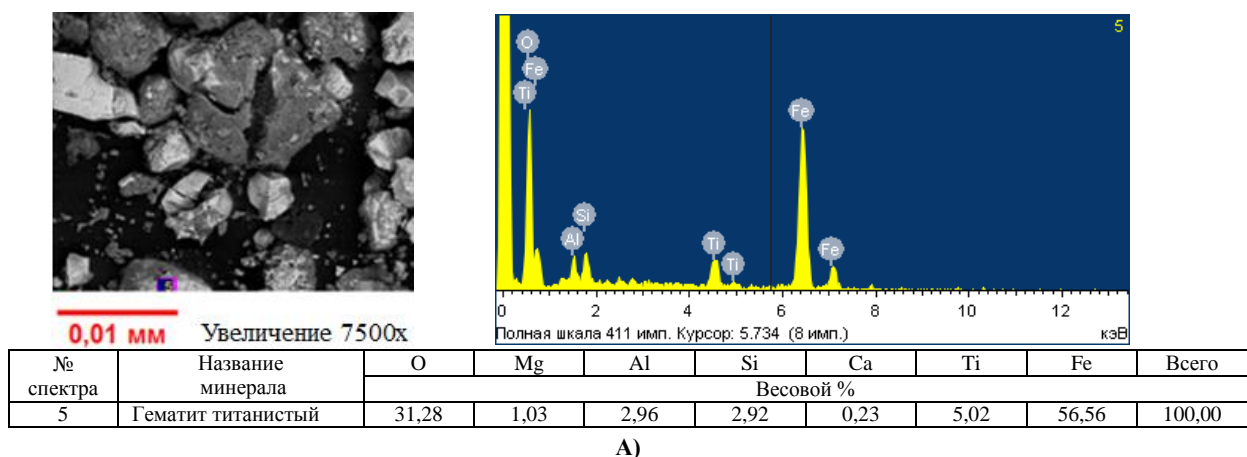


Рис. 2. Микроснимки, энергодисперсионные спектры и химический состав магнитной фазы дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы: А) магнетит, В) интерметаллический сплав Fe-Zn (д. Ния, Карагайский район, разр. 30, А пах, слой 0-20 см)

Микрочастица титанистого гематита из мелкозёма пахотной дерново-подзолистой почвы в микрорайоне Бахаревка г. Перми имеет неправильную форму, неровную поверхность и содержит 5% Ti. Размер составляет около 0,07 мм в видимой части микросним-

ка (рис. 3А) Частицы вюститита и титанистого магнетита имеют обломочную форму (рис. 3В, 3С), размер соответственно 0,017 мм и 0,037 мм. Частица вюститита имеет ноздреватую поверхность, обусловленную процессами выветривания.



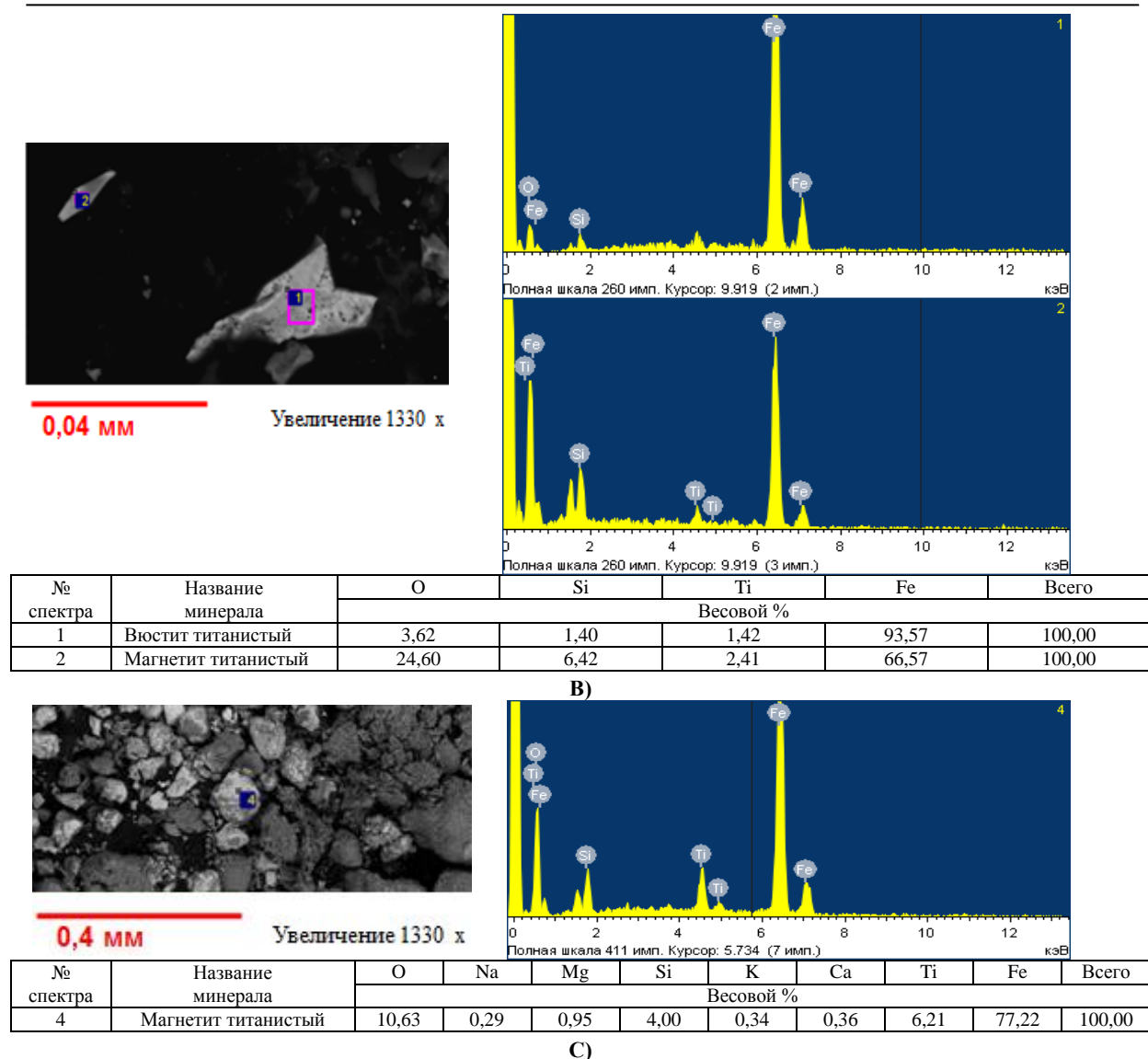


Рис. 3. Микроснимки, энергодисперсионные спектры и химический состав магнитной фазы дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы: А) гематит титанистый, В) вюстит (1), магнетит титанистый (2); С) магнетит титанистый кобальтозамещенный (микрорайон Бахаревка г. Перми, разр. 3, слой 0–10 см)

Магнитные частицы хромита, магнетита, тениита, интерметаллических сплавов являются потенциальными источниками никеля, хрома и других тяжелых металлов, которые при изменении физико-химических условий почвообразования могут поступать в почвенные растворы и представлять угрозу для биоты и гидросферы.

**Выводы.** Природное обогащение тяжелыми металлами литогенных магнитных частиц дерново-подзолистых почв может сочетаться с загрязнением почв тяжелыми металлами в составе техногенных магнитных частиц. Микролокальная концентрация потен-

циально опасных химических элементов в составе магнетита, хромита, интерметаллических сплавов дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв на покровных элювиально-делювиальных и древнеаллювиальных отложениях Среднего Предуралья достигает очень высоких значений. В системе мониторинга почвенного покрова агроландшафтов Пермского края целесообразно вместе с традиционным элементным химическим анализом почв использовать методы экологического магнетизма: магнитную восприимчивость и сканирующую электронную микроскопию в сочетании с энергодисперсионным анализом.

## Литература

1. Бабанин В. Ф., Трухин В. И., Карпачевский Л. О. Магнетизм почв. М.-Ярославль, 1995. 222 с.
2. Васильев А. А. Гидрологический режим, свойства и диагностика дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв на покровных отложениях Предуралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1994. 22 с.
3. Водяницкий Ю. Н. Природные и техногенные соединения тяжелых металлов в почвах // Почвоведение. 2014. № 4. С. 1–13.
4. Гилев В. Ю. Оксидогенез и редуктогенез в почвах на элювии и делювии пермских глин среднего Предуралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2007. 23 с.
5. Диаманетики [Электронный источник] Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/442009> (дата обращения 08.06.17).
6. Загурский А. М. Специфика микростроения и генезиса магнитных соединений железа в почвах : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 28 с.
7. Ковриго В. П. Почвы Удмуртской Республики. Ижевск : РИО Ижевская ГСХА. 2004. 490 с.
8. Копылов И. С. Литогеохимические закономерности пространственного распределения микроэлементов на Западном Урале и Приуралье // Вестник Пермского университета. Геология. 2012. № 2 (15). С. 16–34.
9. Копылов И. С. Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2012. № 12. С. 145–149.
10. Копылов И. С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 1 (10). С. 26–37.
11. Лунев Б. С., Наумова О. Б., Болотов А. А. Медистые песчаники пермского края – комплексное полезное ископаемое // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2011. № 11. С. 43–47.
12. Наноматериалы и нанотехнологии / В. М. Анищик [и др.]. Минск: Изд. центр БГУ, 2008. 375 с.
13. Осовецкий Б. М., Меньшикова Е. А. Природно-техногенные осадки. Пермь : Перм. ун-т, 2006. 208 с.
14. Разинский М. В., Гетте Е. А., Васильев А. А. Валовое содержание тяжелых металлов в разномагнитных почвах города Губаха Пермского края // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Пермь. 2014. С. 316–319.
15. Разинский М. В., Чашин А. Н., Васильев А. А. Микрозондовая диагностика магнитных частиц в почвах г. Чусового Пермского края // Молодежная наука 2014: технологии, инновации. Пермь. 2014. С. 323–326.
16. Романова А. В. Оксидогенез железа и марганца и тяжелые металлы в аллювиальных почвах южной тайги Среднего Предуралья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2012. 25 с.
17. Сагаев Э. Ф. Режимы и оксидогенез почв на древнеаллювиальных отложениях Средне-Камской низменной равнины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2005. 22 с.
18. Харун Л. И., Май И. В. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2014 году». Пермь. 2013. 232 с.
19. Banic C. et al. The physical and chemical evolution of aerosols in smelter and power plant plumes: an airborne study // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2006. V. 6. № 2–3. P. 111–120.
20. Bril H. et al. Secondary phases from the alteration of a pile of zinc-smelting slag as indicators of environmental conditions: an example from Swiętochłowice, Upper Silesia, Poland // *The Canadian Mineralogist*. 2008. V. 46. № 5. P. 1235–1248.
21. Connolly H. C., Hewins R. H. Chondrules as products of dust collisions with totally molten droplets within a dust-rich nebular environment: An experimental investigation // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1995. V. 59. № 15. P. 3231–3246.
22. Essene E. J., Fisher D. C. Lightning strike fusion: Extreme reduction and metal-silicate liquid immiscibility // *Science*. 1986. № 234(4773). P. 189–193.
23. Evans M. E., Heller F. *Environmental Magnetism: Principles and Applications of Enviromagnetics* // Academic Press. 2003. V. 86. 299 p., doi:10.1002/jqs.858.
24. Gregurek D. et al. Mineralogy and mineral chemistry of snow filter residues in the vicinity of the nickel-copper processing industry, Kola Peninsula, NW Russia // *Mineralogy and petrology*. 1999. V. 65. № 1–2. P. 87–111.
25. Gregurek D., Reimann C., Stumpfl E. F. Mineralogical fingerprints of industrial emissions-an example from Ni mining and smelting on the Kola Peninsula, NW Russia // *Science of the total environment*. 1998. V. 221. № 2. P. 189–200.
26. Knight R. D., Henderson P. J. Characterization of smelter dust from the mineral fraction of humus collected around Rouyn-Noranda, Quebec // *Metals in the Environment around Smelters at Rouyn-Noranda, Quebec, and Belledune, New Brunswick: Results and Conclusions of the GSC-MITE Point Sources Project*. Bulletin. 2005. 584 p.
27. Knight R. D., Henderson P. J. Smelter dust in humus around Rouyn-Noranda, Quebec // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2006. V. 6. № 2-3. P. 203-214.
28. Lanteigne S. et al. Mineralogy and weathering of smelter-derived spherical particles in soils: implications for the mobility of Ni and Cu in the surficial environment // *Water, Air, & Soil Pollution*. 2012. V. 223. № 7. P. 3619–3641.
29. Lanteigne S., Schindler M., McDonald A. Distribution of metals and metalloids in smelter-derived particulate matter in soils and mineralogical insights into their retention and release in a low-T environment // *The Canadian Mineralogist*. 2014. V. 52. № 3. P. 453–471.
30. Liu Q.S. et al. Environmental magnetism: principles and applications // *Reviews of Geophysics*. 2012. V. 50. № 4. RG4002, doi:10.1029/2012RG000393.
31. Mahesh A. et al. Space weathering on airless planetary bodies: clues from the lunar mineral hapkeite // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2004. № 101 (18). V. 6847–6851.
32. McCammon C. Messbauer spectroscopy of minerals // *Mineral physics & crystallography: A handbook of physical constants*. 1995. V. 332–347.
33. Pechersky D. M. Metallic iron and nickel in Cretaceous and Cenozoic sediments: the results of thermomagnetic analysis // *J. Environ. Prot*. 2010. V. 1. № 2. P. 143–154.
34. Rowan L. R., Ahrens T. J. Observations of impact-induced molten metal-silicate partitioning // *Earth and Planetary Science Letters*. 1994. № 122 (1–2). P. 71–88.

35. Savard M. M., Bonham-Carter G. F., Banic C. M. A geoscientific perspective on airborne smelter emissions of metals in the environment: an overview // *Geochemistry: Exploration, environment, analysis*. 2006. V. 6. № 2–3. P. 99–109.
36. Scanning electronmicroscopy (SEM) [Электронный ресурс] Режим доступа URL: [http://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](http://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html) (дата обращения 01.04.2017).
37. Thompson R. et al. Environmental Application of Magnetic Measurement // *Science*. 1980. V. 207. № 4430. P. 481–486.
38. Thompson R., Oldfield F. *Environmental magnetism*. London: Allen and Unwin. 1986. 227 p.
39. Vítková M. et al. Primary and secondary phases in copper-cobalt smelting slags from the Copperbelt Province, Zambia // *Mineralogical Magazine*. 2010. V. 74. № 4. P. 581–600.
40. Voytiuk Y. et al. Влияние деятельности предприятий чёрной металлургии на содержание и формы нахождения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды // *Мінералогічний журнал*. 2011. V. 33. № 3. P. 77–83.
41. Wong H. K. T. et al. In-stack and in-plume characterization of particulate metals emitted from a copper smelter // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2006. T. 6. P. 131–137.
42. Wren C. Risk assessment and environmental management: A case study in Sudbury, Ontario, Canada. *Maraltes*. 2012. P. 450.
43. Zdanowicz C. M. et al. Metal emissions from a Cu smelter, Rouyn-Noranda, Quebec: characterization of particles sampled in air and snow // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2006. V. 6. P. 147–162.

## MINERALOGICAL AND CHEMICAL FEATURES OF MAGNETIC PHASE OF SOILS OF SOUTH TAIGA OF PERMSKII KRAI

**S. M. Gorokhova**, Post-Graduate Student

**M. V. Razinsky**, Post-Graduate Student

**A. A. Vasiliev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990 Russia

E-mail: [gorohova.s@hotmail.com](mailto:gorohova.s@hotmail.com)

### ABSTRACT

With a view to improving the system for monitoring soil farmland using methods of environmental magnetism the authors studied features of mineralogy and elemental composition of magnetic phase of soddy-podzolic soils in Southern Taiga's agrolandscapes of Perm Krai. By method of dry fractionation using permanent ferrite magnet, magnetic soil phase was selected from non-magnetic matrix of fine soil. Electron probe microanalysis of magnetic phase was made by the use of the analytical complex «TescanVegaII». Direct experiment determined cell chemical and mineralogical compositions of magnetic particle phase. It was found that magnetic minerals in soil phase are local inter-profile geochemical anomalies. The priority role of chromium, nickel, and zinc in the composition of impurity elements in the magnetic fraction of fine soil was established. Minerals of iron of high-temperature genesis are present in the magnetic phase of agrolandscape soils. The obtained data confirms the expediency of using the methods of ecological magnetism for improving monitoring of the soil cover of the agrolandscapes of the region.

*Key words: ecological magnetism, sod-podzolic soils, magnetic iron minerals, heavy metals, Permskii Krai.*

### References

1. Nanomaterialy i nanotekhnologii (Nanomaterials and nanotechnologies), Anishchik V. M. [i dr.], Minsk, Izd. tsentr BGU, 2008, 375 p.
2. Babanin V. F., Trukhin V. I., Karpachevskii L. O. *Magnetizm pochv (Magnetism of soils)*, Moscow -Yaroslavl', YaGTU, 1995, 222 p.
3. Vasil'ev A. A. *Gidrologicheskii rezhim, svoistva i diagnostika dornovo-podzolistykh poverkhnostno-ogleennykh pochv na pokrovnykh otlozheniyakh Predural'ya (Hydrological regime, properties and diagnostics of sod-podzolic superficial-gley soils on the cover sediments of the Urals)*, avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Moscow, 1994, 22 p.
4. Vodyanitskii Yu. N. *Prirodnye i tekhnogennye soedineniya tyazhelykh metallov v pochvakh (Natural and technogenic compounds of heavy metals in soils)*, *Pochvovedenie*, 2014, No. 4, pp. 1–13.
5. Gilev V. Yu. *Oksidogenez i reduktogenez v pochvakh na elyuvii i delyuvii permskikh glin srednego Predural'ya (Oxidogenesis and reductogenesis in soils on eluvium and deluvium of Permian clays of the Middle Urals)*, avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Moscow, 2007, 23 p.
6. *Diamagnetiki (Diamagnetics)* [Электронный источник] Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/442009> (дата обращения 08.06.17).
7. Zagurskii A. M. *Spetsifika mikrostroeniya i genezisa magnitnykh soedinenii zheleza v pochvakh (Specificity of microstructure and genesis of magnetic compounds of iron in soils)*, avtoref. dis. ... kand. biol. nauk, Moscow, 2008, 28 p.

8. Kovrigo V. P. Pochvy Udmurtskoi Respubliki (Soil of the Udmurt Republic), Izhevsk, RIO Izhevskaya GSKhA, 2004 490 s.
9. Kopylov I. S. Litogeokhimicheskie zakonomernosti prostranstvennogo raspredeleniya mikroelementov na Zapadnom Urale i Priural'e (Lithochemical regularities of the spatial distribution of microelements in the Western Urals and the Urals), Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya, 2012. No. 2 (15). pp. 16–34.
10. Kopylov I. S. Gidrogeokhimicheskie anomal'nye zony Zapadnogo Urala i Priural'ya (Hydrogeochemical anomalous zones of the Western Urals and the Urals), Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala. 2012, No. 12, pp. 145–149.
11. Kopylov I. S. Osobennosti geokhimicheskikh polei i litogeokhimicheskie anomal'nye zony Zapadnogo Urala i Priural'ya (Features of geochemical fields and lithochemical anomalous zones of the Western Urals and Urals), Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya, 2011, No. 1 (10), pp. 26–37.
12. Lunev B. S., Naumova O. B., Bolotov A. A. Medistye peschaniki permskogo kraja – kompleksnoe poleznoe iskopaemoe (Copper sandstones of the Perm region are a complex mineral), Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala, 2011, No. 11, pp. 43–47.
13. Osovetskii B. M. Men'shikova E. A. Prirodno-tekhnogennye osadki (Natural and technogenic precipitation), Perm', Perm university, 2006, 208 p.
14. Razinskii M. V., Gette E. A., Vasil'ev A. A. Valovoe sodержanie tyazhelykh metallov v raznomagnitnykh pochvakh goroda Gubakha Permskogo kraja (The gross content of heavy metals in the mixed soil of the city of Gubakha in Perm region), Molodezhnaya nauka 2014: tekhnologii, innovatsii. Perm', 2014. pp. 316–319.
15. Razinskii M. V., Chashchin A. N., Vasil'ev A. A. Mikrozonodovaya diagnostika magnitnykh chastits v pochvakh g. Chusovogo Permskogo kraja (Microprobe diagnostics of magnetic particles in the soils of city Chusovoy Perm region), Molodezhnaya nauka 2014: tekhnologii, innovatsii, Perm', 2014, pp. 323–326.
16. Romanova A. V. Oksidogenez zheleza i margantsa i tyazhelye metally v allyuvial'nykh pochvakh yuzhnoi taigi Srednego Predural'ya (Oxygenogenesis of iron and manganese and heavy metals in alluvial soils of the southern taiga of the Middle Urals), avtoref. dis. ... kand. biol. nauk, Ufa, 2012, 25 p.
17. Sataev E. F. Rezhimy i oksidogenez pochv na drevneallyuvial'nykh otlozheniyakh Sredne-Kamskoi nizmennoi ravniny (Regimes and oxidation of soils on ancient alluvial sediments of the Middle Kamsky lowland plain), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk, Moscow, 2005, 22 p.
18. Kharun L. I., Mai I. V. Doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Permskogo kraja v 2014 godu" (Report on the state and protection of the environment of Perm region in 2014 year), Perm', 2013, 232 p.
19. Banic C. et al. The physical and chemical evolution of aerosols in smelter and power plant plumes: an airborne study, Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 2006, V. 6, No. 2-3. pp. 111–120.
20. Bril H. et al. Secondary phases from the alteration of a pile of zinc-smelting slag as indicators of environmental conditions: an example from Swiętochłowice, Upper Silesia, Poland, The Canadian Mineralogist, 2008, V. 46, No. 5, pp. 1235–1248.
21. Connolly H. C., Hewins R. H. Chondrules as products of dust collisions with totally molten droplets within a dust-rich nebular environment: An experimental investigation, Geochim. Cosmochim. Acta, 1995, V. 59. No. 15. pp. 3231–3246.
22. Essene E. J., Fisher D. C. Lightning strike fusion: Extreme reduction and metal-silicate liquid immiscibility, Science, 1986, No. 234(4773), pp. 189–193.
23. Evans M. E., Heller F. Environmental Magnetism: Principles and Applications of Enviromagnetics, Academic Press, 2003, V. 86, 299 p., doi:10.1002/jqs.858.
24. Gregurek D. et al. Mineralogy and mineral chemistry of snow filter residues in the vicinity of the nickel-copper processing industry, Kola Peninsula, NW Russia, Mineralogy and petrology, 1999, V. 65, No. 1-2. pp. 87–111.
25. Gregurek D., Reimann C., Stumpfl E. F. Mineralogical fingerprints of industrial emissions-an example from Ni mining and smelting on the Kola Peninsula, NW Russia, Science of the total environment, 1998, V. 221, No. 2. pp. 189–200.
26. Knight R. D., Henderson P. J. Characterization of smelter dust from the mineral fraction of humus collected around Rouyn-Noranda, Quebec, Metals in the Environment around Smelters at Rouyn-Noranda, Quebec, and Belledune, New Brunswick: Results and Conclusions of the GSC-MITE Point Sources Project. Bulletin, 2005, 584 p.
27. Knight R. D., Henderson P.J. Smelter dust in humus around Rouyn-Noranda, Quebec, Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 2006, V. 6, No. 2-3, pp. 203–214.
28. Lanteigne S. et al. Mineralogy and weathering of smelter-derived spherical particles in soils: implications for the mobility of Ni and Cu in the surficial environment, Water, Air, & Soil Pollution, 2012, V. 223, No. 7, pp. 3619–3641.
29. Lanteigne S., Schindler M., McDonald A. Distribution of metals and metalloids in smelter-derived particulate matter in soils and mineralogical insights into their retention and release in a low-T environment, The Canadian Mineralogist, 2014, V. 52, No. 3, pp. 453–471.
30. Liu Q. S. et al. Environmental magnetism: principles and applications, Reviews of Geophysics, 2012, V. 50, No. 4. RG4002, doi:10.1029/2012RG000393.
31. Mahesh A. et al. Space weathering on airless planetary bodies: clues from the lunar mineral hapkeite, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, No. 101 (18), pp. 6847–6851.
32. McCammon C. Messbauer spectroscopy of minerals, Mineral physics & crystallography: A handbook of physical constants, 1995, pp. 332–347.
33. Pechersky D. M. Metallic iron and nickel in Cretaceous and Cenozoic sediments: the results of thermomagnetic analysis, J. Environ. Prot, 2010, V. 1, No. 2, pp. 143–154.

34. Rowan L. R., Ahrens T. J. Observations of impact-induced molten metal-silicate partitioning, *Earth and Planetary Science Letters*, 1994, No. 122 (1-2), pp. 71–88.
35. Savard M. M., Bonham-Carter G. F., Banic C. M. A geoscientific perspective on airborne smelter emissions of metals in the environment: an overview, *Geochemistry: Exploration, environment, analysis*, 2006, V. 6, No. 2-3, pp. 99–109.
36. Scanning electronmicroscopy (SEM) [Электронный ресурс] [http://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](http://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html) (дата обращения 01.04.2017).
37. Thompson R. et al. Environmental Application of Magnetic Measurement, *Science*, 1980, V. 207, No. 4430, pp. 481–486.
38. Thompson R., Oldfield F. *Environmental magnetism*, London, Allen and Unwin, 1986, 227 p.
39. Vítková M. et al. Primary and secondary phases in copper-cobalt smelting slags from the Copperbelt Province, Zambia, *Mineralogical Magazine*, 2010, V. 74, No. 4, pp. 581–600.
40. Voytiuk Y. et al. Влияние деятельности предприятий чёрной металлургии на содержание и формы нахождения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды, *Мінералогічний журнал*, 2011, V. 33, No. 3, pp. 77-83.
41. Wong H. K. T. et al. In-stack and in-plume characterization of particulate metals emitted from a copper smelter, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, V. 6, pp. 131–137.
42. Wren C. Risk assessment and environmental management: A case study in Sudbury, Ontario, Canada, *Maraltes*, 2012, 450 p.
43. Zdanowicz C. M. et al. Metal emissions from a Cu smelter, Rouyn-Noranda, Quebec: characterization of particles sampled in air and snow, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, V. 6, pp. 147–162.

УДК 631.524.84:631.53.01:634.24(470.53)

## СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРЕМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРЕМУХИ МААКА В УСЛОВИЯХ ПЕРМИ И ЧУСОВОГО

**Н. Л. Колясникова**, д-р биол. наук, профессор; **В. А. Романцова**,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [Kolyasnikova@list.ru](mailto:Kolyasnikova@list.ru)

*Аннотация.* Материал для исследований был собран с модельных деревьев *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr., произрастающих в г. Перми и Чусовом. Изучали фертильность пыльцы ацетокарминовым методом. Семенную продуктивность определяли по 10 модельным деревьям. Вели подсчет потенциальной и реальной семенной продуктивности на учетную единицу. В качестве учетной единицы взято по 10 годичных побегов с каждого дерева черемухи. Дана характеристика пыльцевых зерен двух видов черемухи. Фертильность пыльцы оказалась достаточно высока для успешного опыления. Она варьировала от 63,9 до 73,2% – у черемухи обыкновенной и от 74,6 до 81,5% – у черемухи Маака. Реальная семенная продуктивность обоих исследованных нами видов черемухи оказалась низкой, коэффициент продуктивности составил 14–34%, что связано, по-видимому, с неблагоприятными погодными условиями лета 2017 года в сравнении с многолетними данными.

*Ключевые слова:* черемуха обыкновенная, черемуха Маака, фертильность пыльцы, потенциальная, реальная семенная продуктивность.

**Введение.** Черемуха обыкновенная и черемуха Маака являются ценными декоративными растениями. Они перспективны для озеленения городов. Черемуха Маака – ветроустойчива, морозостойка, хорошо переносит стрижку, асфальтовое покрытие, мало подвергается нападению вредителей, хороший медо-

нос. Черемуха обыкновенная – лекарственное медоносное растение, теневынослива, чувствительна к поздневесенним заморозкам, не устойчива к вредителям [7, 12, 13].

Семенная продуктивность – один из важнейших показателей адаптации вида в конкретных условиях обитания. Различают по-

тенциальную (ПСП) и реальную семенную продуктивность (РСП). Потенциальная семенная продуктивность – это число семязачтков, образующихся на любую счетную единицу: генеративный побег, особь. Реальная семенная продуктивность – это число жизнеспособных семян, продуцируемых генеративным побегом или особью [1, 2, 9].

Сплошной пересчет плодов на всех деревьях пробной площади является трудоемкой и сложной работой, поэтому обычно используют метод учета семенной продуктивности на небольшом количестве заранее выбранных растений – модельных деревьях. Впервые этот метод в России был применен на сосне В. Д. Огиевским [5].

Для лиственных деревьев (дуба, клена) Н. С. Нестеровым [4] был предложен метод определения величины семеношения древесных пород по модельным ветвям. Определение величины семенной продуктивности одного дерева по модельным ветвям является простым, быстрым и доступным для широких исследований методом. Он дает достаточно хороший, объективный, выраженный в цифровых величинах показатель – коэффициент продуктивности – и заслуживает широкого распространения при определении плодоношения лиственных древесных пород [3, 10].

Цель нашего исследования – оценить репродуктивную способность двух видов черемухи в условиях городов Перми и Чусового.

Были поставлены следующие задачи:

1. Определить фертильность пыльцевых зерен черемухи обыкновенной и черемухи Маака;
2. Установить величину потенциальной и реальной семенной продуктивности на модельный побег черемухи обыкновенной и черемухи Маака.

**Методика.** Сбор материала для исследований проводился с 10 отдельных деревьев каждого вида черемухи, произрастающих вдоль ул. Кирова и ул. Кошечева в г. Чусовом и ул. Крупской и ул. Героев Хасана в г. Перми [8]. С каждого дерева взято по 10 модельных побегов, где производили анализ потенциальной и реальной семенной продуктивности.

Фертильность пыльцы определяли по общепринятой методике З.П. Паушевой [6]. Пыльцу черемухи обыкновенной и черемухи Маака окрашивали ацетокармином и изучали

с помощью микроскопа «Микмед». Подсчет фертильных окрашенных, а также стерильных неокрашенных, мелких или сморщенных пыльцевых зерен вели в 10 полях зрения с каждого микропрепарата.

Для изучения семенной продуктивности определяли следующие данные: число семязачтков в завязи, число цветков, плодов на одном соцветии, число соцветий на годичный побег. На основании этих данных рассчитывали показатели семенной продуктивности: потенциальную семенную продуктивность (ПСП), реальную семенную продуктивность (РСП), коэффициент продуктивности (Кпр) [1]. Статистический анализ проводился в программе MS Excel.

**Результаты.** Цветки изученных видов черемухи белые, собраны в длинные густые поникающие кисти длиной 9–15 см (у черемухи обыкновенной), 6–10 см (у черемухи Маака), на цветоножках. Околоцветник двойной, состоит из 5 чашелистиков и 5 лепестков, тычинок – 20, пестик – один. Пыльцевые зерна черемухи обыкновенной и черемухи Маака трехбороздно-оровые, шаровидно-сплюсненной формы.

Фертильность пыльцевых зерен черемухи обыкновенной колебалась от 63,9 до 73,2% . Стерильная пыльца отличалась мелкими размерами (до 73%) или отсутствием окрашивания (до 29%). Исследования фертильности пыльцы черемухи Маака показали, что она варьировала от 74,6 до 81,5% . Среди стерильных пыльцевых зерен большая часть приходилась на сморщенные, с неровными краями без ядер (до 57%) или мелкие по размерам (до 43%). В среднем фертильность пыльцы обоих исследованных нами видов черемухи оказалась достаточно высока для успешного опыления.

Определение потенциальной семенной продуктивности показало, что на генеративный побег черемухи обыкновенной приходится от 152 до 231 семязачтка, но реализуются в семена всего от 30 до 39. Коэффициент продуктивности составил 14-34%, что указывает на низкую семенную продуктивность. Потенциальная семенная продуктивность на модельный генеративный побег черемухи Маака варьировала от 163 до 201 семязачтка, реальная семенная продуктивность не превысила 33–35 семян на побег. Коэффициент продуктивности всего 19–24% (рисунок).



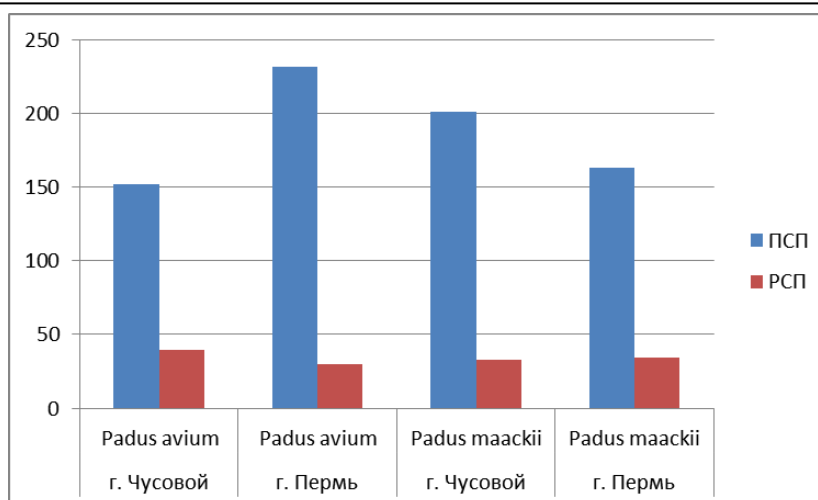


Рис. Потенциальная и реальная семенная продуктивность черемухи обыкновенной и черемухи Маака

Причины такой низкой реальной семенной продуктивности обоих исследованных видов черемухи, независимо от места исследования, могут быть связаны с неблагоприятными погодными условиями в период цветения-опыления летом 2017 года, а также недостатком опылителей. Лето 2017 г. в Пермском крае, в сравнении со средними многолетними данными, отличалось преобладанием прохладной погоды и значительным избытком осадков. Средняя температура воздуха в г. Перми в июне составила +14,3 °С, в г. Чусовом +13,9 °С.

В Перми за лето выпало 404 мм осадков, т. е. 178% от нормы, или почти две трети годо-

вой нормы. В июне в Перми выпало 136 мм (168% от нормы), в июле – 204 мм (291% от нормы) и в августе – 64 мм (84% от нормы) [11].

**Выводы.** По итогам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Фертильность пыльцы исследованных видов черемухи достаточно высока для успешного опыления, варьирует от 63,9 до 81,5%.

2. Реальная семенная продуктивность оказалась низкой, коэффициент продуктивности составил всего 14–34%, что вызвано, по-видимому, неблагоприятными погодными условиями и недостаточным опылением.

#### Литература

1. Вайнагий В. И. О методике изучения семенной продуктивности // Ботанический журнал. 1974. Т.59. №6. С. 826–831.
2. Колясникова Н. Л., Власов Ю. Н. Фенологические исследования липы мелколистной в городе Перми и его окрестностях // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2017. №1. С. 83–88.
3. Корчагин А. А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ / Полевая геоботаника. М.- Л.: Изд-во АН СССР. 1960. Т.2. С. 41–132.
4. Нестеров Н. С. К вопросу о методике исследования плодоношения деревьев // Лесопромышленный вестник. 1914. №26. С. 26–34.
5. Огиевский В. Д. О ходе плодоношения сосны в 1895-1903 гг. СПб. : тип. Спб. градоначальства, 1904. 63 с.
6. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М. : Колос, 1988. 255 с.
7. Шмыкова Е. С. Морфолого-биологические особенности черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill) в Пермском крае : автореф. дис... канд. биол. наук. Уфа, 2017. 19 с.
8. Романцова В. А., Колясникова Н. Л. Сезонное развитие двух видов черемухи в городе Перми и Чусовом // Агротехнологии XXI века : Всероссийская науч.-практ. конф. с международ. участием (8-10 ноября 2017 г.) [материалы] : в 2ч. Ч. 1. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. С. 113–116.
9. Сэкулич И. Р. Семенная продуктивность березы кустарниковой на Витимском плоскогорье // Лесоведение. 2008. №3. С. 61–65.
10. Татаринцева И. И., Горошкевич С. Н., Хуторной О. В. Отбор лучших по семенной продуктивности деревьев кудра сибирского по результатам анализа многолетних наблюдений за плодоношением // Интерэкспо-Гео Сибирь. 2011. Т.3. №2. С. 257–261.
11. Летом в Пермском крае выпало аномальное количество осадков [Электронный ресурс] // Новости Перми Режим доступа URL: [https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom\\_v\\_permskom\\_krae\\_vypalo\\_anomalnoe\\_kolichestvo\\_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php](https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom_v_permskom_krae_vypalo_anomalnoe_kolichestvo_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php) (дата обращения: 13.09.2017).
12. Leather S. R. *Prunus padus* L. // Journal of Ecology. 1996. №84 (189). P. 125–132.
13. Bean W.J. Trees and Shrubs Hardy in the British Isles / London. 1919, Vol. 2. 697 (242-256 *Prunus*).

## SEED PRODUCTION CAPACITY OF PADUS AVIUM AND PADUS MAACKII IN CONDITIONS OF PERM AND CHUSOVOY

**N. L. Kolyasnikova**, Dr. Bio. Sci., Professor

**V. A. Romanzova**

Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [Kolyasnikova@list.ru](mailto:Kolyasnikova@list.ru)

The article deals with the estimation of *Padus Avium* and *Padus Maackii* fertility. Research material was collected from model trees *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr. growing in Perm and Chusovoy. Pollen fertility was studied by acetocarmine method. Seed production capacity was determined by 10 model trees. The estimation of potential and the real seed production capacity was carried out according to the accounting unit. 10 year sprouts from each *Padus* tree were taken as accounting units. The characteristic of pollen grains of two *Padus* species was described, as a result, pollen fertility has proven to be quite high for successful pollination. It ranged from 63.9 to 73.2% in *Padus avium* Mill. and from 74.6 to 81.5% in *Padus maackii* Rupr. The real seed production capacity of both studied *Padus* species was low and represented 14-34% productivity index, apparently, due to adverse weather conditions of the summer 2017 in comparison to multi-year data.

*Key words:* *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr., pollen fertility, the potential seed production capacity, the real seed production capacity.

### References

1. Vainagii V. I. O metodike izucheniya semennoi produktivnosti (Research methods of seed productivity), Botanicheskii zhurnal, 1974, T.59, No.6, pp. 826–831.
2. Kolyasnikova N. L., Vlasov Yu. N. Fenologicheskie issledovaniya lipy melkolistnoi v gorode Permi i ego okrestnostyakh (Phenological research of *Tilia cordata* in Perm and suburbs), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No.1, pp. 83–88.
3. Korchagin A. A. Metody ucheta semenosheniya drevesnykh porod i lesnykh soobshchestv (Accounting method for seed production of timber species and forest communities), Polevaya geobotanika, Moscow- Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1960, T.2, pp. 41–132.
4. Nesterov N. S. K voprosu o metodike issledovaniya plodonosheniya derev'ev (The issue of research method for trees fruit bearing), Lesopromyshlennyi vestnik, 1914, No.26, pp. 26–34.
5. Ogievskii V. D. O khode plodonosheniya sosny v 1895-1903 gg. (About the process of pine fruit bearing in 1895-1903), Saint-Petersburg, tip. Spb. gradonachal'stva, 1904, 63 p.
6. Pausheva Z. P. Praktikum po tsitologii rastenii (Plant cytology practical work), Moscow, Kolos, 1988, 255 p.
7. Shmykova E. S. Morfologo-biologicheskie osobennosti cheremukhi obyknovЕННОI (*Padus avium* Mill.) v Permskom krae (Morphological and biological aspects of *Prunus padus* in Perm Krai), avtoref. dis... kand. biol. nauk, Ufa, 2017, 19 p.
8. Romantsova V. A., Kolyasnikova N. L. Sezonnoe razvitie dvukh vidov cheremukhi v gorode Permi i Chusovom (Seasonal development of two cultures of *Prunus padus* in Perm and Chusovoi), Agrotekhnologii XXI veka, materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Perm', 2017, pp. 113–116.
9. Cekulich I. R. Semennaya produktivnost' berezy kustarnikovoI na Vitimskom ploskogor'e (Seed productivity of *Betula fruticosa* on Vitimskoe tableland), Lesovedenie, 2008, No.3, pp. 61–65.
10. Tatarintseva I. I., Goroshkevich S. N., Khutornoi O. V. Otbor luchshikh po semennoi produktivnosti derev'ev kudra sibirskogo po rezul'tatam analiza mnogoletnikh nablyudenii za plodonosheniem (Selection of the best seed productivity trees of *Pinus sibirica* based on the results of long-term observations over the fruit bearing), Interekspo-Geo Sibir', 2011, T.3, No.2, pp. 257–261.
11. Letom v Permskom krae vypalo anomal'noe kolichestvo osadkov (The anomalous rainfall during the summer in Perm Krai), Elektronnyi resurs, Novosti Permi, Rezhim dostupa URL: [https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom\\_v\\_permskom\\_krae\\_vypalo\\_anomalnoe\\_kolichestvo\\_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php](https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom_v_permskom_krae_vypalo_anomalnoe_kolichestvo_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php) (data obrashcheniya: 13.09.2017).
12. Leather S. R. *Prunus padus* L., Journal of Ecology, 1996, No.84 (189), pp. 125–132.
13. Bean W.J. Trees and Shrubs Hardy in the British Isles, London, 1919, Vol. 2, 697 (242-256 *Prunus*).

## РОЛЬ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* ДЛЯ НУЖД ЛЕСНОГО И САДОВО-ПАРКОВОГО ХОЗЯЙСТВА

**В. В. Красноперова**, аспирант,  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,  
ул. Студенческая, д. 11, г. Ижевск, Россия, 426069,  
E-mail: [vlada-vk@bk.ru](mailto:vlada-vk@bk.ru);

**Д. Н. Власевский**,  
ФГБНУ Удмуртский НИИСХ,  
ул. Ленина, 1, с. Первомайский, Завьяловский район, Удмуртская Республика, Россия, 427007  
E-mail: [ugniish@yandex.ru](mailto:ugniish@yandex.ru)

*Аннотация.* В исследованиях 2016–2017 гг. рассматривается вопрос вегетативного размножения хвойных растений методом культуры *in vitro*. Работы по выделению модельных особей для сбора эксплантов проводились на базе Удмуртского государственного университета в разных экологических категориях насаждений города Ижевска Удмуртской республики. Лабораторные опыты проводили в стерильных условиях меристемной лаборатории Удмуртского НИИСХ. В культуру *in vitro* вводили почки и стеблевые черенки взрослых особей хвойных растений. Для стерилизации тканей хвойных растений использовали 3 реагента: 5% раствор гипохлорита натрия (контроль); 5% спиртовой раствор хлоргексидина; 6% раствор хлорамина. Посадку эксплантов проводили на питательные среды с добавлением антибиотика, сахарозы и активированного угля: среда Мурасиге-Скуга (MS) (контроль); среда Андерсона; среда Woody Plant Medium (WPM). Гормоны роста добавляли по схеме в каждую питательную среду: 1) без гормонов (контроль); 2) 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота); 3) 2,4-динитрофенол; 4) 2,4-Д + 6-БАП (6-бензиламинопури); 5) 2,4-динитрофенол + 6-БАП. В результате исследований изучены технологии вегетативного размножения хвойных растений современными биотехнологическими методами для нужд лесного и садово-паркового хозяйства. Определен наилучший стерилизующий реагент – гипохлорит натрия, воздействующий на грибную и бактериальную микрофлору и не повреждающий меристематические ткани эксплантов. На питательной среде WPM продолжили свое развитие 64% черенков, что является наилучшим показателем среди используемых сред. Сочетание гормонов ауксина и цитокинина в питательной среде ускорило каллусообразование на 5–10 дней по сравнению с другими вариантами опыта.

*Ключевые слова:* хвойные растения, культура *in vitro*, стерилизация, питательные среды, регуляторы роста, каллусогенез.

**Введение.** В настоящее время в жилой зоне городской среды зеленые насаждения являются одним из наиболее эффективных экономических средств повышения комфортности и качества жизни населения [1].

В условиях увеличения техногенных нагрузок санитарно-гигиеническая роль покрытых растительностью пространств города является мощным средством нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения. Озелененные территории влияют на микроклиматические характеристики городской среды, оказывают воздействие на скорость движения

воздушных потоков, уровень инсоляции поверхностей на уровне земли, зданий и сооружений, а также снижают шумовую нагрузку от автомобилей и других источников [2].

Вопрос экологической устойчивости лесных и пригородных экосистем поднимается в работах многих авторов. В своих исследованиях они указывают на необходимость производства высококачественного посадочного материала лесных и декоративных культур для поддержания популяций хозяйственно-ценных пород древесных растений и их быстрое возобновление различными методами [3, 4, 5–9].

В озеленении городов в основном преобладают лиственные породы, хвойные – используются реже, что связано с их низкими адаптивными возможностями. Однако хвойные насаждения способны к значительному вкладу в оздоровление атмосферного воздуха промышленных районов, для них характерна значительная газо- и пылезадерживающая способность. Повышенную устойчивость к атмосферным загрязнителям проявляют голубые и сизые формы ели колючей (*Picea pungens* Glauca) [1].

С внедрением новых приемов и методов выращивания посадочного материала появилась возможность ускорить размножение древесных пород с сохранением хозяйственно ценных признаков для городского озеленения. Эта проблема решается с помощью принципиально новых методов вегетативного размножения, основанных на биотехнологии [10].

Биотехнологические процессы базируются на использовании биотехнологического потенциала микроорганизмов, растительных и животных клеток, тканей и органов, культивируемых на искусственных питательных средах. В настоящее время во многих странах мира развитию биотехнологии придается первостепенное значение в силу ряда существенных преимуществ перед другими видами технологий: биотехнологические процессы обладают низкой энергоемкостью, почти безотходны, экологически чистые [11]. Такой технологии выращивания посадочного материала улучшенного качества уделяют внимание и придают большое значение зарубежные авторы [12–16].

Обычно наиболее пригодны для культивирования *in vitro* экспланты из семян или проростков (ювенильный материал). Однако, посадочный материал, полученный таким способом, аналогичен посадочному материалу из семян, использование которого не позволяет полностью воспроизвести генотип исходного растения.

Поэтому наибольший интерес представляет использование в качестве первичного экспланта вегетативных частей растений. В научной литературе имеется ряд публикаций, свидетельствующих об успешных экспериментах, выполненных на растениях сосны: *Pinus roxburghii*, *P. patula*, *P. wallichiana*, *P. sibirica*; лиственницы: *Larix decidua*, *L. lep-*

*tolepis*, *L. laricina*, *L. x eurolepis*, или европейской *Picea abies*, можжевельника сибирского *Juniperus sibirica*, хвойника односемянного *Ephedra monosperma* [15, 17, 18, 19].

Полученный методом клонального микроразмножения посадочный материал генетически абсолютно идентичен исходной форме. Однако материнское растение должно быть здоровым, не поражённым грибными, бактериальными и вирусными болезнями.

Цель исследования – выявить наиболее эффективный способ ускоренного размножения хвойных пород для нужд лесного и садово-паркового хозяйства.

Главной задачей является введение в культуру *in vitro* хвойных растений ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. и ели колючей *Picea pungens* Engelm.

**Методика.** Исследования 2016–2017 гг. проводили в стерильных условиях меристемной лаборатории Удмуртского НИИСХ. В работе использовали метод микрклонального размножения растений *in vitro*, основанный на вычленении меристематических тканей вегетативных частей средневозрастных древесных растений хвойных пород.

Определение древесных растений ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. и ели колючей *Picea pungens* Engelm. с хорошим жизненным состоянием для дальнейшего сбора эксплантов проводилось на базе Удмуртского государственного университета. Стационарные участки заложены в разных экологических категориях насаждений, произрастающих в условиях разной степени интенсивности загрязнения среды г. Ижевска, крупного промышленного центра Приволжского региона [20]. Выделены модельные особи, отличающиеся высокими баллами жизнестойкости и высокой функциональной активностью. В дальнейшем с этих растений проводился сбор почек и черенков для введения в культуру *in vitro*.

Для стерилизации тканей хвойных растений использовали 3 реагента: 5% раствор гипохлорита натрия (контроль), экспозиция – 30 мин; 5% спиртовой раствор хлоргексидина, экспозиция – 10 мин; 6% раствор хлорамина, экспозиция – 10 мин. После этого экспланты промывали 3 раза в стерильной дистиллированной воде.

Посадку эксплантов проводили на различные питательные среды с добавлением

одинакового количества антибиотика, сахара и активированного угля: среда Мурасиге-Скуга (MS) (контроль); среда Андерсона; среда Woody Plant Medium (WPM).

Добавление гормонов роста проводилось по схеме в каждую питательную среду: 1) без гормонов (контроль); 2) 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) – 2 мг/л; 3) 2,4-динитрофенол – 0,092 мг/л; 4) 2,4-Д + 6-БАП (6-бензиламинопурин) – 2 мг/л + 2 мг/л; 5) 2,4-динитрофенол + 6-БАП – 0,092 мг/л + 2 мг/л.

Пробирки с эксплантами в течение двух недель культивировали в комнате без доступа света при температуре 22...25 °С и влажности 70%. Дальнейшее культивирование проводили при +26 °С, световом периоде 16 ч и освещённости 4–5 тыс. люкс.

**Результаты.** В результате исследований 2016–2017 гг. наилучшим стерилизующим агентом отмечен 5% раствор гипохлорита натрия с 30-минутной экспозицией стеблей и почек хвойных растений. Наиболее эффективной оказалась стерилизация почек: приживаемость ели колючей составила 83%, ели европейской – 65%. Для стерилизации стеблевых черенков потребовалось увеличение концентрации раствора гипохлорита натрия до 7–10%.

Использование хлоргексидина с экспозицией 10 минут позволило избавиться от грибкового заражения, но привело к полному отмиранию тканей эксплантов. Стерилизация раствором хлорамина в течение 10 минут показала противоположный результат, обеспечить асептику тканей растений не удалось. В связи с заражением питательной среды грибной и бактериальной микрофлорой все экспланты погибли.

Оптимальной средой для посадки эксплантов определена среда WPM, на которой

продолжили свое развитие 64% черенков от общего количества высаженных эксплантов. На среде Андерсона и Мурасиге-Скуга выживаемость эксплантов составила 21 и 15% соответственно. В сравнении с другими средами экспланты на среде WPM имели ярко-зеленую окраску и свежий вид более длительное время; интенсивный верхушечный рост и рост каллуса продолжался в течение 6 месяцев.

Добавление гормонов роста в питательную среду также повлияло на рост эксплантов и образование каллуса. Наилучший результат получен при совместном добавлении в среду ауксина и цитокинина, при этом к третьей неделе культивирования был заметен верхушечный рост черенков, тогда как на среде без гормонов рост начался на две недели позже. Сочетание гормонов в питательной среде ускорило каллусообразование, которое началось на 10-й день после посадки, при добавлении только ауксинов нарастание каллуса стало заметно на 15–17 день, а на безгормональной среде каллус образовался на 22–25 день или не обнаружен вовсе.

**Выводы.** 1. По результатам исследований определен оптимальный стерилизующий реагент – раствор гипохлорита натрия (NaOCl), который позволил избавиться от бактериального и грибкового заражения эксплантов при сохранении жизнеспособности меристематических тканей.

2. Наиболее оптимальной питательной средой для введения в культуру *in vitro* хвойных растений определена среда WPM, позволяющая длительное время культивировать растения перед посадкой в почву.

3. Сочетание ауксинов и цитокининов в питательной среде также способствовало лучшему росту и развитию каллуса эксплантов.

#### Литература

1. Биоэкологические особенности хвойных растений в условиях городской среды: уч.-науч. изд. / И. Л. Бухарина, А. С. Пашкова, К. Е. Ведерников [и др.]. Ижевск : Удмуртский ун-т, 2015. 152 с.
2. Масалова Л. И., Фирсов А. Н. Перспективы использования североамериканских хвойных интродуцентов для улучшения микроклимата населенных пунктов // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине : материалы Междунар. науч.-практич. конф. Москва : Щербинская типография, 2016. С. 114–118.
3. Корнев И. А. Перспективы развития микроклонального размножения древесных и недревесных растений в Костромской области // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. 2011. Вып. 1 (24). Ч. 2. С. 52–55.
4. Costanza A., McCord S. Forest Biotechnology and Its Responsible Use: A Biotech Tree Primer by the Institute of Forest Biotechnology / Createspace. 2011. 30 p.
5. Газизуллин А. Х. Современное состояние лесной биотехнологии в мире и в России // Вестник Казанского ГАУ, 2012. № 4 (26). С. 94–98.
6. Жигунов А. В. Применение биотехнологий в лесном хозяйстве России // Лесной журнал. 2013. № 2. С. 27–35.

7. Фотосинтетическая активность хвойных растений в условиях урбаноэкосистем (на примере г. Ижевска) / А. С. Алексеенко, Е. В. Пашков, К. Е. Ведерников [и др.] // Известия Уфимского научного центра РАН. 2013. № 3. С. 57–60.
8. Видякин А. И. Научные основы восстановления и сохранения лесных генетических ресурсов России // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири : материалы 4-го междунар. совещания, 24-29 августа 2015 г. Барнаул, 2015. С. 33–34.
9. Красноперова В. В. Использование хвойных растений в городском озеленении // Городская среда: экологические и социальные аспекты : сб. статей науч.-практич. конф., 19 апреля 2017 г. Ижевск. 2017. С. 135–139.
10. Лесные культуры: учебное пособие / под общ. ред. проф. А. Р. Родина. Н. Новгород, 2009. 464 с.
11. Калашникова Е. А., Родин А. Р. Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов клеточной и геномной инженерии: учеб. пособие; изд. 2, испр. и доп. М.: МГУЛ, 2001. 73 с.
12. Brown C. L. Forest as Energy Sours in the Year 2000 // Journal of Forestry. 1976. V. 74. № 1. P. 74–77.
13. Tissue culture as a tool for *in vitro*-Mass Propagation of aspen / K.M. Barocka, M. Baus, E. Lontke, F. Sievert // Z. Pflanzenzuchtg. 1985. P. 340–343.
14. Hasnain S. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential // Forestry Chronicle. 1986. V. 62. № 4. P. 219–225.
15. Malabadi R. B., Nataraja K. Genetic transformation of Conifers: Applications in and Impacts on commercial Forestry // Transgenic plant Journal. 2007. T. 1(2). P. 289–313.
16. Lelu-Walter M-A., Bernier-Cardou M., Klimaszewska K. Clonal plant production from self-and cross-pollinated seed families of *Pinus sylvestris* through somatic embryogenesis // Plant Cell Tiss Organ Cult. 2008. V. 92. P. 31–45.
17. Микроразмножение хвойных в условиях *in vitro* / Е. В. Юшкова, Е. В. Никонорова, Н. А. Величко [и др.] // Лесной журнал. 2001. № 4. С. 129–132.
18. Плынская Ж. А., Аёшина Е. Н., Величко Н. А. Культивирование хвойных в условиях *in vitro* // Хвойные бореальной зоны. 2008. № 1-2. С. 68–70.
19. Коптина А. В., Сергеев Р. В., Шургин А. И. Технологии размножения хвойных пород в культуре *in vitro* // Лесохозяйственная информация. 2008. № 3-4. С. 40–42.
20. К вопросу изучения показателей качества семян хвойных растений, произрастающих в городских насаждениях (на примере г. Ижевска) / К. Е. Ведерников, И. Л. Бухарина, А. Н. Журавлева [и др.] // Успехи современной науки и образования. 2016. №10, Том 7. С. 113–116.

## THE ROLE OF VEGETATIVE REPRODUCTION OF IN VITRO CULTURE CONIFEROUS PLANTS FOR FORESTRY AND GARDENING MANAGEMENT

**V. V. Krasnoperova**, Post-Graduate Student  
FSBEI HE Izhevsk State Agricultural Academy  
11, Studencheskaya st., Izhevsk 426069 Russia  
E-mail: [vlada-vk@bk.ru](mailto:vlada-vk@bk.ru);

**D. N. Vlasevsky**, Senior Researcher  
FSBSI Udmurt Scientific Research Institute  
1, Lenina st., p. Pervomaysky, Zavyalovsky District, Udmurt Republic 427007 Russia  
E-mail: [ugniish@yandex.ru](mailto:ugniish@yandex.ru)

### ABSTRACT

The studies of 2016-2017 examine vegetative reproduction of coniferous plants by *in vitro* culture method. The model specimen for explant collection was selected on the base of Udmurt State University among green spaces with various environments in Izhevsk, the Udmurt Republic. Laboratory experiments were carried out under sterile conditions of meristem laboratory of Udmurt Scientific Research Institute. Buds and stem cuttings of adult coniferous plants were inserted into *in vitro* culture. Three reagents were used for the sterilization of coniferous plants tissues: 5% sodium hypochlorite solution (control); 5% alcohol solution of chlorhexidine; 6% chloramine solution. Explants were placed into nutrient media with the addition of antibiotic, sucrose and activated carbon: Murashige and Skoog medium (MS) (control); Anderson's medium; Woody Plant Medium (WPM). Growth hormones were added according to the scheme to each nutrient medium: 1) without hormones (control); 2) 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid); 3) 2,4-dinitrophenol; 4) 2,4-D + 6-BAP (6-benzylaminopurine); 5) 2,4-dinitrophenol + 6-BAP. As a result of the research, the technologies of vegetative reproduction of coniferous plants by modern biotechnological methods for use in forestry and gardening management were investigated. Sodium hypochlorite that affects the fungus and bacterial microflora and does not damage meristematic tissues of explants was determined as the best

sterilizing reagent. The best performance among presented media was shown by the WPM nutrient medium, where 64% of the cuttings continued their development. The combination of auxin and cytokinin hormones in nutrient medium accelerated callus formation for 5-10 days in comparison with other experiment variants.

*Key words: coniferous plants, in vitro culture, sterilization, nutrient media, growth regulators, callusogenesis.*

#### References

1. Bukharina I. L., Pashkova A. S., Vedernikov K. E. et al. Bioekologicheskie osobennosti khvoinykh rastenii v usloviyakh gorodskoi sredy (Bioecological aspects of coniferous plants under urban conditions), uch.-nauch. izd., Izhevsk, Udmurtskii un-t, 2015, 152 p.
2. Masalova L. I., Firsov A. N. Perspektivy ispol'zovaniya severoamerikanskikh khvoinykh introdutsentov dlya uluchsheniya mikroklimata naselennykh punktov (The prospect of North American invasive plants for the the improvement of communities microclimate), Biologicheskie osobennosti lekarstvennykh i aromatischeskikh rastenii i ikh rol' v meditsine, materialy Mezhdunar. nauch.-praktich. konf., Moskva, Shcherbinskaya tipografiya, 2016, pp. 114–118.
3. Korenev I. A. Perspektivy razvitiya mikroklonal'nogo razmnzheniya drevesnykh i nedrevesnykh rastenii v Kostromskoi oblasti (Development prospects of microclonal propagation of woody and non-woody plants in Kostromskaya Oblast), Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo khozyaistva, 2011, Vyp. 1 (24), Ch. 2, pp. 52–55.
4. Costanza A., McCord S. Forest Biotechnology and Its Responsible Use, A Biotech Tree Primer by the Institute of Forest Biotechnology, Createspace, 2011, 30 p.
5. Gazizullin A. Kh. Sovremennoe sostoyanie lesnoi biotekhnologii v mire i v Rossii (The current state of forest biotechnology in the World and in Russia), Vestnik Kazanskogo GAU, 2012, No. 4 (26), pp. 94–98.
6. Zhigunov A. V. Primenenie biotekhnologii v lesnom khozyaistve Rossii (Implementation of biotechnologies into forest management of Russia), Lesnoi zhurnal, 2013, No. 2, pp. 27–35.
7. Alekseenko A. S., Pashkov E. V., Vedernikov K. E. et al. Fotosinteticheskaya aktivnost' khvoinykh rastenii v usloviyakh urbanoekosistem (na primere g. Izhevsk) (Photosynthetic activity of coniferous plants under urban ecosystem conditions), Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2013, No. 3, pp. 57–60.
8. Vidyakin A. I. Nauchnye osnovy vosstanovleniya i sokhraneniya lesnykh geneticheskikh resursov Rossii (Scientific basis of recovery and reduction of genetic resources in Russia), Sokhraneniye lesnykh geneticheskikh resursov Sibiri, materialy 4-go mezhdunar. soveshchaniya, 24-29 avgusta 2015 g., Barnaul, 2015, pp. 33–34.
9. Krasnoperova V. V. Ispol'zovanie khvoinykh rastenii v gorodskom ozelenenii (Coniferous plants in urban greening), Gorodskaya sreda: ekologicheskie i sotsial'nye aspekty, sb. statei nauch.-praktich. konf., 19 aprelya 2017 g., Izhevsk, 2017, pp. 135–139.
10. Lesnye kul'tury (Forest crops), uchenoe posobie, pod obshch. red. prof. A. R. Rodina, N. Nov-gorod, 2009, 464 p.
11. Kalashnikova E. A., Rodin A. R. Poluchenie posadochnogo materiala drevesnykh, tsvetochnykh i travyanistykh rastenii s ispol'zovaniem metodov kletochnoi i gennoi inzhenerii (Acquirability of planting materials of woody, flowering and herbaceous plants with the implementation of cell and genetic engineering methods), ucheb. posobie, izd. 2, ispr. i dop., Moscow, MGUL, 2001, 73 p.
12. Brown C. L. Forest as Energy Sours in the Year 2000, Journal of Forestry, 1976, V. 74, No. 1, pp. 74–77.
13. Barocka K. M., Baus M., Lontke E., Sievert F. Tissue culture as a tool for in vitro-Mass Propagation of aspen, Z. Pflanzentzucht, 1985, pp. 340–343.
14. Hasnain S. Tissue culture in forestry: economic and genetic potential, Forestry Chronicle, 1986, V. 62, No. 4, pp. 219–225.
15. Malabadi R. B., Nataraja K. Genetic transformation of Conifers, Applications in and Impacts on commercial Forestry, Transgenic plant Journal, 2007, T. 1(2), pp. 289–313.
16. Lelu-Walter M.-A., Bernier-Cardou M., Klimaszewska K. Clonal plant production from self-and cross-pollinated seed families of Pinus sylvestris through somatic embryogenesis, Plant Cell Tiss Organ Cult., 2008, V. 92, pp. 31–45.
17. Yushkova E. V., Nikonorova E. V., Velichko N. A. et al. Mikrorazmnzhenie khvoinykh v usloviyakh in vitro (Micropropagation of coniferous under in vitro conditions), Lesnoi zhurnal, 2001, No. 4, pp. 129–132.
18. Plynskaya Zh. A., Aeshina E. N., Velichko N. A. Kul'tivirovanie khvoinykh v usloviyakh in vitro (Coniferous cultivation under in vitro conditions), Khvoinye boreal'noi zony, 2008, No. 1-2, pp. 68–70.
19. Koptina A. V., Sergeev R. V., Shurgin A. I. Tekhnologii razmnzheniya khvoinykh porod v kul'ture in vitro (Propagation technologies of in vitro culture coniferous), Lesokhozyaistvennaya informatsiya, 2008, No. 3-4, pp. 40–42.
20. Vedernikov K. E., Bukharina I. L., Zhuravleva A. N. et al. K voprosu izucheniya pokazatelei kachestva semyan khvoinykh rastenii, proizrastayushchikh v gorodskikh nasazhdeniyakh (na primere g. Izhevsk) (To the issue of quality parameters of coniferous seeds growing in urban green spaces), Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya, 2016, No. 10, Tom 7, pp. 113–116.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 637.02

### РАЗРАБОТКА СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НЕПИЩЕВЫХ БОЕНСКИХ ОТХОДОВ

**Г. В. Жданкин**, канд. экон. наук, доцент;  
**Г. В. Новикова**, д-р техн. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА,  
пр-т Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, Россия, 603107  
E-mail: [ngsha-kancel-1@bk.ru](mailto:ngsha-kancel-1@bk.ru)

*Аннотация.* Предметом исследования является технологический процесс термообработки, обеззараживания и разделения на фракции непищевых боенских отходов в непрерывном режиме в сверхвысокочастотной установке с коническими резонаторами, обеспечивающими центрифугирование сырья. Описана разработка сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме. Трехмерное моделирование конструктивного исполнения СВЧ-установки проведено в программе Компас-3D V15. Описан принцип действия разработанной сверхвысокочастотной установки для термообработки сырья животного происхождения и отделения жидкой фракции. Установка содержит цилиндрический экранирующий корпус, внутри которого расположены рабочие камеры, состоящие из двух узлов. В верхнем узле расположена коническая часть резонатора с внутренней насечкой, а в нижнем узле – вращающаяся дисковая терка как основание резонатора с конической тарелкой с прорезями на образующей, выполненной из диэлектрического материала. Электроприводной модуль расположен под нижним основанием экранирующего корпуса. Разделение сырья на жидкую и твердую фракции происходит за счет центрифугирования. Приведена технико-экономическая оценка применения разработанной сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых боенских отходов, производительностью 200 кг/ч. За счет улучшения микробиологических показателей увеличивается срок годности продукта.

*Ключевые слова:* сверхвысокочастотный генератор, термообработка, обеззараживание, непищевые отходы животного происхождения, многомодульная установка, центрифуга.

**Введение.** В процессе убоя скота и переработки мяса на бойнях и мясоперерабатывающих предприятиях образуется значительное количество биологических отходов, утилизация которых строго регламентируется ветеринарно-санитарными правилами сбора, утилизации биологических отходов. Сюда относятся непищевые отходы и малоценные в пищевом отношении продукты, получаемые при переработке скота, птицы, кроликов и других животных, а также отходы пищевой, технической и специальной продукции на мясокомбинатах, в колбасных, консервных цехах.

Операционно-технологическая схема переработки отходов убоя в корма в мясокомбинатах включает сортировку, измельчение, варку, разделение на фракции и скармливание животным. Непищевые отходы жира, мяса, шкур, боя костей, крови измельчают до определенного размера взвешенных твердых частиц. Затем измельченное сырье при помощи роторно-лопастного насоса перекачивается на шнековый пресс-сепаратор, где разделяется на твердую и жидкую фракции. Измельченные отходы боен, содержащие большое количество жидкости, направляются для разделения



на твердую и жидкую фракцию на шнековый сепаратор, где удаляется большая часть свободной и связанной жидкости. Твердые составляющие содержат сухие вещества 35%...40%. Жидкая фракция поступает на доочистку от оставшихся взвешенных примесей и жира на сепараторы [1].

В малых фермерских хозяйствах, где нет специализированного оборудования, трудно решаются задачи, связанные с переработкой непищевых отходов. Здесь требуется продуманный подход к переработке отходов при сниженных эксплуатационных затратах и к эффективному использованию продукции в качестве белкового корма. Поэтому совмещение процессов измельчения, варки, стерилизации и отделение жидкой фракции в одном устройстве – актуальная задача.

Нами разработаны установки, совмещающие процессы измельчения сырья, термообработки и обеззараживания продукта с использованием микроволновой технологии [2–10]. Однако, задача повышения кормовой ценности непищевых боенских отходов воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты в непрерывном режиме, в сочетании с механическим измельчением и центрифугированием при использовании мало-мощных магнетронов, остается нерешенной.

Цель работы – разработка сверхвысоко-частотной установки, для термообработки непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме.

**Методика.** Трехмерное моделирование конструктивного исполнения СВЧ-установки проведено в программе Компас-3D V15. В научной работе обосновываются конструирования объемных резонаторов по программам трехмерного компьютерного моделирования электрического поля CST Studio Suite 2015 и ее подпрограммы CST Microwave Studio. Исследование закономерностей технологических процессов выполнено на основе научной гипотезы о поведении электродинамических систем при обеспечении непрерывного режима термообработки сырья, реализованного в СВЧ-установках [11–15].

**Результаты.** Сверхвысоко-частотная (СВЧ) установка для термообработки сырья животного происхождения и отделения жидкой фракции содержит: цилиндрический экранирующий корпус 1, внутри которого по периферии

расположены рабочие камеры 2 (рис. 1). На крышке экранирующего корпуса 1 расположены СВЧ генераторные блоки 3. Каждая рабочая камера 2 состоит из двух частей. Нижняя часть рабочей камеры содержит сливной патрубков 4 из неферромагнитного материала, выполняющий функцию запредельного волновода. Все сливные патрубки соединены с емкостью 5 для сбора жидкой фракции. Для этого рабочие камеры установлены по периферии цилиндрического экранирующего корпуса так, что сливные патрубки 4 направлены в центр, где расположена емкость 5. Через крышку экранирующего корпуса 1 и корпуса верхней части 9 рабочей камеры 2 проложен корпус нагнетательного шнека от измельчителя 6. Причем, измельчающий механизм (решетка и нож) 10 вставлен в боковую поверхность конического корпуса и конической части резонатора 11. С боковой стороны экранирующего корпуса 1 (снаружи) установлены емкости 7 для сбора твердой фракции. Каждая рабочая камера 2 имеет индивидуальный электроприводной блок 8, установленный под основанием экранирующего корпуса 1 и прикрепленный к монтажному каркасу.

В верхней части рабочей камеры 2 имеется коническая часть 11 резонатора, выполненная в виде терки с внутренней насечкой и фиксированная вплотную к коническому корпусу из неферромагнитного материала с помощью специального фиксатора. Причем, этот конический корпус направлен соосно в нижнюю часть 13 рабочей камеры 2. Нижняя часть 13 рабочей камеры 2 состоит из конической диэлектрической тарелки 14 и конического поддона 15 из неферромагнитного материала.

Основание конического поддона с малым диаметром, выполненный под наклоном и содержащий сливной патрубков 4 для слива жидкой фракции продукта, устанавливается на электроприводной блок 8. При этом на вал электродвигателя жестко фиксируется, с помощью зажимного винта, коническая диэлектрическая тарелка 14 с прорезами на образующей и дисковая часть резонатора в виде терки 12, расположенная на основании тарелки 14. На верхнем крае конического поддона 15 имеется вырез для выгрузки твердой фракции продукта. Коническая часть резонатора (усеченный конус) 11, выполнена в виде терки с

внутренней насечкой. Дисковая часть резонатора 12 выполнена также в виде терки. Размеры конического резонатора с насечкой согласованы с длиной волны. Коническая диэлектрическая тарелка 14 и дисковая часть 12 резонатора устанавливаются на вал электродвигателя с помощью зажимного винта, что позволяет легко демонтировать узлы. Дисковая часть резонатора 12 выполнена в виде терки и

по центру имеет отверстие 16. Образующая конической диэлектрической тарелки 14 выполнена с прорезами. На основании тарелки по центру имеется отверстие 16 для вала электродвигателя. Конический поддон 14 по центру имеет подставку для конической тарелки 14 и отверстие 17 для вала электродвигателя. Все эти отверстия 16, 17 расположены соосно.

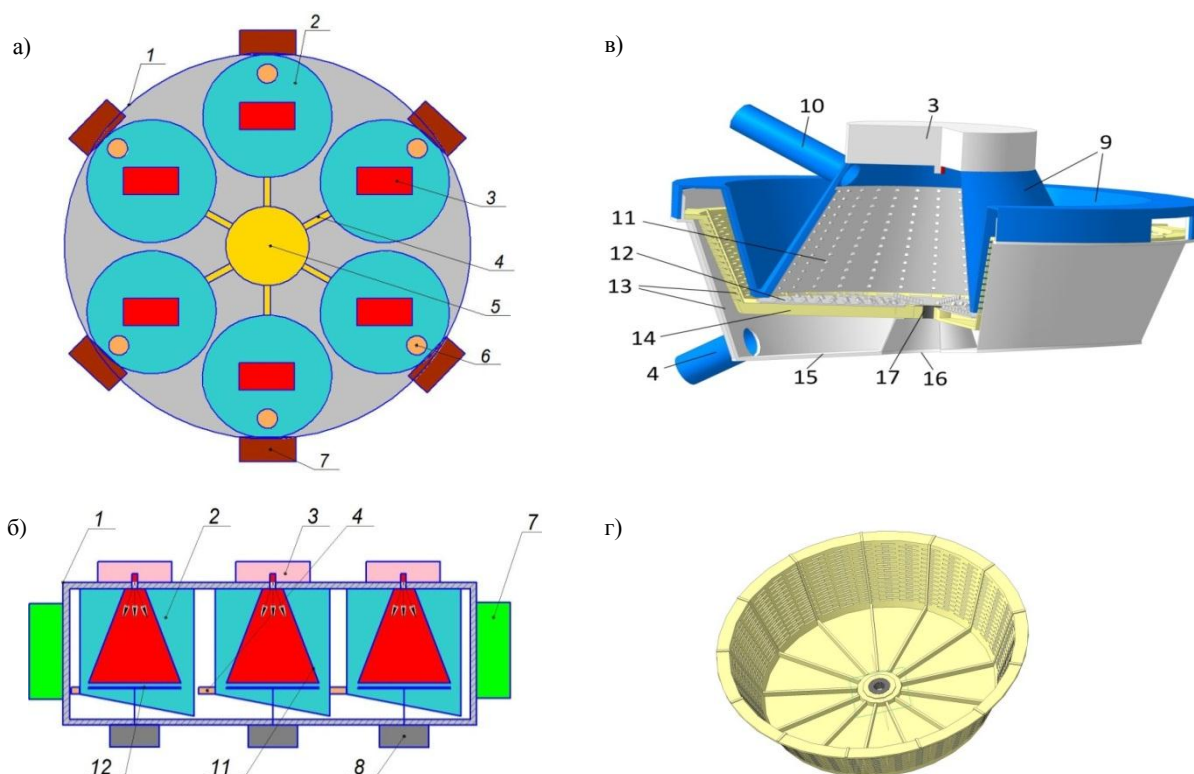


Рис. 1. Многомодульная центробежная сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья и отделения жидкой фракции:

а) вид сверху; б) вид сбоку; в) пространственное изображение рабочей камеры; г) коническая тарелка; 1 – цилиндрический экранирующий корпус; 2 – рабочие камеры; 3 – сверхвысокочастотные генераторные блоки; 4 – сливные патрубки; 5 – емкость для жидкой фракции; 6 – измельчители; 7 – емкости для твердой фракции; 8 – электродвигатели; 9 – верхняя часть рабочей камеры; 10 – нож, решетка; 11 – конические части резонаторов; 12 – дисковые части резонаторов; 13 – нижняя часть рабочей камеры; 14 – коническая тарелка из диэлектрического материала; 15 – поддон конический из неферромагнитного материала; 16 – отверстие для фиксатора тарелки и диска; 17 – отверстие для вала электродвигателя

Технологический процесс термообработки, обеззараживания и разделения на фракции непищевых отходов происходит следующим образом. Устанавливается на вал электродвигателя поддон 15, коническая тарелка 14 с дисковой теркой 12 и фиксируются с помощью специального зажимного винта. Дисковая терка 12 должна быть прижата к горизонтальным ребрам конической тарелки 14, обра-

зующая центрифугу. Коническая часть резонатора 11 крепится внутри конического корпуса верхней части рабочей камеры за счет защелок. Верхняя часть рабочей камеры 9 фиксируется на поддоне 15 ее поворотом так, чтобы выступы на поддоне вошли в пазы на верхней части рабочей камеры 9. Устанавливаются емкости для твердой фракции в местах, где имеются вырезы на верхних краях конических

поддонов 15. Сливные патрубки 4 направляют в емкость для жидкой фракции 5. Закрывают крышку экранирующего корпуса 1. Подключают установку к сети, включив электродвигатели 8 центрифуг (привода дисковых терок 12 с коническими тарелками 14). Включают электродвигатели волчков 6, которые подают в резонаторную камеру (11, 12) измельченное сырье, где начинаются процессы центрифугирования. Далее, после включения сверхвысокочастотных генераторов 3 сырье нагревается в электромагнитном поле. Конический резонатор выполнен в виде тарелки. В связи с тем, что резонатор представлен в виде конической тарелки (стационарная часть) и дисковой тарелки (вращающаяся часть) одновременно происходит тонкое измельчение сырья, эндогенный нагрев, вытопка жира. В рабочей камере происходит разделение сырья на жидкую и твердую фракции за счет создания избыточного давления между конической тарелкой с прорезями 14 и образующей поддона 15 области отжима. Рабочая камера, содержащая две тарелки, устроена таким образом, что позволяет перерабатывать непищевые отходы разной консистенции после предварительного измельчения с помощью «волчка». Диэлектрическая коническая тарелка 14 с прорезями выполняет функцию центрифуги.

Рабочая камера измельчения, термообработки и отжима сырья позволяет вести переработку неограниченное время за счет эффективного удаления твердой фазы, т. е. не требуется периодической очистки прорезей тарелки 14. Такая конструкция рабочей камеры обеспечивает повышенную эффективность термообработки и обеззараживания сырья, разделение сырья на жидкую и твердую фракцию. Для осуществления указанных технологических процессов необходимо разрушить белко-

вую структуру сырья измельчением. Принцип работы основан на измельчении в центрифуге сырья тарелками и отжимании измельченных масс центробежными силами на прорезях тарелки-центрифуги. Вид и состояние исходного сырья для переработки может быть довольно многообразным. Расплавленная жировая масса стекает через дисковую тарелку 12 в сливной патрубок 4, далее – в емкость для жидкой фракции 5.

В установке используется асинхронный электродвигатель, способный выдерживать длительную непрерывную нагрузку. Дисковая тарелка, выполненная из прочной нержавеющей стали, измельчает сырье в кашицу, затем, попадая в центрифугу, кашица выделяет жидкую фракцию, так как частицы сырья прижимаются к тарелке с прорезями центробежными силами. Для жидкой и твердой фракций предусмотрены две отдельные емкости. Например, измельченное жиросодержащее сырье за 15...30 с нагревается до 85...95°C и плавится, а шквара собирается вверх и выносится через прорези в тарелке. Скорость вращения дисковой тарелки и тарелки, объем измельченного сырья в коническом резонаторе, структура сырья влияют на производительность установки. Установка обеспечивает непрерывность процесса при широком диапазоне свойств исходного сырья. Для получения желаемой степени отжима твердой фракции следует устанавливать конусную тарелку с прорезями с определенным размером.

Разработан вариант установки, когда жидкая фракция сырья преобладает над твердой частью, например, кровь убойных животных. При этом рекомендуется использовать один измельчитель и направляющие трубопроводы для каждой рабочей камеры (рис. 2).

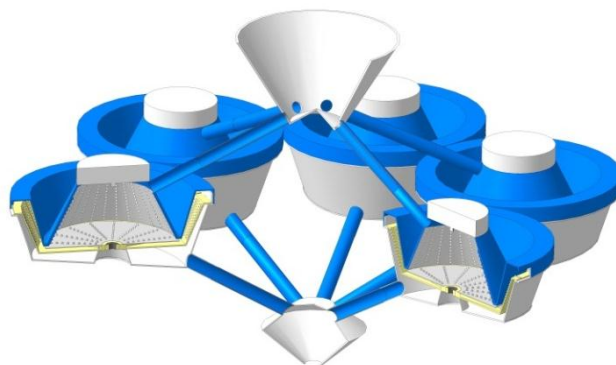


Рис. 2. Сверхвысокочастотная установка для термообработки сырья и отделения жидкой фракции без экранирующей камеры и электроприводов

Производительность установки зависит от количества и мощности СВЧ генераторов, электрофизических параметров сырья, размеров прорезей, содержания твердой фракции в сырье, температуры нагрева и т.п. Установка оборудована панелью управления с регулятором мощности излучения, таймером. Отсепарированная жидкая фракция направляется в накопитель для выделения технического жира, а вареная твердая фракция непищевых отходов направляется для использования в качестве кормовой белковой добавки животным. Разработанную установку можно использовать также для обезжиривания измельченных костей, для извлечения жира из мягкой или твердой жиросодержащей ткани. Сырьем может служить также брак колбасного и консервного цехов, непищевое жиросодержащее сырье, отходы инкубации и т.д.

Для обоснования режимных параметров установки воспользовались матрицей планирования 3-факторного активного эксперимента типа 2<sup>3</sup>. В качестве варьируемых факторов, влияющих на процесс термообработки и обеззараживания непищевых отходов животного происхождения, выбраны: удельная мощность генератора, Вт/г; продолжительность обработки непищевых отходов в ЭМПСВЧ в одном резонаторе, ч; количество СВЧ-генераторов в установке, шт. Критериями оптимизации режимных параметров установки являются: температура; энергетические затраты; изменение бактериальной обсемененности; производительность установки.

На основе критериальных уравнений получены регрессионные зависимости, которые

позволили определить рациональные режимы работы многомодульной центробежной сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения при отделении жидкой фракции. Из анализа уравнений выявлены такие режимы работы установки, которые обеспечивают минимум удельных энергетических затрат на производство белкового корма и максимум снижения микробиологической обсемененности продукта. Рациональные режимы термообработки и обеззараживания непищевых отходов животного происхождения следующие:

- производительность центрифуги – до 100 кг/ч;
- удельная мощность СВЧ-генератора 5...8 Вт/г;
- количество СВЧ-генераторов в установке – до 6 шт.;
- общая производительность СВЧ-установки – до 200 кг/ч;
- производительность термообработки твердой фракции сырья 35...40 кг/ч; потребляемая мощность СВЧ-установки 11,2 кВт;
- удельные энергетические затраты до 0,055 кВт·ч/кг, в зависимости от вида сырья.

Проведена оценка эффективности применения разработанной СВЧ-установки в технологических процессах переработки непищевых отходов убоя животных. Результаты годового экономического эффекта от применения СВЧ-установок для термообработки сырья приведены в табл. 1.

Таблица 1

Экономические показатели применения СВЧ-установки для термообработки непищевого сырья животного происхождения

№ п/п	Показатели	Базовая	Проектная
1	Балансовая стоимость, руб.	350000	91000
2	Производительность установки, кг/ч	200	200
3	Потребляемая мощность, кВт	12,5	11,2
4	Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/кг	0,0625	0,055
5	Эксплуатационные расходы на термообработку сырья, руб./месяц	49583,45	42376
6	Себестоимость расходов на термообработку сырья, руб./кг	1,93	1,89
7	Цена непищевых отходов, руб./кг	10	10
8	Себестоимость термообработанного продукта, руб./кг	11,93	11,89
9	Цена реализации продукта, руб./кг	50	50
10	Прибыль, руб./кг	38,07	38,11
11	Объем выработанной продукции, кг/месяц	22400	22400
12	Капитальные затраты, руб./(кг/месяц)	15,625	4,063
13	Экономический эффект, руб./месяц	52693,76	
14	Рентабельность, %	319	321
15	Рентабельно при объеме выпускаемой продукции свыше, кг/месяц	-	22400
16	Срок окупаемости, месяц	6,64	1,73

Годовой экономический эффект от применения СВЧ-установок для обеззараживания и термообработки непищевых отходов убоя животных за счет снижения эксплуатационных затрат в среднем составляет 50...60 тыс. руб., при объеме выпускаемой продукции 20...25 тонн.

**Выводы.** Разработанная установка, производительностью до 200 кг/ч обеспечивает непрерывность технологического процесса термообработки и обеззараживания многокомпонентного сырья; радиогерметичность; универсальность для термообработки разного сырья животного происхождения; равномерность распределения сырья в объеме резонатора; вари-

ции производительности установки; простой демонтаж узлов. Установку можно изготовить расширенным диапазоном мощности генераторов. В рабочей камере происходит тонкое измельчение сырья, варка, стерилизация и разделение твердой и жидкой фракции.

Высокая интенсивность теплообмена в разработанной СВЧ-установке достигается путем совмещения процессов измельчения сырья в центробежном поле и эндогенного нагрева. Конечный продукт имеет высокое качество, так как полностью обеззараживается. За счет улучшения микробиологических показателей увеличивается срок годности продукта.

#### Литература

1. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 1. Оборудование для убоя и первичной обработки. М. : Колос, 2001. 552 с.
2. Белова М. В., Зиганшин Б. Г., Уездный Н. Т. Установка для термообработки крови с.-х. животных // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Казань. 2013. № 3(29). С. 53–56.
3. Белова М. В. Конструктивные особенности резонаторов сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья в поточном режиме // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Казань. 2015. № 4(38). С. 31–37.
4. Белова М. В. Разработка сверхвысокочастотных установок для термообработки сельскохозяйственного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.02. М., 2016. 341 с.
5. Разработка радиоволновых установок для термообработки сырья / А. А. Белов, Г. В. Жданкин, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Вестник НГИЭИ. Н. Новгород : ГБОУ ВО НГИЭИ. 2016. № 10(65). С. 7–15.
6. Технические средства для тепловой обработки мясокостного сырья / И. Г. Ершова, М. Г. Сорокина, М. В. Белова [и др.] // Материалы IX междунар. науч.-практ. конф. «Achievement of high school – 2013», том 43. София, Белград : ООД, 2013. С. 26–28.
7. Пат. № 2541694 РФ, МПК С11В1/12. Установка для термообработки жиросодержащего сырья / Г. В. Новикова, И. Г. Ершова, М. В. Белова; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). № 2013145358; заявл. 09.10.2013. Бюл. № 5 от 20.02.2015. 6 с.
8. Пат. № 2537552 РФ, МПК А23J 3/12. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М. В. Белова, Н. Т. Уездный, Б. Г. Зиганшин [и др.]; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). № 2013137720; заявл. 12.08.2013. Бюл. № 1 от 10.01.2015. 14 с.
9. Пат. № 581224 РФ, МПК. Центробежная установка для термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / О. В. Михайлова, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]; заявитель и патентообладатель МАДИ (RU). № 2014150840/20 (081472); заявл. 17.12.2014. 12 с.
10. Пат. № 2600697 РФ, МПК. Сверхвысокочастотная установка для плавления жира / И. М. Селиванов, М. В. Белова, А. А. Белов [и др.]; заявитель и патентообладатель АНОВО «АТУ» (RU). № 2015117451; заявл. 28.04.2015. Бюл. № 30 от 03.10.2016. 12 с.
11. Thury J. Microwave: industrial, scientific, and medical applications. Boston : Artech House Publishers, 1992. 475 p.
12. Chew W. C. Waves and Fields in Inhomogeneous Media. New York : Van Nostrand Reinhold, 1990. 182 p.
13. Kachmar M. Microwave Heating : 50MW and Counting // Microwaves & RF. 1992. № 9. P. 41–44.
14. Microwave processing of materials // National Materials Advisory Board. Washington : National Academy Press, 1994. 150 p.
15. Sekkak A., Pichon L., Rzek A. 3-D FEM magneto thermal analysis in microwave ovens // IEEE Trans. Magn. 1994. № 9. P. 3347–3350.

## DEVELOPMENT OF MICROWAVE INSTALLER FOR HEAT TREATMENT OF INEDIBLE SLAUGHTER WASTE

**G. V. Zhdankin**, Cand. Econ. Sci., Associate Professor

**G. V. Novikova**, Dr. Eng. Sci., Professor

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

97 Prospect Gagarina St., Nizhniy Novgorod 603107 Russia

E-mail: [ngsha-kancel-1@bk.ru](mailto:ngsha-kancel-1@bk.ru)

## ABSTRACT

The paper describes the designed installations for the heat treatment of inedible slaughter waste by influence of electromagnetic field of ultrahigh frequency in the continuous mode, in combination with mechanical grinding and centrifugation, when using low-power magnetrons with cooling air. The work purpose is development of microwave installation for the heat treatment of non-food waste of animal origin in the continuous mode. The subject of research is the technological process of heat treatment, disinfection, and separation into fractions of inedible slaughter waste continuous mode in microwave installation with conical resonators for forming centrifugation of raw materials. Three-dimensional modeling design of microwave installation carried out in the program Kompas-3D V15. The principle of operation of developed microwave installation for heat treatment of raw materials of animal origin and the separation of the liquid fraction was described. The installation contains the cylindrical shielding body, which is located inside the working chambers, consisting of two nodes. In the upper node contains conical part of the cavity with the inner notch, and the bottom node holds the rotating disk grater as the base of the resonator with conical bowl with cold forming, made of a dielectric material. Electric drive module located under the lower base of the shielding case. Separation of raw materials in the Jew-hell and solids occurs by centrifugation. The paper gives the technical and economic assessment of application of the developed microwave setup for the heat treatment of inedible slaughter waste, capacity 200 kg/h due to improvements. Improvement of microbiological parameters increases the shelf life of the product.

*Key words: ultra-high frequency generator, heat treatment, disinfection, non-food waste of animal origin, multi-module installation, centrifuge.*

## References

1. Ivashov V. I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatiy myasnoi promyshlennosti. Chast' 1. Oborudovanie dlya uboia i pervichnoi obrabotki (Technological equipment of enterprises of the meat industry. Part 1. The equipment for slaughter and primary processing), Moscow, Kolos, 2001, 552 p.
2. Belova M. V., Ziganshin B. G., Uezdnyi N. T. Ustanovka dlya termoobrabotki krovi s.-kh. zhivotnykh (A plant for blood heat treatment of farm animals), Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Kazan', 2013, No. 3(29), pp. 53–56.
3. Belova M. V. Konstruktivnye osobennosti rezonatorov sverkhvysokochastotnykh ustanovok dlya termoobrabotki syr'ya v potochnom rezhime (Constructional features of resonators of microwave devices for heat treatment of raw materials in operation flow), Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Kazan', 2015, No. 4(38), pp. 31–37.
4. Belova M. V. Razrabotka sverkhvysokochastotnykh ustanovok dlya termoobrabotki sel'skokhozyaistvennogo syr'ya (Development of microwave installations for heat treatment of agricultural raw materials), dis. ... d-ra tekhn. nauk, 05.20.02, Moscow, 2016, 341 p.
5. Belov A. A., Zhdankin G. V., Storchevoi V. F. et al. Razrabotka radiovolnovnykh ustanovok dlya termoobrabotki syr'ya (Development of radio installations for heat treatment of raw materials), Vestnik NGIEI, N. Novgorod, GBOU VO NGIEI, 2016, No. 10(65), pp. 7–15.
6. Ershova I. G., Sorokina M. G., Belova M. V. et al. Tekhnicheskie sredstva dlya teplovoi obrabotki myasokostnogo syr'ya (Technical equipment for heat treatment of meat and bone raw materials), Materialy IX mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Achievement of high school – 2013», tom 43, Sofiya, Belgrad, OOD, 2013, pp. 26–28. 7. Novikova G. V., Ershova I. G., Belova M. V. Pat. No. 2541694 RF, MPK S11V1/12. Ustanovka dlya termoobrabotki zhirosoderzhashchego syr'ya (Installation for heat treatment of fat-containing raw materials), zayavitel' i patentoobladatel' ChGSKhA (RU), No. 2013145358, zayavl. 09.10.2013, Byul. No. 5 ot 20.02.2015, 6 p.
8. Belova M. V., Uezdnyi N. T., Ziganshin B. G. et al. Pat. No. 2537552 RF, MPK A23J 3/12. Ustanovka dlya termoobrabotki krovi sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Installation for heat treatment of farm animals blood), zayavitel' i patentoobladatel' ChGSKhA (RU), No. 2013137720, zayavl. 12.08.2013, Byul. No. 1 ot 10.01.2015, 14 p.
9. Mikhailova O. V., Belova M. V., Belov A. A. et al. Pat. No. 581224 RF, MPK. Tsentrobezhnaya ustanovka dlya termoobrabotki zhirosoderzhashchego syr'ya v elektromagnitnom pole sverkhvysokoi chastoty (Centrifugal installation for heat treatment of fat-containing raw materials in the electromagnetic field of ultrahigh frequency), zayavitel' i patentoobladatel' MADi (RU), No. 2014150840/20 (081472), zayavl. 17.12.2014, 12 p.
10. Selivanov I. M., Belova M. V., Belov A. A. et al. Pat. No. 2600697 RF, MPK. Sverkhvysokochastotnaya ustanovka dlya plavleniya zhira (Microwave installation for fat melting), zayavitel' i patentoobladatel' ANOVO «ATU» (RU), No. 2015117451, zayavl. 28.04.2015, Byul. No. 30 ot 03.10.2016, 12 p.
11. Thuery J. Microwave: industrial, scientific, and medical applications, Boston, Artech House Publishers, 1992, 475 p.
12. Chew W. S. Waves and Fields in Inhomogeneous Media, New York, Van Nostrand Reinhold, 1990, 182 p.
13. Kachmar M. Microwave Heating : 50MW and Counting, Microwaves & RF, 1992, No. 9, pp. 41–44.
14. Microwave processing of materials, National Materials Advisory Board, Washington, National Academy Press, 1994, 150 p.
15. Sekkak A., Pichon L., Razek A. 3-D FEM magneto thermal analysis in microwave ovens, IEEE Trans. Magn., 1994, No. 9, pp. 3347–3350.

## НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ ТРАКТОРОВ СЕМЕЙСТВА МТЗ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКАЗОВ ПО ИНТЕРВАЛАМ НАРАБОТКИ

**В. В. Иванов**, канд. техн. наук, доцент; **С. А. Доценко**, ассистент;  
**А. В. Седов**, аспирант; **А. П. Николаев**, аспирант,  
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА,  
пр-т Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия, 603107  
E-mail: [vospitngsha2014@yandex.ru](mailto:vospitngsha2014@yandex.ru)

*Аннотация.* В статье приводятся результаты анализа расхода запасных частей на устранение отказов систем и агрегатов тракторов семейства МТЗ по интервалам наработки. Исследования проводились в рядовой эксплуатации тракторов данного семейства на протяжении 2014–2015 годов на двух сельскохозяйственных предприятиях Нижегородской области – в СПК «Медяна» Пильнинского района и ОАО «Плодопитомник» Лысковского района. Методика включала распределение наблюдаемых тракторов по интервалам наработки от 200 до 1200 у.э.га, для каждого из интервалов определено количество номенклатурных наименований заменяемых элементов. Также дано описание распределения заменяемых при устранении отказов запасных частей по группам. Выведена полиномиальная зависимость количества номенклатурных наименований заменяемых элементов от наработки. Анализ зависимости показал, что наибольшее количество (не менее 59%) номенклатурных наименований приходится на интервал наработки от 400 до 800 у.э.га. Причем пик (более 23%) расхода запасных частей лежит в районе наработки в 800 у.э.га. С учетом объединения выборки тракторов по двум хозяйствам доверительная вероятность наблюдений составила 0,95, а относительная ошибка не превышает 20%.

*Ключевые слова:* надежность систем и агрегатов, распределение отказов, интервалы наработки

**Введение.** В процессе эксплуатации тракторов возникают отказы, нарушающие малым или существенным образом их работоспособность. Все отказы закономерны, поскольку техника в процессе эксплуатации изнашивается, и ресурс, соответственно, уменьшается. Это приводит к кратковременному или длительному простоя, что влечет за собой существенные экономические потери. Кроме того, снижаются показатели надежности техники и способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения [1, 8, 9].

Целью данного исследования является анализ расхода запасных частей на устранение отказов систем и агрегатов тракторов семейства МТЗ по интервалам наработки и определение зависимости количества номенклатурных наименований заменяемых элементов от наработки.

**Методика.** Для оценки надёжности и распределения нагрузки на тракторы по ин-

тервалам наработки нами была построена диаграмма. Распределение наработки тракторов представлено по двум хозяйствам Нижегородской области (СПК «Медяна» Пильнинского района и ОАО «Плодопитомник» Лысковского района), в которых проводились наблюдения (рис. 1) [2].

Анализируя диаграмму можно сделать вывод, что в ОАО «Плодопитомник» нарушена система распределения загрузки тракторов семейства МТЗ. Так, например, из диаграммы видно, что в ОАО «Плодопитомник» минимальную наработку (не более 200 у.э.га на один трактор) имеют 9 тракторов, что составляет 41% имеющегося парка, в то время как максимальную наработку ( $\approx 1000$  у.э.га) вырабатывают всего два трактора (9% парка). В СПК «Медяна» распределение нагрузки на тракторный парк более равномерное, 89% тракторов имеют наработку в интервале от 400 до 1000 у.э.га.



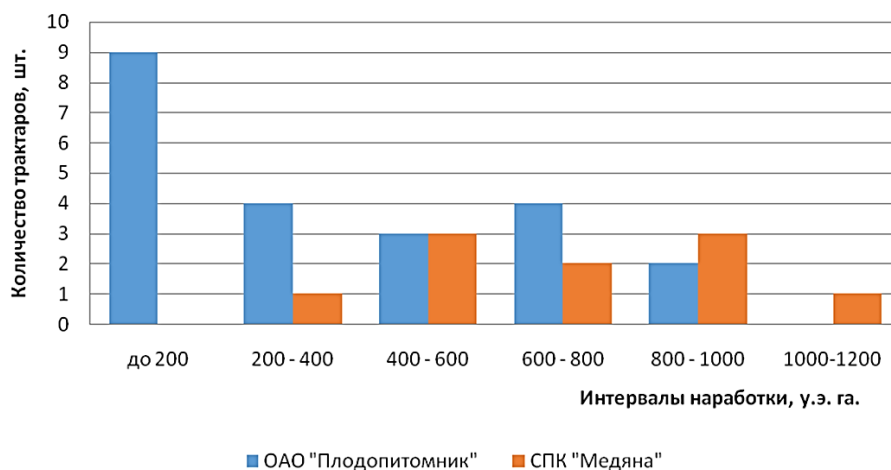


Рис. 1. Распределение наработки тракторов семейства МТЗ по интервалам наработки за 2015 год

Увеличение наработки на трактор неукоснительно приводит к увеличению отказов, а, соответственно, и времени пребывания техники в ремонте, поэтому планирование загрузки тракторов имеет важное значение. Простои таких высокопроизводительных агрегатов приводят к затягиванию агротехнических сроков, что в конечном итоге сказывается на потерях урожая [3, 13].

**Результаты.** Проведя наблюдения в рядовой эксплуатации, нами были получены некоторые результаты анализа расхода запасных частей на устранение отказов по группе трак-

торов семейства МТЗ. Под наблюдением находились 32 трактора, в том числе 3 – МТЗ 82.1 новых (2014 года выпуска), 13 – семейства МТЗ после капитального ремонта и 16 – в эксплуатации.

Устранение отказа производилось либо заменой отказавшего элемента (детали, узла, агрегата) новыми элементами, либо элементами, уже бывшими в эксплуатации, а также возможной регулировкой.

В таблице 1 представлен удельный вес используемых на предприятиях запасных частей по группам для устранения отказов тракторов.

Таблица 1

Распределение запасных частей по группам, заменяемых при ремонте тракторов, %

Тракторы новые		Тракторы, прошедшие капитальный ремонт	
новые запчасти	запчасти б/у	новые запчасти	запчасти б/у
в стоимостном выражении			
90	10	90	10
по номенклатуре			
95	5	95	5

Как видно из таблицы, большее число деталей заменяется новыми (примерно 95%). Это связано с доступностью практически любой категории узлов и деталей и высоким уровнем логистики. Срок поставки детали или узла в среднем меньше срока восстановления. Ресурс новой детали также превосходит ресурс восстановленной. Отрицательной стороной является лишь стоимостная оценка; более того, иногда приобретение новых элементов является просто нецелесообразным.

На долю запасных частей, бывших в эксплуатации и восстановленных, приходится не более 5%. Это связано с отсутствием на данных предприятиях технологии по восстановлению

узлов и деталей, специализированного оборудования и квалифицированного персонала. Стоит также отметить, что большая часть работ по восстановлению деталей и сопряжений проводится по кооперации со специализированными ремонтными предприятиями, например, восстановление корпусных узлов и деталей (блок, корпус, крышка и др.) [5, 12, 14].

Для анализа расхода запасных частей тракторов семейства МТЗ, прошедших капитальный ремонт, построена диаграмма. Данная диаграмма представлена в координатах: количество номенклатурных наименований заменённых элементов – интервалы наработки тракторов (рис. 2).



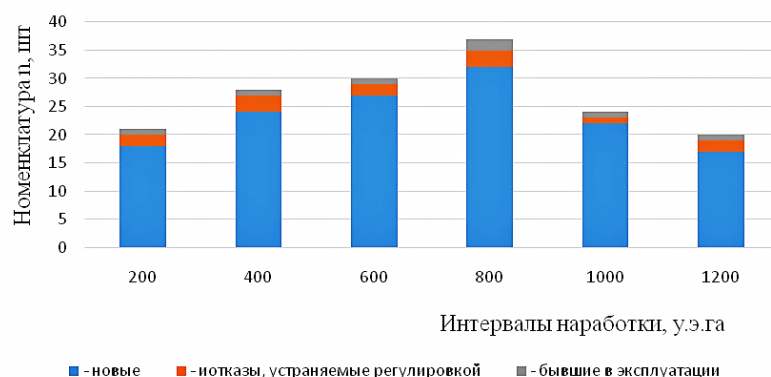


Рис. 2. Диаграмма расхода запасных частей тракторов семейства МТЗ после капитального ремонта по интервалам наработки

За период наработки в 800 у.э.га для новых тракторов зафиксирована частая замена диска сцепления. Регулировка форсунок с заменой распылителей и ремонтного комплекта чаще наблюдается в интервале наработки 600–800 у.э.га. Преобладающим отказом также является износ рукава высокого давления, замена этих запасных частей производилась неоднократно в течение всего периода наблюдений. Большая часть отказов связана с нарушением условий эксплуатации тракторов (превышение нагрузки на единицу техники, небрежное отношение и др.).

Для тракторов, прошедших капитальный ремонт, отказ основных узлов ТНВД зафиксирован при наработке 600–800 у.э.га (из 13 наблюдаемых тракторов отказ зафиксирован у 4).

В интервале наработки тракторов семейства МТЗ 800–1200 у.э.га наиболее часто отказываемые узлы и системы следующие:

1. Система питания: зависание иглы распылителя форсунки; износ плунжерных пар; нарушение регулировок топливного насоса; износ кулачкового вала топливного насоса и подшипника; износ валика подкачивающего насоса; износ узлов масляного насоса; срез шпонки шестерни привода масляного насоса; износ зубьев ведущей шестерни вала привода масляного насоса; износ РВД; износ патрубков, шлангов, штуцеров.

2. Система охлаждения: разрушение прокладки водяного насоса; разрыв ремня вентилятора; поломка лопастей вентилятора; износ манжеты крыльчатки водяного насоса; коррозионное разрушение корпуса насоса; нарушение герметичности системы; износ шлангов, штуцеров.

3. Сцепление и трансмиссия: поломка скоб и пружин отжимных рычагов сцепления; нарушение зазоров сопряжения между отжимным рычагом и упором выжимного подшипника; износ фрикционных накладок дисков; трещина в ведомом диске; обрыв болтов крепления стакана выжимного подшипника; разрушение выжимного подшипника; износ накладки колодки тормозка; нарушение сопряжений рычагов включения сцепления; залегание перепускного клапана распределителя (срез упоров и др.); нарушение регулировки тормозов; износ тормозных дисков; износ тормозного барабана.

4. Гидравлическая система: износ зубьев шестерни привода насоса гидравлической навесной системы; засорение замедлительного клапана; излом пружины перепускного клапана; износ золотника распределителя; поломка пружины предохранительного клапана; нарушение герметичности гидроцилиндров; износ патрубков, шлангов, штуцеров.

5. Рулевое управление: увеличение зазоров в червячной паре рулевого механизма; износ шлицев вала колонки; выкрашивание зубьев сектора рулевого управления.

Также можно выделить отдельную группу отказов, связанную со специализацией работы трактора. Например, для тракторов, связь с агрегатом которых осуществляется непосредственно через вал отбора мощности, частым отказом является нарушение работоспособности узлов, входящих в систему ВОМ (смятие шлицев валов, нарушение геометрии валов, износ вилок и рычагов включения и др.). Для тракторов, где основная нагрузка приходится на гидравлическую систему, отка-

зы в большей части распределяются именно на узлы данной системы [6, 7, 10, 11].

В результате анализа полученных данных расхода запасных частей тракторов семейства МТЗ после капитального ремонта нами была выведена зависимость количества номенклатурных наименований заменяемых элементов

( $n$ ) от наработки ( $x$ ), в 1000 у.э.га. Эту зависимость выглядит следующим образом:

$$n = -2,0536 \cdot x^2 + 14,089 \cdot x + 8,5$$

В результате математической обработки данных в системе Excel построен график данной зависимости (рис. 3).

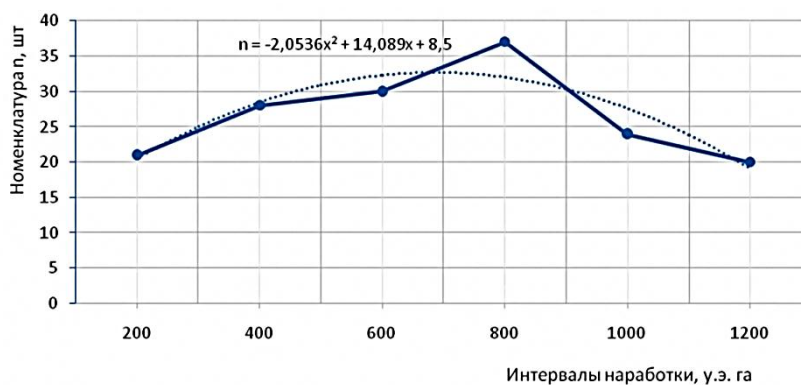


Рис. 3. Полиномиальная зависимость количества номенклатурных наименований заменяемых элементов от наработки в графическом виде

**Выводы.** Полученная зависимость количества номенклатурных наименований заменяемых элементов от наработки показывает, что наибольшее количество (не менее 59%)

номенклатурных наименований приходится на интервал наработки от 400 до 800 у.э.га. Причем пик (более 23%) расхода запасных частей лежит в районе наработки в 800 у.э.га.

Таблица 2

Результат расчета минимального числа наблюдаемых объектов (N) для плана [NMT] при доверительной вероятности ( $\gamma$ ) и относительной ошибке ( $\delta$ )

Наименование хозяйства	$\chi$ расч.	$\chi$	$\delta$	$\gamma$	N
ОАО «Плодопитомник»	77,30	88	0,1	0,8	25
СПК «Медяна»	53,908	56	0,15	0,8	11
Общее	131,21	116	0,2	0,95	32

С учетом объединения выборки тракторов по двум хозяйствам доверительная вероятность наблюдений составила 0,95, а относительная

ошибка не превышает 20% (табл. 2), что показывает высокую достоверность проведенных нами испытаний (наблюдений) [4, 8].

#### Литература

- ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М. : Издательство стандартов, 1990. 32 с.
- Повышение эффективности использования машинно-тракторного парка путем совершенствования ремонтно-обслуживающих мероприятий / С. А. Доценко, А. В. Седов, А. П. Николаев, В. В. Иванов // Научные и инновационные разработки молодых ученых-аграриев : сборник трудов молодых ученых ФГБОУ ВПО «Нижегородская ГСХА» за 2014–2015 гг. / под общ. ред. А. Г. Самodelкина, Е. В. Дабаховой и А. А. Романова; Нижегородская с.-х. академия. Нижний Новгород, 2015. С. 100–101.
- Иванов В. В. Повышение безотказности тракторов путем оптимизации уровня технической эксплуатации : дис. ... канд. техн. наук. Нижний Новгород, 2005. 198 с.
- Исследование надежности тракторов семейства МТЗ: оптимальное количество и длительность наблюдений / В. В. Иванов, А. В. Седов, А. П. Николаев, Д. А. Косарев // Участие молодых ученых в решение актуальных вопросов АПК России : сборник статей Всероссийской научн.-практич. конф. / Пензенская ГСХА. Пенза : РИО ПГСХА, 2016. С. 10–12.
- Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов [и др.]; под ред. В. В. Курчаткина. М. : Колос, 2000. 776 с.

6. Аллилуев В. А., Ананьин А. Д., Морозов А. Х. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка. М. : Агропромиздат, 1987. 304 с.
7. Надёжность технических систем / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, П. П. Лезин [и др.]. М. : УМЦ «Триада», 2005. 353с.
8. РД 50-690-89. Методические указания. Надёжность в технике. Методы оценки показателей надёжности по экспериментальным данным. М. : Издательство стандартов, 1990.
9. Сковородин В. Я., Тишкин Л. В. Справочная книга по надёжности сельскохозяйственной техники. Л. : Лен-издат, 1985. 204 с., ил.
10. Harrington E. C. Chem. Engng. Progr. 1963. 42. № 59. P. 132 – 147
11. Harrington E.C. Industr. // Quality Control. 1965. Vol. 21, № 10. P. 494–498.
12. Lauton P. J., Foley A. G. Aluminio Tipped Spring Tine Point-Field Assessment. J. agric. Engug. Res. 1986. Vol. 34. № 2.
13. Motoren und Jetriebeolen. MTZ. № 1, Januar, 1980. p 12.
14. Tougher soil-wearing parts. «Power Farming», 1982. Vol.8. № 8. p. 40.

## THE RELIABILITY OF SYSTEMS AND COMPONENTS FOR TRACTORS MTZ OF THE FAMILY AND THE DISTRIBUTION OF FAILURE INTERVALS, DEVELOPMENTS

**V. V. Ivanov**, Cand. Eng. Sci., Associate Professor; **S. A. Dotsenko**, Assistant;  
**A. V. Sedov**, Post-Graduate Student; **A. P. Nikolayev**, Post-Graduate Student  
 Nizhny Novgorod State Agricultural Academy  
 97 Gagarin Pr., Nizhniy Novgorod, Russia 603107  
 E-mail: [vospitngsha2014@yandex.ru](mailto:vospitngsha2014@yandex.ru)

### ABSTRACT

The article presents the results of the analysis of spare capacity on elimination of failures of systems and aggregates tractors of the MTZ family of intervals of operating time. The studies were conducted in the ordinary operation of tractors of this family for 2014-2015 in two agricultural enterprises of the Nizhny Novgorod region, in the SEC «Copper» in Pilninskoe District and JSC «Plodopitomnik» Lyskovsky area. The methodology included the distribution of observed intervals tractors by developments from 200 to 1200 HRDS, for each of the intervals defined by the number of products replaced elements. A description of the distribution model when troubleshooting failures of spare parts group is represented in the paper. Polynomial dependence of the number of products of components of the developments was derived. Analysis of the dependence shows that the largest number (not less than 59%) products account for the interval of developments from 400 to 800 HRDS. Moreover, the peak (23%) consumption of spare parts is about developments in 800 HRDS. The association of a sample of tractors on two farms the confidence of observations was 0.95, and the relative error does not exceed 20% was given.

*Key words: reliability of systems and components, the failure distribution, the interval achievements.*

### References

1. GOST 27.002-89. Nadezhnost' v tehnikе. Osnovnye ponjatija. Terminy i opredelenija (Reliability in technique. Basic concepts. Terms and definitions), Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1990.
2. Docenko S. A., Sedov A. V., Nikolaev A. P., Ivanov V. V. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovaniya mashinno-traktornogo parka putem sovershenstvovaniya remontno-obsluzhivajushhh meroprijatij (Improving the efficiency of use of machine and tractor fleet by improving the repair and maintenance activities), Nauchnye i innovacionnye razrabotki molodyh uchenyh-agrarijev, sbornik trudov molodyh uchenyh FGBOU VPO «Nizhegorodskaja GSHA» za 2014– 2015 gg., pod obshh. red. A. G. Samodelkina, E. V. Dabahovoj i A. A. Romanova, Nizhegorodskaja s. -h. akademiya, Nizhniy Novgorod, 2015, pp. 100–101.
3. Ivanov V. V. Povyshenie bezotkaznosti traktorov putem optimizacii urovnja tehnichejskoj jekspluacii (Increase of reliability of tractors by optimization of level of technical operation), dis. ... kand. tehn. nauk, Nizhniy Novgorod, 2005, 198 p.
4. Ivanov V. V., Sedov A. V., Nikolaev A. P., Kosarev D. A. Issledovanie nadezhnosti traktorov semejstva MTZ: optimal'noe kolichestvo i dlitel'nost' nabljudenij (Investigation of the reliability of tractors MTZ-family), Uchastie molodyh uchenyh v reshenie aktual'nyh voprosov APK Rossii, sbornik statej Vserossijskoj nauchn. -praktich. konf., Penzenskaja GSHA, Penza, RIO PGSHA, 2016, pp. 10–12.
5. Kurchatkin V. V., Tel'nov N. F., Achkasov K. A. et. al. Nadezhnost' i remont mashin (Reliability and repair of machines), pod red. V. V. Kurchatkina, Moscow, Kolos, 2000, 776 p.
6. Alliluev V. A., Anan'in A. D., Morozov A. H. Praktikum po jekspluacii mashinno-traktornogo parka (Workshop on exploitation of machine and tractor fleet), Moscow, Agropromizdat, 1987, 304 p.

7. Puchin E. A., Didmanidze O. N., Lezin P. P., Lizunov E. A., Kravchenko I. N. Nadjozhnost' tehniceskikh sistem (Reliability of technical systems), Moscow, UMC «Triada», 2005, 353 p.
8. RD 50-690-89. Metodicheskie ukazaniya. Nadjozhnost' v tehnike. Metody ocenki pokazatelej nadjozhnosti po jeksperimental'nym dannym (Methodical instructions. Reliability in technique. Methods of reliability assessment according to the experimental data), Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1990.
9. Skovorodin V. Ja., Tishkin L. V. Spravochnaja kniga po nadezhnosti sel'skohozjajstvennoj tehniki (Reference book on the reliability of agricultural machinery), Leningrad, Lenizdat, 1985, 204 p.
10. Harrington E. C. Chem. Engng. Progr., 1963, Vol. 42, No. 59, pp. 132 – 147.
11. Harrington E.S. Industr., Quality Control, 1965, Vol. 21, № 10, pp. 494–498.
12. Lauton P. J., Foley A. G. Aluminio Tipped Spring Tine Point-Field Assessment, J. agric. Engug. Res., 1986, Vol. 34, No. 2.
13. Motoren und Jetriebbeolen, MTZ, No. 1, Januar, 1980, p 12.
14. Tougher soil-wearing parts, «Power Farming», 1982, Vol.8, No. 8, p. 40.

УДК 631.353

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛОВ УСТАНОВКИ ВАЛЬЦОВ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВАЛЬЦОВОГО СТАНКА

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

**В. В. Шилин**, канд. техн. наук,

ФГБОУ ВО Вятская ГСХА,

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

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

*Аннотация.* Приведена схема установки бокового и нижнего вальцов двухступенчатого вальцового станка относительно горизонтали, проходящей через центр вращения верхнего (основного) вальца. На первоначальном этапе в результате серий однофакторных экспериментов, проведенных в Кировской области на зерне ячменя сорта Биос-1 влажностью 11,8%, была определена зона значений рационального угла положения от горизонтали бокового и нижнего вальцов, которая находилась в пределах 0...-5°. Определены интервалы варьирования факторами в дальнейших многофакторных экспериментальных исследованиях и получены адекватные модели регрессии, а также двумерные сечения поверхности отклика. Так, при углах установки бокового вальца  $\alpha_1 = -3^\circ \dots 0^\circ$  и нижнего  $\alpha_2 = -70^\circ$  достигается минимальное значение удельных энергозатрат  $q = 2,6 \dots 2,82$  кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), а также сход с решета  $\varnothing 2,5$  мм 2,60...2,78% – при обеспечении максимальной пропускной способности  $Q=1$  т/ч и наименьшей энергоемкости  $\Xi=5,54$  кВт·ч/т.

*Ключевые слова:* двухступенчатое плющение, зерно, угол, вальцы, энергоемкость, удельные энергозатраты.

**Введение.** В технологиях возделывания и уборки сельскохозяйственных культур применяются различные подходы для повышения эффективности технологических процессов. С одной стороны, проектируют энергосберегающие мобильные МТА [1], с другой – новые стационарные машины для переработки собранного урожая. В частности, для зерновых культур до сих пор слабыми звеньями остаются переработка и хранение получаемого урожая (влажного зерна). Вместе с тем, из него можно получать дешевый концентрированный корм – плющенное зерно. Однако процесс

плющения достаточно энергоемок, и одним из направлений его совершенствования является повышение его стадийности – двухступенчатое плющение [2].

Многими исследованиями установлено, что в технологии измельчения различного вида кормов рабочий процесс линий, организованных в несколько ступеней, позволяет снизить энергозатраты на процессы и улучшить качество готового продукта [3]. Создаются новые конструкции двухступенчатых вальцовых станков (а на их основе – плющилок) [4, 5], и даже предлагается одновременное с плющени-

ем внесение консерванта [6]. Кроме того, не прекращаются попытки конструктивно-теоретического обоснования их параметров [7–10]. Однако до сих пор так и не найдено оптимальное сочетание параметров конструкции.

В этой связи целью исследования стало выявление влияния углов установки валцов на показатели рабочего процесса двухступенчатого вальцового станка.

**Методика.** С целью изучения влияния углов установки бокового и нижнего валцов относительно горизонтали, проходящей через центр вращения верхнего (основного) вальца, на рабочий процесс двухступенчатого вальцового станка, а именно, на пропускную способность, потребляемую мощность и качество готового продукта, вначале нами были проведены однофакторные эксперименты. В них при зафиксированном угле между боковым и нижним валцами  $65^\circ$  изменяли положение валцов относительно угла установки бокового вальца от горизонтали в интервале от  $-10$  до  $+15^\circ$ .

Экспериментальные исследования проводились на зерне ячменя сорта Биос-1 влажностью  $11,8\%$ , которую поддерживали постоянной, со средневзвешенным размером по толщине  $2,85$  мм. При этом диаметр валцов составлял  $220$  мм, длина рабочей поверхности валцов –  $250$  мм и частота вращения  $520 \text{ мин}^{-1}$  (скорость движения точки, находящейся на поверхности вальца, –  $5,99$  м/с). Входной межвальцовый зазор первой ступени плуще-

ния  $h_1$  фиксировался  $1,8$  мм, а входной межвальцовый зазор второй ступени плущения  $h_2$  –  $0,7$  мм.

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

В качестве критериев оптимизации выбраны потребляемая мощность  $N$  кВт, пропускная способность  $Q$ , т/ч, сход с решета  $\phi$   $2,5$  мм, %, энергоемкость  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/т, и удельные энергозатраты  $q$ , кВт·ч/(т·ед.ст.пл.).

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

Затем, для более детального исследования данного процесса была проведена комплексная оценка выше перечисленных факторов во взаимосвязи с использованием методов многофакторного эксперимента с использованием теории планирования эксперимента.

В качестве варьируемых факторов были приняты следующие (рис. 1, табл.):

- 1) угол установки бокового вальца от горизонтали, проходящей через центр вращения верхнего (основного) вальца,  $\alpha_1$ , град ( $x_1$ );
- 2) угол положения нижнего вальца от горизонтали, проходящей через центр вращения верхнего (основного) вальца,  $\alpha_2$ , град ( $x_2$ ).

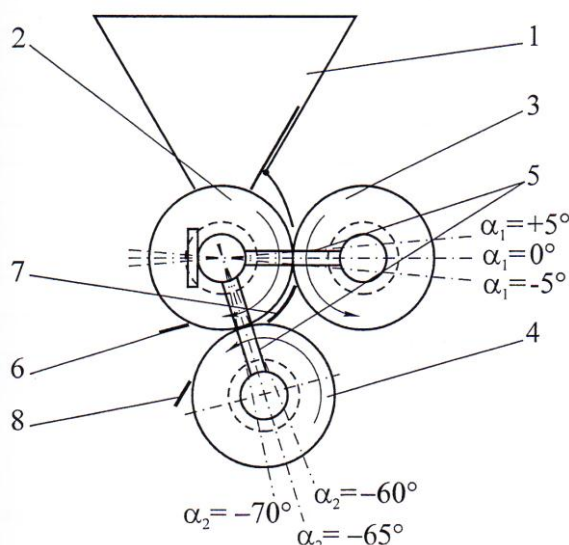


Рис. 1. Схема установки бокового и нижнего валцов: 1 – питательный бункер с регулировочной заслонкой и направляющей криволинейной пластиной (ускорителем); 2 – верхний основной валец; 3 – боковой валец; 4 – нижний валец; 5 – регулировочный механизм межвальцового зазора; 6, 8 – очищающий нож; 7 – направляющая криволинейная пластина

В качестве критериев оптимизации выбраны следующие показатели: потребляемая мощность  $N$  ( $y_1$ ), кВт, пропускная способность  $Q$  ( $y_2$ ), т/ч, сход с решета  $\varnothing$  2,5 мм ( $y_3$ ), %, энергоёмкость  $\mathcal{E}$  ( $y_4$ ), кВт·ч/т, и удельные энергозатраты  $q$  ( $y_5$ ), кВт·ч/(т·ед.ст.пл.).

Нами реализовывалась матрица полного факторного эксперимента типа  $3^2$  [11], а обработка результатов экспериментальных исследований осуществлялась на персональном компьютере при помощи программы Statgraphics plus v. 5.1 for Windows [12].

Таблица

Факторы, уровни варьирования и критерии оптимизации

Уровни варьирования факторов и номера строк	Факторы		Критерии оптимизации				
	Угол установки бокового вальца от горизонтали $\alpha_1$ , град	Угол установки нижнего вальца от горизонтали $\alpha_2$ , град	Потребляемая мощность $N$ , кВт при площади $S$	Пропускная способность $Q$ , т/ч	Сход с решета $\varnothing$ 2,5 мм, %	Энергоёмкость $\mathcal{E}$ , кВт·ч/т	Удельные энергозатраты $q$ , кВт·ч/(т·ед.ст.пл.)
	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
верхний (+1)	+5	-60					
нулевой (0)	0	-65					
нижний (-1)	-5	-70					
1	1	1	5,37	0,834	2,9	6,440	3,126
2	1	0	5,37	0,786	3,5	6,833	3,014
3	1	-1	4,62	0,765	3,1	6,036	2,922
4	0	1	5,99	0,918	2,7	6,522	3,166
5	0	0	5,29	0,981	2,7	5,398	2,727
6	0	-1	5,54	0,936	2,9	5,927	2,939
7	-1	1	6,70	0,912	1,5	7,331	3,944
8	-1	0	5,76	0,864	2,9	6,678	3,201
9	-1	-1	5,43	1,002	2,3	5,424	2,729

**Результаты.** По результатам однофакторных экспериментов при двухступенчатом плуэнии выявлены зависимости изменения угла положения бокового и нижнего вальцов от горизонтали, проходящей через центр вращения верхнего (основного) вальца (рис. 2)

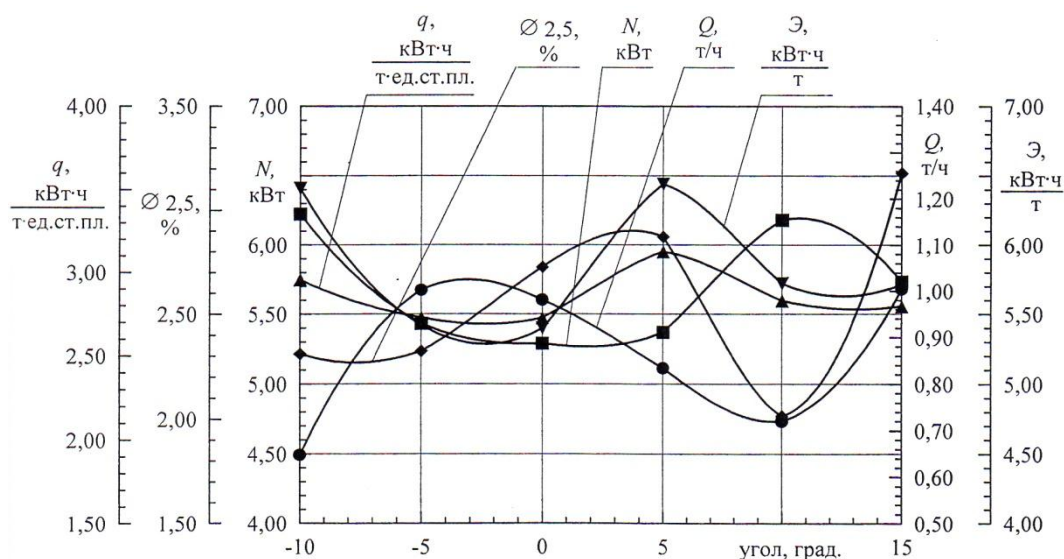


Рис. 2. Зависимости изменения потребляемой мощности  $N$ , пропускной способности  $Q$ , энергоёмкости  $\mathcal{E}$ , удельных энергозатрат  $q$  вальцового станка и схода с решета  $\varnothing$  2,5 мм от угла положения бокового и нижнего вальцов относительно горизонтали



Анализируя зависимости (рис. 2), видим, что рациональный угол положения от горизонтали бокового и нижнего валцов находится в пределах  $0...-5^\circ$  и составляет  $-2,5^\circ$ , при этом потребляемая мощность  $N$ , энергоёмкость  $\mathcal{E}$ , удельные энергозатраты  $q$  и сход с решета  $\delta$  2,5 мм наименьшие при наибольшей пропускной способности  $Q$ .

$$y_1 = 5,517 - 0,422 \cdot x_1 + 0,412 \cdot x_2 - 0,130 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,065 \cdot x_1^2 + 0,135 \cdot x_2^2; \quad (1)$$

$$y_2 = 0,933 - 0,066 \cdot x_1 - 0,007 \cdot x_2 + 0,040 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,085 \cdot x_1^2 + 0,018 \cdot x_2^2; \quad (2)$$

$$y_3 = 3,082 + 0,443 \cdot x_1 - 0,197 \cdot x_2 + 0,148 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,065 \cdot x_1^2 - 0,479 \cdot x_2^2; \quad (3)$$

$$y_4 = 5,964 - 0,021 \cdot x_1 + 0,484 \cdot x_2 - 0,376 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,508 \cdot x_1^2 - 0,023 \cdot x_2^2; \quad (4)$$

$$y_5 = 2,839 - 0,135 \cdot x_1 + 0,274 \cdot x_2 - 0,253 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,212 \cdot x_1^2 + 0,157 \cdot x_2^2. \quad (5)$$

По результатам анализа полученных моделей регрессии 1 ... 5 можно сделать следующий вывод. Углы установки бокового и нижнего валцов от горизонтали, проходящей

После реализации матрицы полного факторного эксперимента типа  $3^2$  и обработки результатов экспериментальных исследований нами получены адекватные модели регрессии, описывающие влияние факторов на рабочий процесс:

через центр вращения верхнего основного валца, являются значимыми факторами, оказывающими существенное влияние на критерии оптимизации.

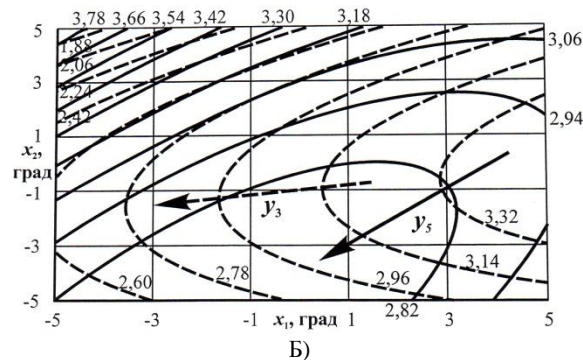
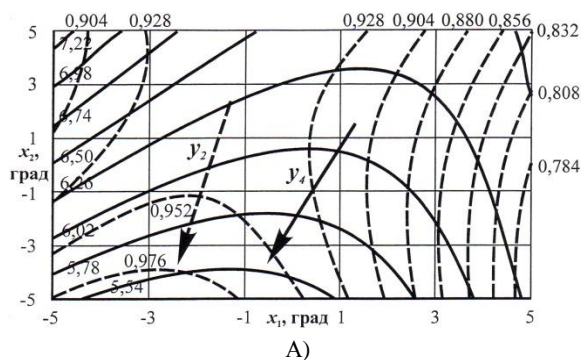


Рис. 3. Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующие влияние исследуемых факторов:

- а) на пропускную способность  $Q$ , т/ч, ( $y_2$ -----) и энергоёмкость  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/т, ( $y_4$ ————);
- б) на сход с решета  $\delta$  2,5 мм, %, ( $y_3$ -----) и удельные энергозатраты  $q$ , кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), ( $y_5$ ————)

При оптимизации параметров рабочего процесса двухступенчатого валцового станка, имея несколько критериев оптимизации, мы решали компромиссную задачу, так как на экстремум одной поверхности отклика налагаются ограничения другой поверхности. Решая компромиссную задачу, необходимо обеспечить минимальные удельные энергозатраты при качестве готового продукта, отвечающего ТУ, методом двумерных сечений (рис. 3) и анализа моделей регрессий.

**Выводы.** По результатам анализа математических моделей с помощью двумерного сечения (рис. 3 б) можно сделать вывод о том, что при углах установки бокового валца  $\alpha_1 = -3^\circ...0^\circ$  и нижнего  $\alpha_2 = -70^\circ$  достигается минимальное значение удельных энергозатрат  $q = 2,6...2,82$  кВт·ч/(т·ед.ст.пл.), схода с решета  $\delta$  2,5 мм  $2,60...2,78$  %, при обеспечении максимальной пропускной способности  $Q = 1$  т/ч и наименьшей энергоёмкости  $\mathcal{E} = 5,54$  кВт·ч/т (рис 3,а).

**Литература**

1. Лопарев А. А., Комкин А. С. Энергетическая оценка машинно-тракторных агрегатов на базе гусенично-колесных пропашных тракторов // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2015. № 2(10). С. 50–54.
2. Сысуйев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А. Технология двухступенчатого плющения фуражного зерна // Достижения науки и техники в АПК. 2012. № 6. С. 70–72.

3. Алешкин В. Р. Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов : дис...д-ра техн. наук. Киров, 1995. 412 с.
4. Патент RU № 2399420, МПК В02С 4/06. Вальцовый станок / В. А. Сысуев, П. А. Савиных, В. А. Казаков; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный науч.-исслед. ин-т сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (RU). № 2009100228; заявл. 11.01.2009.
5. Пат. 2417778 Российской Федерации, МПК В02С 4/06. Способ плющения фуражного зерна и устройства для его осуществления / В. А. Сысуев, П. А. Савиных, В. А. Казаков, Ю. В. Сычугов; заявл. 01.04.2011; опубл. 10.03.2013. Бюл. № 7. 9 с.: ил.
6. Заболотских И. Ю. Совершенствование рабочего процесса технических средств плющения и консервирования фуражного зерна : дис...канд. техн. наук. Киров, 2007. 171 с.
7. Казаков В. А. Движение зерновки в рабочей зоне двухступенчатой плющилки зерна // Вестник НГЭИ. 2013. № 12(31). С. 36–42.
8. Сысуев В. А., Савиных П. А., Казаков В. А. Исследования технологических параметров движения зерновки в двухступенчатой плющилке зерна // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике : тр. 9-й науч.-техн. конф. (21–22 мая 2014 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). 2014. С. 136–142.
9. Сысуев В. А., Алёшкин А. В., Савиных П. А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент : в 2-х т. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2009. Т. 2. 496 с.
10. Susyev W. A., Savinykh P. A., Odegov W. A., Zabolotsky I. J. Wyniki badań eksperymentalnych w celu określenia optymalnych parametrów pracy dwustopniowego zgniatacza ziarna //Materialy na konferencje/Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony srodowiska istandardow ue. Warszawa, 2004. P. 441–446
11. Фирсов М. М. Планирование эксперимента при создании сельскохозяйственной техники. М. : МСХА, 1999. 129 с.
12. Андреев В. А. Использование статистического пакета Statgraphics plus v. 5.1 для обработки результатов экспериментальных исследований : метод. пособие. Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. 32 с.

## STUDY OF INFLUENCE OF ANGLES OF ROLLERS ON MAIN INDICATORS OF WORKFLOW OF A TWO-STEP ROLLER MACHINE

**V. A. Odegov**, Cand. Eng. Sci.

**A. S. Komkin**, Cand. Eng. Sci.

**V. V. Shilin**, Cand. Eng. Sci.

Vyatskaya State Agricultural Academy

133 Oktyabrskiy Prospect, Kirov 610017 Russia

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

### ABSTRACT

Installation diagram of the lateral and bottom rollers of two-step roller machine relative to the horizontal plane passing through the centre of rotation of the upper (main) drum is presented in the paper. In the initial phase as a result of the series of single-factor experiments conducted in the Kirovskaya Oblast on grain barley cultivar "Bios-1" with humidity 11.8%, the rational angle from horizontal lateral and bottom rollers values zone was defined, which ranged 0... -5°. These experiments allowed defining intervals varying by factors in further multifactorial experimental studies and obtaining adequate regression models, as well as two-dimensional cross-sections of the response surface. Thus, when installing the drum side angles  $\alpha_1 = -3^\circ \dots 0^\circ$  and bottom  $\alpha_2 = -70^\circ$  is achieved the minimum value per unit of energy  $q = 2.6 \dots 2.82$  kWh/t/crushing degree unit, as well as gathering with sieves  $\varnothing 2.5$  mm, 2.60. 2.78% – while ensuring maximum throughput  $Q = 1$  t/h and the lowest energy intensity  $E = 5.54$  kWh/t.

*Key words:* two-stage crushing, grain, angle, rollers, energy intensity, energy consumption per unit.

### References

1. Loparev A. A., Komkin A. S. Energeticheskaya otsenka mashinno-traktornykh agregatov na baze gusbenichno-kolesnykh propashnykh traktorov (Energy assessment of machine and tractor units on the basis of track-wheel and row-crop tractors), Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik», 2015, No. 2(10), pp. 50–54.
2. Sysyuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A. Tekhnologiya dvukhstufenchatogo plyushcheniya furazhnogo zerna (Two-stage technology conditioning feed grain), Dostizhenie nauki i tekhniki v APK, 2012, No. 6, pp. 70–72.
3. Aleshkin V. R. Povyshenie effektivnosti protsesssa i tekhnicheskikh sredstv mekhanizatsii izmel'cheniya kormov (The increase of process effectiveness and technical means for fodder blending mechanization), dis...d-ра техн. наук, Киров, 1995, 412 p.



4. Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A. Patent RU No. 2399420, MPK V02S 4/06. Val'tsovyi stanok (Grinding mill), zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe uchrezhdenie Zonal'nyi nauch.-issled. in-t sel'skogo khozyaistva Severo-Vostoka im. N. V. Rudnitskogo (RU), No. 2009100228, zayavl. 11.01.2009.
5. Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A., Sychugov Yu. V. Pat. 2417778 Rossiiskoi Federatsii, MPK V02S 4/06. Sposob plyushcheniya furazhnogo zerna i ustroystva dlya ego osushchestvleniya (Crushing method of fodder grain and its implementation equipment), zayavl.01.04.2011, opubl. 10.03.2013, Byul. No. 7, 9 s., il.
6. Zabolotskikh I. Yu. Sovershenstvovanie rabocheho protsessa tekhnicheskikh sredstv plyushcheniya i konservirovaniya furazhnogo zerna (The improvement of operation process of technical means for fodder grain crushing and conservation), dis...kand. tekhn. nauk, Kirov, 2007, 171 p.
7. Kazakov V. A. Dvizhenie zernovki v rabochei zone dvukhstupenchatoi plyushchilki zerna (Movement of grain in working space of two-step grain crusher), Vestnik NGEI, 2013, No. 12(31), pp. 36–42.
8. Sysuev V. A., Savinykh P. A., Kazakov V. A. Issledovaniya tekhnologicheskikh parametrov dvizheniya zernovki v dvukhstupenchatoi plyushchilke zerna (Investigation of technological parameters of bruchid flows in double-stage grain crusher), Energoobespechenie i energosberezhenie v sel'skom khozyaistve, Ch. 3, Energosberegayushchie tekhnologii v zhivotnovodstve i stacionarnoi energetike, tr. 9-i nauch.-tekhn. konf. (21–22 maya 2014 goda, g. Moskva, GNU VIESKh), 2014, pp. 136–142.
9. Sysuev V. A., Aleshkin A. V., Savinykh P. A. Kormoprigotovitel'nye mashiny. Teoriya, razrabotka, eksperiment (Fodder production mashines. Theory, development, experiment), v 2-kh t. Kirov, Zonal'nyi NIISKh Severo-Vostoka, 2009, T. 2, 496 p.
10. Susyev W. A., Savinykh P. A., Odegov W. A., Zabolotsky I. J. Wyniki badań eksperymentalnych w celu określenia optymalnych parametrów pracy dwustopniowego zgniatacza ziarna, Materiały na konferencje/Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska istandardow ue, Warszawa, 2004, pp. 441–446
11. Firsov M. M. Planirovanie eksperimenta pri sozdanii sel'skokhozyaistvennoi tekhniki (Planning of experiment at the development of agricultural equipment ), Moscow, MSKhA, 1999, 129 p.
12. Andreev V. A. Ispol'zovanie statisticheskogo paketa Statgraphics plus v. 5.1 dlya obrabotki rezul'tatov eksperimental'nykh issledovaniy (Use of Statgraphics plus v. 5.1 for the processing of experimental results), metod. posobie, Kirov, FGBOU VPO Vyatskaya GSKhA, 2012, 32 p.

УДК 631.363

## К АНАЛИТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ШНЕКОВОГО ЭКСТРУДЕРА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНА

**Е. В. Пепеляева**, канд. техн. наук; **В. С. Кошман**, канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [tsat@pgsha.ru](mailto:tsat@pgsha.ru)

*Аннотация.* В современных экономических условиях поиск резервов повышения молочной продуктивности дойных коров и в условиях Пермского края имеет высокую практическую значимость. В результате проведения поисковых исследований установлено, что на этом пути особый интерес представляет экструдирование растительного сырья (зерновых) в целях его переработки на корм скоту. В теплонпряженных условиях экструзии в зерновых происходят значимые биохимические изменения в глубинах питательных веществ: декстринизация крахмала до глюкозы, изменение структуры клетчатки, стерилизация кормов, улучшение их вкусовых качеств. Подобное существенно влияет на достигаемый при вскармливании ими эффект. Найдены взаимосвязи между параметрами потока зерновых в приточном канале шнекового экструдера. Данные связи получены на основе законов сохранения массы вещества и второго закона Ньютона. Давление экструдирования в предматричной зоне  $p_2$  предложено вычислять по формуле:  $p_2 = N \cdot \Delta\tau \cdot S_2^{-1} \cdot L^{-1} + S_3 \cdot S_2^{-1} \cdot p_3$ , где  $N$  – мощность, подводимая к материалу на длине потока  $L$ ,  $\Delta\tau$  – время обработки,  $S$  – площадь сечения. Подстрочный индекс 2 соотносит параметры к потоку перед матрицей, а подстрочный индекс 3 – непосредственно за ней. Приведены результаты количественной оценки величины давления в зависимости от конструктивных параметров шнековых экструдеров. Результаты прогноза отвечают величине давления, наблюдаемой на практике. Приведены результаты экспериментального исследования процесса экструдирования озимой ржи.

*Ключевые слова:* экструдирование зерновых, шнековый экструдер, уравнение массового расхода, уравнение количества движения, уравнение энергии.

**Введение.** Повышение уровня продовольственной безопасности страны предполагает и совершенствование технологий переработки растительного сырья. Одним из перспективных способов производства кормов является экструдирование, при котором зерно подвергается мощному комплексному силовому и тепловому воздействию, сопровождающемуся деформациями сдвига в объеме перерабатываемого растительного сырья. В целенаправленно реализуемых теплонапряженных условиях в исходном сырье происходят существенные биохимические изменения в глубинах питательных веществ, в числе которых декстринизация крахмала до глюкозы, изменение структуры клетчатки, нейтрализация нежелательных для питания компонентов, стерилизация кормов, улучшение их вкусовых качеств. [1–7]. В то же время скармливание животным кормов, полученных путем экструдирования, способствует повышению их усвояемости, более полному использованию питательных веществ организмом животных, повышению удоев коров [8–11]. Исследование влияния физико-механических факторов (давление, температура, напряжение, интенсивность сдвига) на достигаемые результаты предполагает знание взаимосвязей между технологическими и конструктивными параметрами экструдеров.

К настоящему времени инженерная методика расчета параметров шнековых экструдеров отсутствует. Предпринимаются попытки выхода на искомые взаимосвязи между параметрами через результаты решения дифференциальных уравнений движения жидкости [4]. Как известно, данные уравнения являются математическими выражениями базовых законов физики. А следовательно, на основе известных из физики законов к искомым взаимосвязям можно прийти и более простым путем. Подобный подход в полной мере реализован в инженерной гидравлике. Ниже задачу будем решать по аналогии с известным из аэродинамики случаем прохождения сжимаемого газа через ударные волны и скачки уплотнения. Целью данной работы является теоретическое описание взаимосвязей между конструктивными и технологическими параметрами шнекового экструдера.

**Методика.** Полагаем, что шнек экструдера неподвижен, а корпус вращается. Винтовой

канал разворачиваем на плоскость. Нижняя граница полученного плоского канала неподвижна, а верхняя движется с некоторой скоростью  $V_{КХ}$  под углом к продольной оси. Продольная составляющая действующей на поток силы представляет собой результат совместного действия стенки и встречной для потока силы давления, возникающей по причине гидродинамического сопротивления преграды, которой является формирующая матрица. Поле скоростей  $V$  результирующего течения можно рассматривать как суперпозицию поля скоростей  $V_{КХ}$  куэттовского течения, вызванного только движущейся верхней стенкой канала [12, 13], и поля скоростей  $V_{РХ}$  пуазейлевского течения [14], обусловленного наличием градиента давления, который препятствует движению экструдата.

Давление  $p_2$  в потоке перед матрицей существенно превышает величину давления  $p_1$  на входе в проточный канал экструдера (сечение 1-1 выбрано на входе в проточный канал экструдера). В данной связи пуазейлевское течение направлено встречно куэттовскому. Скорость результирующего течения равна:

$$V = V_{КХ} - V_{РХ} . \quad (1)$$

Результирующий массовый расход экструдата

$$\dot{m} = \dot{m}_К - \dot{m}_Р , \quad (2)$$

где  $\dot{m}_К$  и  $\dot{m}_Р$  – соответственно массовый расход куэттовского и пуазейлевского течения. В реальных технологических режимах характер течения экструдата близок к куэттовскому, что свидетельствует в пользу неравенства

$$\dot{m}_К > \dot{m}_Р ,$$

что подтверждается на практике.

Для куэттовского течения справедливы равенства

$$V_{КХ} = R\omega \cos\varphi ; \quad (3)$$

$$\dot{m}_К = \frac{1}{2} V_{КХ} h b \bar{\rho} , \quad (4)$$

где  $R$  – наружный радиус шнека;  $\omega$  – угловая скорость вращения шнека;  $\varphi$  – угол подъема винтовой линии шнека;  $b$  – ширина канала;  $h$  – глубина канала;  $V_{КХ}$  – проекция скорости подвижной верхней стенки канала на его продольную ось;  $\bar{\rho}$  – средняя плотность материала.

Материал при своем движении по проточному каналу воспринимает энергию от привода шнека. Встречая преграду (матрицу), поток подтормаживается. В результате тор-

можения энергия потока частично преобразуется во внутреннюю энергию (это приводит к росту температуры до величины  $T_2$ ), а частично – в потенциальную энергию давления (давление увеличивается до  $p_2$ ), материал сжимается и его плотность возрастает до  $\rho_2$ .

Обозначим параметры потока до матрицы  $\rho_2$ ,  $V_2$ ,  $p_2$ ,  $T_2$  и  $S_2$ , а непосредственно после матрицы – через  $\rho_3$ ,  $V_3$ ,  $p_3$ ,  $T_3$  и  $S_3$ . Здесь  $T$  – температура,  $S$  – площадь живого сечения.

Уравнение расхода записываем в виде

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \text{const} \text{ (по потоку);} \\ \rho_2 V_2 S_2 &= \rho_3 V_3 S_3 = \dot{m}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\dot{m}$  – массовый расход.

В согласии со вторым законом Ньютона первая производная от количества движения  $m_i V_i$  материальной точки равна действующей на нее силе:

$$\frac{d}{dt} (m_i v V_i) = F_i.$$

Элементарный импульс действующей на точку силы

$$F_i dt = d(m_i V_i),$$

а если  $F_i = \text{const}$  и  $m_i = \text{const}$ , то  $\Delta(m_i V_i) = F_i \Delta t$ .

При экструдировании за время обработки  $\Delta t$ :

$$\begin{aligned} F \Delta t &= p_2 S_2 - p_3 S_3; \\ \Delta(m V) &= \rho_2 W_2 V_2 - \rho_3 W_3 V_3 \end{aligned}$$

где  $p_2$  – давление материала при входе в матрицу;  $S_2$  – площадь сечения, на которую действует давление  $p_2$ ;  $S_3$  – площадь сечения потока на срезе матрицы, на которую по нормали действует давление  $p_3$  (ниже при проведении количественной оценке величину  $p_3$  принимаем равной атмосферному давлению  $p_{\text{атм}}$ );  $\rho_2$  и  $\rho_3$  – плотность материала соответственно на входе в матрицу и непосредственно за ней;  $W_2$  и  $W_3$  – там же объем материала;  $V_2$  и  $V_3$  – там же средние скорости материала;  $F \Delta t > \Delta(m V)$ .

Импульс силы  $F \Delta t$  создается в результате подвода мощности  $N$  к обрабатываемому материалу при его перемещении на длину  $L$ . Имеем равенство  $N \Delta t = (p_2 S_2 - p_3 S_3) L$ . Тогда абсолютное давление перед матрицей

$$p_2 = \frac{N \cdot \Delta t}{S_2 \cdot L} + \frac{p_3 \cdot S_3}{S_2} \quad (6)$$

Имеем параметры лабораторного экструдера: диаметр шнека  $d = 63$  мм, глубина нарезки  $h = 10$  мм, ширина канала  $b = 58$  мм, угол нарезки  $\varphi = 17$  градусов, температура по зонам  $t = 70-130-150^\circ\text{C}$ , частота вращения шнека  $n = 50 \text{ мин}^{-1}$ , величина  $\frac{N}{S_2 \cdot L} = 1,2 \cdot 10^3$  и время

обработки материала в экструдере 5 с, площади сечений  $S_2 = 320 \text{ мм}^2$  и  $S_3 = 420 \text{ мм}^2$ . Тогда, согласно равенству (6), развиваемое экструдером давление  $p_2$  равно 5 Мпа, что по порядку величины отвечает реализуемому экструдером при его работе.

Уравнение энергии (уравнение Бернулли для сжимаемого материала):

$$i_2 + \frac{V_2^2}{2} = i_3 + \frac{V_3^2}{2} + \xi \frac{V_3^2}{2}, \quad (7)$$

где  $i$  – энтальпия единицы массы экструдированного материала;  $V$  – средняя скорость,  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления. Тогда, определяя удельную энтальпию  $i$  через удельную теплоемкость при постоянном давлении  $c_p$  как  $i = c_p \cdot T$ , приходим к выражению для вычисления температуры материала в сечении потока перед матрицей:

$$T_2 = \frac{1}{c_{p2}} \left[ c_{p3} T_3 + (1 + \xi) \frac{V_3^2}{2} - \frac{V_2^2}{2} \right]. \quad (8)$$

Здесь выполняется условие вида

$$c_{p3} T_3 \gg (1 + \xi) \frac{V_3^2}{2} - \frac{V_2^2}{2},$$

что с учетом порядка величин  $c_{pi}$ ,  $V_i$  и  $\xi$  позволяет прийти к примерному равенству

$$T_2 \approx T_3.$$

Это теоретически полученное соотношение свидетельствует о близости величин температуры перерабатываемого материала до и после матрицы экструдера. Из практики известно, что здесь имеет место достаточно высокая температура. Ее измерение в эксперименте является не побочным обстоятельством, а средством получения информации. Что можно априорно сказать о величине искомой температуры? Классическая термодинамика принципиально не может ответить на этот вопрос; ее интересует только внешнее проявление атомных процессов и обязательно в макросистемах [14]. Не исключено, что повышение температуры материала от  $T_1$  до  $T_2$  в канале экструдера вниз по энергонасыщенному потоку можно вычислить, исходя из анализа диссипативных процессов в условиях течения с противодействием. Возможно, что подобные задачи можно решить методами статистической термодинамики с учетом объемной теплоемкости  $c_p \rho$  и температуропроводности  $a$ , перерабатываемых путем экструдирования материалов.

**Результаты.** В качестве исходного материала принято дробленое зерно озимой ржи. Проведен ее входной и выходной (после экструдирования) контроль на основе стандартных методик с использованием измерительных приборов. Результаты измерения объемной теплоемкости  $c_{p\rho}$  озимой ржи в зависимости от ее влажности и температуры  $t$  приведены на рисунке.

Натурные эксперименты по экструдированию дерти зерна озимой ржи проведены на шнековом экструдере лаборатории Института механики сплошных сред УрО РАН. Для дан-

ного экструдера нами и была выше предпринята попытка проведения количественной оценки рабочего давления  $p_2$ .

Установлено [15], что экструдер с приведенными выше конструктивными параметрами, работающий на режимных параметрах: влажность дерти ржи  $23 \pm 2\%$ , температура  $130 \pm 5^\circ$ , давление перед матрицей  $3,2 \dots 4,0$  МПа, частота вращения шнека  $150 \text{ мин}^{-1}$ , обеспечивает повышение в среднем содержания свободной глюкозы с  $70,8$  до  $180,8 \text{ мг}\%$  и свободного аминокислота с  $2,6$  до  $3,8 \text{ мг}\%$ .

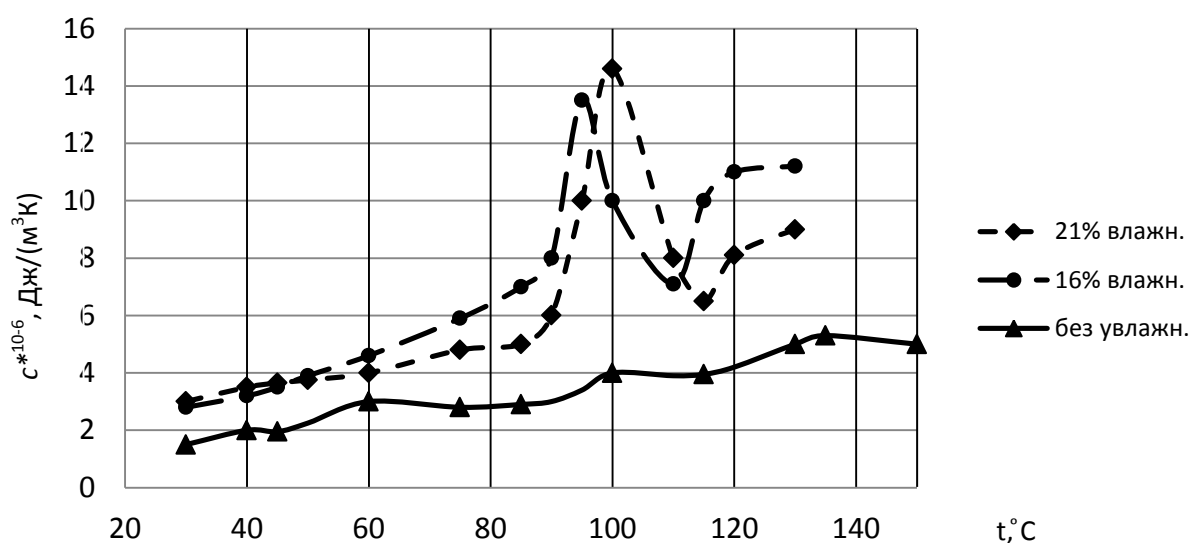


Рис. Температурные кривые объемной теплоемкости  $c_{p\rho}$  спрессованной дерти озимой ржи (по данным ИМСС УрО РАН)

Производственный эксперимент проведен в ООО «Семеновское» Агрохолдинга «Ашатли» Пермского края под руководством профессоров Е. В. Славнова и В. А. Ситникова при участии сотрудников Пермского ГАТУ и отдела животноводства Пермского НИИСХ. По результатам производственных исследований рекомендовано использовать экструдированную рожь для кормления дойных коров без ограничений [8–11]. При этом молочная продуктивность не уменьшилась, а даже несколько выросла, а также улучшилось физиологическое состояние животных, что оценивалось по составу крови животных [8]. Себестоимость же рациона кормов несколько снизилась за счет использования сырья меньшей стоимости.

**Выводы.** 1. Предложена аналитическая зависимость для вычисления величины при-

ращения давления  $\Delta p = p_2 - p_{\text{атм}}$  в проточном канале шнекового экструдера.

Применительно к экструдеру конструкции ИМСС УрО РАН на основе полученной аналитической зависимости проведена оценка величины давления перед матрицей при переработке дерти озимой ржи на корм. Результат проведенной количественной оценки согласуется по порядку величины с результатами измерения давления при работе экструдера.

2. Теоретически показано, что температура потока материала перед матрицей экструдера практически равна температуре материала на выходе из матрицы. Это подтверждается результатами натурного измерения. Однако вопрос аналитического определения температуры экструдирования растительного сырья требует отдельного рассмотрения.

**Литература**

1. Зверкова З. Н. Использование зерна озимой ржи в кормлении крупного рогатого скота // Кормопроизводство. 2008. № 9. С. 24–25.
2. Коробов А., Мишанин А. Эффективность использования экструзионной ржи в рационах свиней на откорме // Свиноводство. 2005. №2. С. 17–18.
3. Наноструктурные изменения зерна озимой ржи в процессе экструзии / Е. В. Славнов [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2010. № 5. С. 75–78.
4. Остриков А. Н., Абрамов О. В., Рудометкин А. С. Экструзия в пищевой технологии. СПб. : ГИОРД, 2004. 288 с.
5. Пепеляева Е. В., Трутнев М. А. Влияние параметров экструзионной переработки на содержание свободной глюкозы в зерне озимой ржи // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2013. № 4(4). С. 28–32.
6. Berglung P. T., Fastnaught C. E., Holm E. T. Physico-chemical and sensory analysis of extruded high-fiber barley cereals // cereal. Chem. 1994. No. 1. P. 91–95.
7. Harper J. M. Extrusion processing of food products // Food Technology. 1978. V. 32. 27 s.
8. Производство и скармливание экструдированного зерна озимой ржи: рекомендации / В.А. Ситников [и др.] ; М-во с.-х. Пермского края, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, Гос. науч. учреждение «Пермский науч.-исслед. ин-т с.-х.» Россельхозакадемии. Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 32 с.
9. Ситников В. А., Морозков Н. А. Использование зерна озимой ржи экструзионной обработки в кормлении коров : монография ; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова». Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2016. 134 с.
10. Ситников В. А., Морозков Н. А., Славнов Е. В. Нетрадиционный способ подготовки концентрированных кормов и результаты скармливания их животным // Аграрный вестник Урала. 2008. №3. С. 52–55.
11. Славнов Е. В., Коробов В. П., Лемкина Л. М. Получение концентрированных кормовых добавок экструзионной обработкой зерна озимой ржи с оценкой пищевой ценности // Аграрный вестник Урала. 2008. № 3. С. 80–83.
12. Tadmor Z., Klein I. Engineering principles of plasticating extrusion. Krieger, 1970. 500 p.
13. Тарг С. М. Основные задачи теории ламинарных течений. М. – Ленинград : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1951. 420 с.
14. Минаев А. М., Мордасов Д. М., Бадилова Н. Б. Термодинамика в материаловедении. Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2015, 80 с.
15. Пепеляева Е. В. Повышение эффективности процесса экструдирования зерна озимой ржи путем оптимизации технологических параметров и режимов работы экструдера : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01. Пермь, 2017. 158 с.

**TO ANALYTICAL DESCRIPTION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE PARAMETERS OF SCREW EXTRUDER**

**E. V. Pepelyaeva**, Cand. Eng.Sci.,

**V. S. Koshman**, Cand. Eng. Sci., Associate Professor

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya St, Perm 614990 Russia

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

**ABSTRACT**

In modern economic conditions, the search for reserves to increase milk productivity of dairy cows and in the midst of the Perm region has a high practical value. As a result of the search of scientific-research works by domestic and foreign researchers it was found that in this way a special interest represents the extrusion plant raw materials (cereals), with a view to their processing into animal feed. In heat-stressed conditions of extrusion, important biochemical changes in the depths of nutrients occur in cereals: dextrinization of starch to glucose, the change in the structure of the fiber, sterilization of food, improve their palatability. That significantly affects their achieved the effect at feeding. The study in the work focused on conservation of mass of a substance, Newton's second law and the law of conservation and transformation of energy. This made it possible to establish the relationship between parameters of grain-flow in ventilator channel of the screw extruder. These relationships are expressed by equations of consumption and changing of movement quantity, with taking into account the dependence of flow parameters of design features and parameters of extruders as energy machines. The paper presents the results of quantitative assessment of the pressure depending on design parameters of screw extruders. Forecast results meet the pressure values observed in practice. Results of the pilot study on extrusion process of winter rye are presented in the paper.

*Key words: extrusion of cereal, screw extruder, mass flow equation, equation of momentum, energy equation.*

## References

1. Zverkova Z. N. Ispol'zovanie zerna ozimoi rzhi v kormlenii krupnogo rogatogo skota (Use of winter rye grain for feeding the cattle), *Kormoproizvodstvo*, 2008. No. 9, pp. 24–25.
2. Korobov A., Mishanin A. Effektivnost' ispol'zovaniya ekstruzionnoi rzhi v ratsionakh svinei na otkorme (Efficiency of extruded rye in diets of fattened swine), *Svinovodstvo*, 2005, No.2, pp. 17–18.
3. Slavnov E. V. et al. Nanostrukturnye izmeneniya zerna ozimoi rzhi v protsesse ekstruzii (Changes in winter rye grain nanostructure caused by extrusion), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2010, No. 5, pp. 75–78.
4. Ostrikov A. N., Abramov O. V., Rudometkin A. S. Ekstruziya v pishchevoi tekhnologii (Extrusion in food technology), Saint-Petersburg, GIORD, 2004, 288 p.
5. Pepelyaeva E. V., Trutnev M. A. Vliyanie parametrov ekstruzionnoi pererabotki na sodержanie svobodnoi glyukozy v zerne ozimoi rzhi (Impact of extrusion processing parameters on content of free glucose in winter rye grain), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, 2013, No. 4(4), pp. 28–32.
6. Berglung P. T., Fastnaught C. E., Holm E. T. Physico-chemical and sensory analysis of extruded high-fiber barley cereals, *cereal., Chem.*, 1994, No. 1, pp. 91–95.
7. Harper J. M. Extrusion processing of food products, *Food Technology*, 1978, V. 32, 27 p.
8. V. A. Sitnikov et al. Proizvodstvo i skarmlivanie ekstrudirovannogo zerna ozimoi rzhi: rekomendatsii (Production and feeding of extruded grain of winter rye: quidelines), M-vo s.-kh. Permskogo kraya, FGBOU VPO Permskaya GSKhA, Gos. nauch. uchrezhdenie «Permskii nauch.-issled. in-t s.-kh.» Rossel'khozakademii, Perm', Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 32 p.
9. Sitnikov V. A., Morozkov N. A. Ispol'zovanie zerna ozimoi rzhi ekstruzionnoi obrabotki v kormlenii korov : monografiya (Extruded winter rye grain for feeding cows), M-vo s.-kh. RF, federal'noe gos. byudzhethoe obrazov. uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Permskaya gos. s.kh. akad. im. akad. D. N. Pryanishnikova», Perm', PTs «Prokrost'», 2016, 134 p.
10. Sitnikov V. A., Morozkov N. A., Slavnov E. V. Netraditsionnyi sposob podgotovki kontsentrirrovannykh kormov i rezul'taty skarmlivaniya ikh zhivotnym (Non-conventional way to prepare concentrated fodders and results of feeding them to animals), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2008, No.3, pp. 52–55.
11. Slavnov E. V., Korobov V. P., Lemkina L. M. Poluchenie kontsentrirrovannykh kormovykh dobavok ekstruzionnoi obrabotkoi zerna ozimoi rzhi s otsenkoi pishchevoi tsennosti (Receiving of concentrated fodder additives by extrusion processing of winter rye grain with assessment of nutritional value), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2008, No. 3, pp. 80–83.
12. Tadmor Z., Klein I. Engineering principles of plasticating extrusion, Krieger, 1970, 500 p.
13. Targ S. M. Osnovnye zadachi teorii laminarnykh techenii (General tasks of streamline flow theory), Moscow – Leningrad, Gosudarstvennoe izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoi literatury, 1951, 420 p.
14. Minaev A. M., Mordasov D. M., Badirova N. B. Termodinamika v materialovedenii (Thermodynamics and material science), Tambov, Izd-vo TGTU, 2015, 80 p.
15. Pepelyaeva E. V. Povyshenie effektivnosti protsessa ekstrudirovaniya zerna ozimoi rzhi putem optimizatsii tekhnologicheskikh parametrov i rezhimov raboty ekstrudera (The Increase of grain extrusion process of winter rye by the optimization of technological parameters and duty cycle of extrusion machine), dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01, Perm', 2017, 158 p.

## АГРОНОМИЯ

УДК 633.1 + 631.87 + 631.417.1

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ  
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА (ПАР - ОЗИМАЯ  
РОЖЬ - ПШЕНИЦА - КЛЕВЕР 1 Г.П.)  
И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
В ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ  
ПОЧВЕ**

Ю. А. Акманаева, канд. с.-х. наук  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [ylishnaaa@mail.ru](mailto:ylishnaaa@mail.ru)

*Аннотация.* Исследования проведены в многолетнем стационарном полевом опыте в 2013-2017 гг. на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве. Изучали влияние вида пара и системы удобрения на продуктивность звена полевого севооборота (пар - озимая рожь - яровая пшеница - клевер 1 г.п.). Схема опыта: фактор А – вид пара: А<sub>1</sub> – сидеральный пар; А<sub>2</sub> – чистый пар; фактор В – система удобрения: В<sub>1</sub> – без удобрений; В<sub>2</sub> – органическая (запашка соломы озимой ржи); В<sub>3</sub> – минеральная (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>); В<sub>4</sub> – органо-минеральная (NPK)<sub>60+</sub> солома. Продуктивность звена севооборота и содержание лабильного органического вещества (ЛОВ) не зависели от вида пара F<sub>φ</sub><F<sub>05</sub>. Наибольшая прибавка в опыте 0,67 т/га з.е. (при НСР<sub>05</sub> = 0,15 т/ га з.е.) была получена при возделывании культур по органо-минеральной системе удобрения, которая также способствовала наибольшему накоплению лабильного органического вещества в сравнении с почвой без внесения удобрений (прибавка составила 4%, при НСР<sub>05</sub> = 3,0%). Наибольшее содержание ЛОВ 79,8% к массе легкой фракции наблюдается в варианте с органо-минеральной системой удобрения. Запасы углерода лабильного вещества напрямую зависели от его содержания в пахотном слое почвы и колебались по вариантам опыта от 4,3 до 6,3 т/га. Несмотря на высокую продуктивность культур звена севооборота 3,29 т/га з.е. при минеральной системе удобрения, после сидерального пара складываются условия, приводящие к консервативности органического вещества почвы и формированию отрицательного баланса углерода.

*Ключевые слова:* система удобрения, сидеральный пар, чистый пар, продуктивность, лабильное вещество почвы, углерод лабильного вещества, запасы лабильного вещества.

**Введение.** При агрономической оценке плодородия почвы большое значение придается состоянию органического вещества почвы. Проблемой трансформации органического вещества в почве и ее гумусного состояния занимались многие исследователи как в России [1-8], так и за рубежом [9-11], но по сей день этот вопрос остается достаточно актуальным и спорным.

Исторически сложилось, что наибольшую агрономическую ценность имеет гуматный

тип гумуса в сравнении с фульватным. Из-за отсутствия конкретных количественных критериев, характеризующих показатели гумусового состояния почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур, целесообразно органическое вещество разделить на две большие группы: группу устойчивых (инертных, консервативных) соединений и группу лабильных веществ (трансформируемых) [4, 12].

В группу устойчивых (инертных, консервативных) соединений входят компоненты

органического вещества почвы, формирующиеся в течение очень длительного периода и практически не подвергающиеся изменению и мало подверженные минерализации. К ним можно отнести зрелые гумусовые кислоты почвы, гуматы кальция и другие органо-минеральные производные, гумин, гуматомелановые кислоты, частично лигнин. Устойчивые (инертные, консервативные) органические вещества не являются непосредственным источником питательных элементов для сельскохозяйственных культур и отвечают за формирование благоприятной среды для роста и развития сельскохозяйственных культур, особенно при наступлении каких-либо неблагоприятных условий (засуха, избыточное увлажнение и др.)

Лабильные органические вещества (ЛОВ) относительно легко минерализуются, играют роль в формировании водопроходной структуры, являются источником энергии для почвенных микроорганизмов [13–16]. На содержание лабильного органического вещества в почве можно повлиять внесением различных органических удобрений и, тем самым, управлять гумусовым состоянием почвы. Так как применение традиционных органических удобрений, в частности навоза, в последние годы резко сократилось, то на сегодняшний день основными источниками восполнения органического вещества в почве являются пожнивнокорневые остатки, нетоварная часть культур (солома) и сидеральные культуры.

Таким образом, целью исследования является изучение влияния систем удобрения на продуктивность звена севооборота, содержание и запасы лабильного органического вещества в дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве.

**Методика.** Исследования были проведены в 2013–2017 гг. на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ в многолетнем стационарном полевом опыте, в котором изучаются влияние вида пара и доз минеральных удобрений на продуктивность полевого севооборота и свойства дерново-мелкоподзолистой почвы. На сегодняшний день на первой и второй закладках опыта прошло три культуры севооборота. Для написания данной статьи выбраны делянки, на которых в результате исследований были сформированы различные системы удобрения по сидеральному

(зелёная масса 10 т/га) и чистому парам. Схема опыта представлена в таблице 1. Органическая система удобрения состоит из заправки соломы озимой ржи (3,5–4,0 т/га). Минеральная система – внесение минеральных удобрений в дозе  $(NPK)_{60}$  кг/га под озимую рожь и яровую пшеницу. Органо-минеральная система удобрения включала в себя внесение соломы и минеральных удобрений в дозе  $(NPK)_{60}$ . Опыт 2-факторный, повторность опыта 4-кратная. Расположение делянок систематическое в 2 яруса методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки  $75 \text{ м}^2$ , учетная –  $40 \text{ м}^2$ .

Основная и предпосевная обработка почвы – общепринятая для Пермского края. В качестве сидеральной культуры использовали однолетний люпин. Минеральные удобрения вносили вручную под предпосевную культивацию. На соответствующих делянках опыта была запахана солома озимой ржи. Уборку зерновых культур проводили в фазе полной спелости, уборку клевера – в фазе начала цветения однофазным способом. Все работы, связанные с проведением опыта, осуществляли в соответствии с требованиями методик [17].

Метеорологические условия вегетационных периодов по годам исследования сильно отличались между собой по тепло- и влагообеспеченности. Вегетационные периоды 2014 и 2015 гг. характеризовались как переувлажненные ( $ГТК = 1,5$ ), а вегетационные периоды 2016 и 2017 гг. – как засушливый ( $ГТК = 0,9$ ) и избыточно увлажненный ( $ГТК = 2,3$ ), т. е. в большинстве лет наблюдали условия, снижающие микробиологическую деятельность в почве.

Исследования проведены на дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве, пахотный слой которой характеризовался низким содержанием гумуса, нейтральной реакцией среды, высокой степенью насыщенности основаниями, высокой обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием.

При изучении лабильного органического вещества почвы использован метод, разработанный для массовых анализов с использованием насыщенного раствора К<sub>2</sub>С<sub>2</sub>О<sub>8</sub> с плотностью  $1,8 \text{ г/см}^3$  [18]. Американские исследователи часто используют жидкость плотностью  $1,65 \text{ г/см}^3$ , перед этим предварительно обрабатывая почву ультразвуком [19]. Содержание углерода ЛОВ определяли по потере при про-



каливании легкой фракции. Образцы почвы отбирали после уборки клевера. Перед анализом почву пропускали через сито 1 мм без отбора корней и органических остатков.

**Результаты.** Продуктивность звена севооборота (табл. 1) в опыте не зависела от вида пара  $F_{\phi} < F_{05}$ . Наибольшая прибавка в опыте 0,67 т/га з.е. была получена при возделывании культур по органо-минеральной системе удобрения. Органическая система удобрения не даёт существенной прибавки урожайности.

Минеральная система удобрения хотя и позволяет получить прибавку по сравнению с органической системой (0,38 т/га з.е.), но существенно уступает органо-минеральной системе удобрения (0,17 т/га з.е.). При возделывании культур по сидеральному пару лучшими являются минеральная и органо-минеральная системы удобрения. Они позволяют повысить продуктивность культур соответственно на 0,43 и 0,69 т/га з.е.

Таблица 1

Влияние системы удобрения на продуктивность звена севооборота, т/га з.е.

Фактор В (система удобрения)	Фактор А (вид пара)		Среднее по В
	сидеральный	чистый	
Без удобрений	2,86	2,85	2,85
Солома	2,97	2,96	2,97
(NPK) <sub>60</sub>	3,29	3,40	3,35
Солома+ (NPK) <sub>60</sub>	3,55	3,50	3,52
Среднее по А	3,17	3,18	
НСР <sub>05</sub>			
Главные эффекты	фактора А		$F_{\phi} < F_{05}$
	фактора В и взаимодействия АВ		0,15
Частные различия	А		$F_{\phi} < F_{05}$
	В		0,22

Условием сохранения гумуса и пополнения фонда лабильных органических веществ почвы является ежегодное внесение растительных остатков (сидеральные культуры, солома, пожнивно-корневые остатки и т.д.). На содержание ЛОВ (табл. 2) вид пара не оказал существенного влияния ( $F_{\phi} < F_{05}$ ). Органо-минеральная система удобрения способствовала наибольшему накоплению лабильного

органического вещества в сравнении с неудобренной почвой (прибавка составила 4%, при НСР<sub>05</sub> = 3,0%). Наибольшее содержание ЛОВ 79,8 % к массе легкой фракции наблюдается в варианте с органо-минеральной системой удобрения. Наибольшее содержание ЛОВ было при возделывании культур по сидеральному пару и органо-минеральной системе удобрения.

Таблица 2

Влияние системы удобрения на содержание лабильных форм органических веществ (ЛОВ), % к массе легкой фракции

Фактор В (система удобрения)	Фактор А (вид пара)		Среднее по В
	сидеральный	чистый	
Без удобрений	77,9	73,8	75,8
Солома	78,1	75,7	76,9
(NPK) <sub>60</sub>	70,4	79,9	75,2
Солома+ (NPK) <sub>60</sub>	82,0	77,7	79,8
Среднее по А	77,1	76,8	
НСР <sub>05</sub>			
Главные эффекты	фактора А		$F_{\phi} < F_{05}$
	фактора В и взаимодействия АВ		3,0
Частные различия	А		2,8
	В		4,2

Оптимальное содержание углерода лабильного органического вещества ( $C_{лов}$ ), по мнению ряда авторов, для дерново-

подзолистых почв варьирует в пределах от 0,2 до 0,4 % массы почвы [4, 20]. Снижение содержания  $C_{лов}$  до 0,1 % является критическим

и ведет к ухудшению питательного режима почвы и её структурного состояния. Оптимальное содержание  $C_{лов}$  сложилось в вариантах с минеральной и органо-минеральной системой удобрения 0,2% (табл. 3).

Наиболее благоприятные условия для накопления  $C_{лов}$  складываются при возделывании культур по чистому пару с минеральной и

органо-минеральными системами удобрения. В этих вариантах произошло наибольшее накопление  $C_{лов}$  и составило соответственно 0,22 и 0,21% к массе почвы. При возделывании по сидеральному пару содержание  $C_{лов}$  в почве варьировало с 0,15 до 0,19% к массе почвы и существенно увеличивалось при органо-минеральной системе удобрений.

Таблица 3

Влияние системы удобрения на содержание  $C_{лов}$ , % к массе почвы

Фактор В (система удобрения)	Фактор А (вид пара)		Среднее по В
	сидеральный	чистый	
Без удобрений	0,15	0,18	0,17
Солома	0,18	0,16	0,17
(NPK) <sub>60</sub>	0,18	0,22	0,20
Солома+ (NPK) <sub>60</sub>	0,19	0,21	0,20
Среднее по А	0,17	0,20	
НСР <sub>05</sub>			
Главные эффекты	фактора А		0,02
	фактора В и взаимодействия АВ		0,02
Частные различия	А		0,04
	В		0,03

От запасов углерода лабильного органического вещества (табл. 4) в почве и, как следствие, – самого лабильного вещества, по мнению ряда исследователей, зависит и содержание азота. При содержании углерода ЛОВ на уровне 6-12 т/га в составе ЛОВ содержится достаточно азота, которое в состоянии обеспечить около 50 % урожая. Запасы углерода лабильного вещества напрямую зависели от

его содержания в пахотном слое почвы и колебались по вариантам опыта от 4,3 до 6,3 т/га. По мнению ряда авторов [20-23], при содержании  $C_{лов}$  менее 6 т/га создаются условия для формирования отрицательного баланса углерода, снижается биологическая активность почвы и как следствие – почва накапливает меньше минерального азота.

Таблица 4

Влияние системы удобрения на запасы углерода лабильного органического вещества в дерново-мелкоподзолистой среднесуглинистой почве, т/га

Фактор В (система удобрения)	Фактор А (вид пара)	
	сидеральный	чистый
Без удобрений	4,3	5,3
Солома	5,1	4,7
(NPK) <sub>60</sub>	5,3	6,3
Солома+ (NPK) <sub>60</sub>	5,4	6,1

**Выводы.** 1. Продуктивность звена севооборота не зависит от вида пара. Наибольшая прибавка в опыте 0,67 т/га з.е. была получена при возделывании культур по органо-минеральной системе удобрения.

2. Наиболее благоприятные условия для накопления  $C_{лов}$  складываются при возделывании культур по чистому пару с минеральной и органо-минеральными системами удобрения. В этих вариантах произошло наибольшее накоп-

ление  $C_{лов}$  и составило соответственно 0,22 и 0,21% к массе почвы.

3. Несмотря на высокую продуктивность культур звена севооборота 3,29 т/га з.е. при минеральной системе удобрения после сидерального пара складываются условия, приводящие к консервативности органического вещества почвы и формированию отрицательного баланса углерода.

## Литература

1. Завьялова Н. Е., Косолапова А. И., Ямалтдинова В. Р. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на трансформацию органического вещества дерново-подзолистой почвы // *Агрохимия*. 2005. №6. С. 5–10.
2. Завьялова Н. Е. Влияние минеральных удобрений и извести на фракционно-групповой состав гумуса и оптические свойства гуминовых кислот дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2014. №2. С. 25–27.
3. Титова И. С., Чеботарев Н. Т. Влияние систем удобрений на фракционный состав и баланс гумуса в дерново-подзолистой почве республики Коми // *Агрохимический вестник*. 2015. №3. С. 16–18.
4. Завьялова Н. Е., Корляков К.Н. Мы не унаследовали землю наших отцов. Мы взяли ее в долг у наших детей // *Вестник Пермского научного центра*. 2015. № 1. С. 26–37.
5. Трипольская Л. Н., Романовская Д. К., Шлепетене А. Гумусное состояние пахотной дерново-подзолистой почвы в условиях применения различных видов зеленых удобрений // *Почвоведение*. 2008. №8. С. 997–1005.
6. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 315 с.
7. Лыков А. М., Еськов А. Л., Новиков М. П. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М. : РАСХН–ВНИИТЮУ, 2004. 630 с.
8. Гомонова Н. Ф., Минеев В. Г. Динамика гумусного состояния и азотного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений // *Агрохимия*. 2012. № 6. С. 23–31.
9. Asmus F., Iorlitz H., Koriath H. Ermittlung des Bedartes der Boden an organischsubstanz // *Arch. Acker- u. Bodenkde*. Berlin. 1979.
10. Haynes R. J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leis // *Soil Biology and Biochemiste*. 1999. Vol. 31.P. 1821–1830.
11. Patryka T., Namkhalo Estimation of oxidizing ability of organic matter of forest and arable soil // *Zemdirbyste-Agriculture*. 2010. Vol. 97(1). P. 33–40.
12. Тейт Р. Л. Органическое вещество почвы. М. : Мир, 1991. 400 с.
13. Борисов Б. А., Ганжара Н. Ф. Легкоразлагаемое органическое вещество почв зонального ряда Европейской части России // Сборник докладов международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения академика В.Р. Вильямса и 100-летию со дня рождения И.С. Кауричева, М. : Изд. РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. С. 3–10.
14. Агрогенная трансформация лабильных гумусовых веществ и структуры дерново-подзолистой супесчаной почвы / М. А. Яшин, Т. Н. Авдеева, Б. М. Когут [и др.] // *Агрохимия*. 2015. №9. С. 3–13.
15. Мамонтов В. Г., Афанасьев Р. А., Родионова Л. П., Быканова О. М. К вопросу о лабильном органическом веществе почв / *Плодородие*. 2008. № 2. С. 20–22.
16. Ганжара Н. Ф., Миренков С. Ю., Родионова Л. П. Легкоразлагаемое органическое вещество как источник гумуса и минерального азота в дерново-подзолистых почвах // *Известия ТСХА*. 2001. Вып. 4. С. 69–80.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
18. Шеуджен А. Х., Нещадим Н. Н., Онищенко Л. М. Органическое вещество почвы и методы его определения / под ред. В.Т. Тукарева. Майкоп : ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2007. 344 с.
19. Anderson D. W., Saggar S., Bettany J. R., Stewart J. W. B. Particle size fractions on their use in studies of soil organic matter: 1. The nature and distribution of carbon, nitrogen and sulfur. *Soil Science Society of America*. 1981. Vol. 45. P. 767–772.
20. Ганжара Н. Ф., Борисов Б. А. Гумусообразование и агрономическая оценка почв. М. : «Агроконсалт», 1997. 82 с.
21. Тарзанова Т. В., Борисов Б. А. Степень выпахонности почв зонального ряда и их агрегатное состояние // *Почвы – национальное достояние России : материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов*. Новосибирск, 2004. Кн. 2. С. 267.
22. Шарков И. Н., Данилова А. А., Пирогов Н. О. Изменение плодородия выщелоченного чернозёма при контрастном сельскохозяйственном использовании // *Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. статей*. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2007. Кн. 1. С. 287–290.
23. Чупрова В. В., Люкшина И. В., Белоусов А. А. Запасы и динамика легкоминерализуемой фракции органического вещества в почвах Средней Сибири // *Вестник КрасГАУ*. 2003. № 3. С. 65–74.

**EFFECTS OF FERTILIZATION SYSTEM ON PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION (FALLOW – WINTER RYE – WHEAT – CLOVER 1<sup>st</sup> YEAR OF USE) AND CONTENT OF LABILE ORGANIC MATTER IN SOD-FINE PODZOLIC MIDDLE LOAMY SOIL**

**Yu. A. Akmaneva**, Cand. Agr. Sci.  
Perm State Agro-Technological University  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [ylishnaaa@mail.ru](mailto:ylishnaaa@mail.ru)

## ABSTRACT

The studies were performed in long-term stationary field experiment in 2013-2017 on the sod-fine podzolic middle loamy soil. The effect of fallow type and fertilization system on productivity of field crop rotation (fallow – winter rye – spring wheat – clover of the 1<sup>st</sup> year of use) was studied.

Experiment scheme: factor A – fallow type: A<sub>1</sub> – green manure fallow; A<sub>2</sub> – pure fallow; factor B – fertilizer system: B<sub>1</sub> – without fertilizers; B<sub>2</sub> – organic (ploughing rye straw into soil); B<sub>3</sub> – mineral (N<sub>60</sub>R<sub>60</sub>K<sub>60</sub>); B<sub>4</sub> – organic-mineral (NRK)<sub>60</sub> + straw. Productivity of a link in crop rotation and content of labile organic matter (LOV) were not dependent on the type of couple  $F_f < F_{05}$ . The greatest increase in the experiment 0.67 t/ha grain units (when  $NSR_{05} = 0.15$  t/ grain units was received in the cultivation of crops on organic-mineral system of fertilization, which also contributed to the greatest accumulation of labile organic matter in comparison with the ground without fertilizers (the increase was 4%,  $NSR_{05} = 3.0\%$ ). The greatest content of labile organic matter 79.8% of the weight of light fraction is observed in organic-mineral fertilization system. Carbon stocks of labile substances directly depended on its content in arable soil and varied in experiment options from 4.3 to 6.3 t per hectare. Despite the high productivity of crops in crop rotation link 3.29 t/ha with the mineral system of fertilization, after green manure fallow there appear conditions that lead to conservativeness of soil organic matter and formation of negative balance of carbon.

*Key words: system of fertilizer, green manure fallow, pure fallow, productivity, labile elements in soil, labile carbon substances, stocks of labile substances.*

#### References

1. Zav'yalova N. E., Kosolapova A. I., Yamaltdinova V. R. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya organicheskikh i mineral'nykh udobrenii na transformatsiyu organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoi pochvy (The impact of long-term implementation of organic and mineral fertilizers on organic matter transformation of sod-podzolic soil), *Agrokimiya*, 2005, No.6, pp. 5–10.
2. Zav'yalova N. E. Vliyanie mineral'nykh udobrenii i izvesti na fraktsionno-grupповой состав гумуса и оптические свойства гуминовых кислот дерново-подзолистой тяжёлоуглинистой почвы Предуралья (The impact of organic fertilizer of lime on fractional and group composition of humus and optical properties of humic acids of sod-podzolic heavy clay-loam soil in the Pre-Urals), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2014, No.2, pp. 25–27.
3. Titova I. S., Chebotarev N. T. Vliyanie sistem udobrenii na fraktsionnyi sostav i balans гумуса в дерново-подзолистой почве республики Коми (The impact of fertilizer system on the fractional composition and humus balance in sod-podzolic soil of Komi Republic), *Agrokhimicheskii vestnik*, 2015, No.3, pp. 16–18.
4. Zav'yalova N. E., Korlyakov K.N. My ne unasledovali zemlyu nashikh ottsov. My vzyali ee v dolg u nashikh detei (We did not inherit the land of our fathers, we borrowed it from our children), *Vestnik Permskogo nauchnogo tsentra*, 2015, No. 1, pp. 26–37.
5. Tripol'skaya L. N., Romanovskaya D. K., Shlepetene A. Гумусное состояние пахотной дерново-подзолистой почвы в условиях применения различных видов зеленых удобрений (Humus content of cultivated sod-podzolic soil under the different kinds of green fertilizers treatment), *Pochvovedenie*, 2008, No.8, pp. 997–1005.
6. Kononova M. M. Organicheskoe veshchestvo pochvy (Soil organic matter), Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1963, 315 p.
7. Lykov A. M., Es'kov A. L., Novikov M. P. Organicheskoe veshchestvo пахотных почв Нечерноземья (Organic matter of cultivated soils of Nechernozemie), Moscow, RASKhN–VNIITIOU, 2004, 630 p.
8. Gomonova N. F., Mineev V. G. Dinamika гумусного состояния и азотного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений (Dynamics of humus content and nitrogen status of sod-podzolic middle clay-loamy soils under the long-term fertilizer treatment), *Agrokimiya*, 2012, No. 6, pp. 23–31.
9. Asmus F., Iorlitz H., Koriath H. Ermittlung des Bedartes der Boden an organischersubstanz, *Arch. Acker-u. Bodenkde*, Berlin, 1979.
10. Haynes R. J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leis, *Soil Biology and Biochemie*, 1999, Vol. 31, pp. 1821–1830.
11. Patryka T., Hamklalo Estimation of oxidizing ability of organic matter of forest and arable soil, *Zemdirbyste-Agriculture*, 2010, Vol. 97(1), pp. 33–40.
12. Teit R. L. Organicheskoe veshchestvo pochvy (Soil organic matter), Moscow, Mir, 1991, 400 p.
13. Borisov B. A., Ganzhara N. F. Legkorazlagaemoe organicheskoe veshchestvo почв зонального ряда Европейской части России (easily decomposed organic matter of soils of zones in European part of Russia), *Sbornik докладov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 150-letiyu dnya rozhdeniya akademika V.R. Vil'yamsa i 100-letiyu so dnya rozhdeniya I.S. Kauricheva*, Moscow, Izd. RGAU – MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2014, pp. 3–10.
14. Yashin M. A., Avdeeva T. N., Kogut B. M. et. al. Agrogennaya transformatsiya labil'nykh гумусовых веществ в структуры дерново-подзолистой супесчаной почвы (Agrogenic transformation of unstable humus substances and structure of sod-podzolic sandy-loam soil), *Agrokimiya*, 2015, No.9, pp. 3–13.
15. Mamontov V. G., Afanas'ev R. A., Rodionova L. P., Bykanova O. M. K voprosu o labil'nom organicheskom veshchestve почв (To the question of unstable organic substance of soils), *Plodorodie*, 2008, No. 2, pp. 20–22.
16. Ganzhara N. F., Mirenkov S. Yu., Rodionova L. P. Legkorazlagaemoe organicheskoe veshchestvo как источник гумуса и минерального азота в дерново-подзолистых почвах (Easily decomposed organic substance as a source of humus and mineral nitrogen in sod-podzolic soils), *Izvestiya TSKhA*, 2001, Vyp. 4, pp. 69–80.
17. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment method with the elements of statistical processing of the research results), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.

18. Sheudzhen A. Kh., Neshchadim N. N., Onishchenko L. M. Organieskoe veshchestvo pochvy i metody ego opredeleniya (Organic matter of soil and its determination methods), pod red. V.T. Tukareva, Maikop, OAO «Poligrafizdat «Adygeya», 2007, 344 p.
19. Anderson D. W., Saggar S., Bettany J. R., Stewart J. W. B. Particle size fractions on their use in studies of soil organic matter: 1. The nature and distribution of carbon, nitrogen and sulfur, Soil Science Society of America, 1981, Vol. 45, pp. 767–772.
20. Ganzhara N. F., Borisov B. A. Gumusoobrazovanie i agronomicheskaya otsenka pochv (Humification and agronomical value of soils), Moscow, «Agrokonsalt», 1997, 82 p.
21. Tarzanova T. V., Borisov B. A. Stepen' vypakhonnosti pochv zonal'nogo ryada i ikh agregatnoe sostoyanie (The rate of plowed-out soils of zonal range and their aggregative state), Pochvy – natsional'noe dostoyanie Rossii, materialy IV s"ezda Dokuchaevskogo obshchestva pochvovedov, Novosibirsk, 2004, Kn. 2, p. 267.
22. Sharkov I. N., Danilova A. A., Pirogov N. O. Izmenenie plodorodiya vyshchelochennogo chernozema pri kontrastnom sel'skokhozyaistvennom ispol'zovanii (Fertility changes of leached chernozem under contrast agriculture), Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu, sb. statei. Barnaul : Izd-vo AGAU, 2007, Kn. 1, pp 287–290.
23. Chuprova V. V., Lyukshina I. V., Belousov A. A. Zapasy i dinamika legkomineralizuemoi fraktsii organicheskogo veshchestva v pochvakh Srednei Sibiri (Capacity and dynamics of easily mineralized fraction of organic matter in soils of middle Siberia), Vestnik KrasGAU, 2003, No. 3, pp. 65–74.

УДК 633.11:631.53.04

## ВЛИЯНИЕ СРОКА ПОСЕВА НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Т. С. Вершинина**, ассистент кафедры растениеводства,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [verschininats@mail.ru](mailto:verschininats@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях Среднего Предуралья в 2014–2016 гг. изучали влияние срока посева на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Исследования проводили на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Полевой опыт был заложен по предшественнику – однолетним травам на зеленый корм, норма высева озимой пшеницы 6 млн всх. семян на гектар. Сорт озимой пшеницы Московская 39. Посев проводили в семь сроков: 15, 18, 21, 24, 27, 30 августа и 2 сентября. Анализы технологических и хлебопекарных качеств зерна проводили в Красноуфимском селекционном центре ФГБНУ Уральский НИИСХ и в испытательной лаборатории ООО «ПермАгроСервис». В ходе исследований установлено, что наиболее благоприятные условия для развития озимой пшеницы были в 2015–2016 гг., так как получена наибольшая урожайность 1,18–2,92 т/га. Оптимальный срок посева в среднем за два года складывается с 14 августа по 2 сентября (1,71–2,18 т/га). Качество зерна и хлеба зависело от погодных условий. Но даже в годы с неблагоприятными условиями можно получить зерно озимой пшеницы 2–3 класса качества со следующими показателями: натура зерна 744 г/л, стекловидность 54%, число падения 308 с, массовая доля сырой клейковины 29%. И хлеб с общей хлебопекарной оценкой 4,4 балла.

*Ключевые слова:* озимая пшеница, срок посева, урожайность, качество зерна.

**Введение.** Озимая пшеница – одна из важнейших наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Ее ценность состоит в том, что зерно отличается высоким содержанием белка и хорошим хлебопекарным качеством [1]. В Пермском крае с 2005 по 2015 год площадь под озимой пшеницей увеличилась с 1,8 до 3,3 тыс. га, но урожайность

этой культуры по-прежнему остается низкой и составляет в среднем за последние 10 лет 14,5 ц/га [17]. Причиной снижения урожайности служит плохая перезимовка, которая во многом зависит от срока посева и метеоусловий. Результаты исследований зарубежных и российских ученых показывают, что срок посева и погодные условия оказывают суще-

ственное влияние на урожайность и качество зерна [3, 4, 9, 12, 15, 16, 17, 19, 20]. Данный вопрос нуждается в дальнейшем изучении, так как единого мнения относительно оптимального срока посева нет.

*Цель исследований* – изучить реакцию озимой пшеницы на срок посева.

*Задачи:* 1) Выявить влияние погодных условий на качество зерна. 2) Оценить качество зерна озимой пшеницы, выращенного при разных сроках посева.

**Методика.** Полевые исследования проводили в 2014–2015 и 2015–2016 годах на учеб-

но-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Почва участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая, средней степени окультуренности. Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной для Предуралья [7]. Предшественник – однолетние травы на зеленый корм. Объект исследования – озимая пшеница сорта Московская 39. Норма высева 6 млн всхожих семян на гектар. Посев проводили в семь сроков (таблица 1). Наблюдения, анализы и учеты выполнены по общепринятым методикам [5, 11].

Таблица 1

Схема опыта

№ срока посева	Планируемый срок посева	Фактический срок посева	
		2014 г.	2015 г.
1 (к)	15 августа	15 августа	14 августа
2	18 августа	18 августа	21 августа*
3	21 августа	21 августа	24 августа*
4	24 августа	24 августа	29 августа*
5	27 августа	28 августа*	4 сентября*
6	30 августа	2 сентября*	10 сентября*
7	2 сентября	8 сентября*	12 сентября*

\*Изменения планируемых сроков посева произошли в связи с выпадением большого количества осадков.

Для определения технологических и хлебопекарных качеств зерна были взяты образцы урожая 2015 и 2016 гг. Данные анализы проводили в Красноуфимском селекционном центре ФГБНУ Уральский НИИСХ и в испытательной лаборатории ООО «ПермАгроСервис».

Технологические качества зерна определяли в соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия». Мукомольные качества зерна и хлебопекарные качества муки определяли по двум срокам посева (ранний и средний). Размол зерна проводили на лабораторной автоматической мельнице МЛУ-202. Оценку физических свойств теста проводили на фаринографе фирмы «BRABENDER». Оценку хлебопекарных свойств определяли методом лабораторной выпечки по ГОСТу 9404-60 «Пробная лабораторная выпечка хлеба». Применяли безопарный метод лабораторной выпечки хлеба с интенсивным замесом теста.

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Вегетационный период 2014–2015 гг. характеризовался умеренно теплой

погодой. Осенью переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в сторону похолодания наблюдали в обычные сроки – первой декаде октября. В зимний и весенний периоды развития растений наблюдали оттепели, что способствовало расходу питательных веществ на дыхание растений и создало условия для выпревания. В первой половине весенне-летнего периода 2015 года сложились благоприятные температурные условия для развития озимой пшеницы, однако налив и созревание зерна проходили при неблагоприятных погодных условиях (пониженная температура и высокая влажность (ГТК 1,98), что сказалось на качестве зерна.

Метеорологические условия 2015–2016 гг. были более благоприятными для роста и развития озимой пшеницы. Окончание осенней вегетации наступило в первой декаде октября. Зима была относительно теплой, но снег сошел рано. Весенне-летний период характеризовался теплым и засушливым (ГТК за летний период был равен 0,23). Условия вегетационного периода 2016 года способствовали раннему созреванию озимой пшеницы и формированию зерна высокого качества.

**Результаты.** Проведенные исследования показали, что в среднем за 2015–2016 гг. наибольший сбор зерна озимой пшеницы получен при посеве с первого по шестой срок посева (с 14 августа по 2 сентября) – 1,71–2,18 т/га. Наибольшая урожайность зерна по срокам посева изменяется по годам, так, в 2015 году она сформировалась с 21 августа по 2 сентября, а в 2016 году – 14 августа.

Важное значение среди показателей качества зерна имеет натура. Этим показателем пользуются не только в России, но и за границей, так как от ее величины зависит выход муки и классность партии зерна при приемке на мукомольные предприятия [9, 13]. Натура зависит от многих факторов: сорта, климатических условий, почвенного плодородия. В соответствии с ГОСТ Р 52554 – 2006 «Пшеница. Технические условия» зерно пшеницы в среднем за два года по натуре соответствовало 1 классу (770 г/л), и в зависимости от срока посева изменялась от 758 до 779 г/л (таблица 2). Натура зерна озимой пшеницы урожая 2015 года при посеве в оптимальные сроки соответствовала 2–3 классу ГОСТа (739–764 г/л). Бо-

лее высокий показатель натуры зерна по всем изучаемым вариантам был получен в благоприятном по метеорологическим условиям 2016 году, что соответствовало 1 классу ГОСТа, и при оптимальном сроке посева она составила 802 г/л.

По показателю стекловидности не всегда можно оценить мукомольные свойства зерна, так как этот признак зависит от агротехнических и погодных условий в период налива и созревания зерна [8, 2, 14]. Согласно нашим исследованиям, стекловидность зерна озимой пшеницы в среднем за два года соответствовала требованиям 2 и 3 классов качества ГОСТа на зерно пшеницы и составила 57 – 63 %. Из-за неблагоприятных погодных условий 2015 года, а именно из-за низкой температуры воздуха и повышенного количества осадков в период формирования зерна, сформировалось зерно менее стекловидное, чем зерно урожая 2016 года. Стекловидность в среднем по срокам посева составила 54%, что на 12% ниже стекловидности зерна 2016 года, и соответствовала 3 классу качества.

Таблица 2

Технологические качества зерна озимой пшеницы при разных сроках посева

Срок посева (В)	Натура, г/л			Стекловидность, %			Число падения, с		
	2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее
1 (к)	735	802	768	53	65	59	401	318	360
2	737	802	769	55	69	62	273	299	286
3	739	801	770	52	66	59	260	306	283
4	748	800	774	53	72	63	324	345	335
5	764	794	779	56	66	61	331	351	341
6	751	794	773	53	64	59	311	326	319
7	736	781	758	55	58	57	256	341	299
Среднее по А	744	796	770	54	66	60	308	327	317

Число падения характеризует активность α-амилазы, от которой зависит газообразующая способность муки. Показатель тем ниже, чем больше активность энзима амилазы [6]. В среднем за два года у озимой пшеницы число падения соответствовало 1–2 классу (299–360 с) ГОСТа на зерно пшеницы. У образцов урожая 2015 года число падения в среднем составило 308 с, что ниже на 19 с, чем в 2016 году. Это объясняется влажными условиями в период созревания и уборки зерна. Срок посева не повлиял на данный показатель.

Наиболее важным показателем качества зерна пшеницы является содержание в нем сырой клейковины [8]. Массовая доля сырой клейковины в зерне озимой пшеницы в сред-

нем за два года составила 27–32% (таблица 3), что соответствует требованиям 1–3 классов ГОСТ Р 52554-2006. Ее содержание изменялось в зависимости от года. Наибольшая массовая доля клейковины в зерне была в сухом и жарком 2016 году при посеве с третьего по седьмой срок (с 24 августа по 12 сентября) и составила 29–35%, это соответствует 1–2 классу. При посеве в более ранние сроки она составила 27%, что соответствует 3 классу качества. Однако качественная оценка клейковины свидетельствует о том, что все образцы по изучаемым вариантам за годы исследований соответствуют 3 классу ГОСТа и второй группе качества – удовлетворительно слабой. Показания прибора ИДК составили 75–85 ед.

Таблица 3

Массовая доля (%) и качество сырой клейковины (ИДК, ед.) зерна озимой пшеницы при разных сроках посева

Срок посева	Год				Среднее	
	2015 г.		2016 г.			
	%	ИДК, ед.	%	ИДК, ед.	%	ИДК, ед.
1 (к)	33	75	27	75	30	75
2	29	90	27	80	28	85
3	32	80	33	85	32	83
4	26	75	29	75	27	75
5	26	85	32	85	29	85
6	31	85	34	90	32	88
7	30	80	35	90	32	85
Среднее	29	81	31	83	30	82

Основным показателем мукомольных свойств зерна является общий выход муки, который составил 69–70 % (таблица 4).

Для определения физических свойств теста использовали фаринограф. Его применяют для оценки устойчивости теста к длительной механической обработке. По результатам фаринограммы выявили, что водопоглотительная способность (ВСП) по срокам посева изменялась незначительно. В среднем по срокам посева за 2015–2016 годы она составила 71%. Время образования теста изменялось значительно, в зависимости от года. Так, у образцов

2015 года время образования теста было больше, чем в 2016 году в 2 раза, и составило 11–12 мин. По устойчивости теста к замесу образцы озимой пшеницы показали незначительное время – в среднем 1,8 мин. Величина разжижения теста в среднем за 2015–2016 годы составляет 45 ед. фар., что соответствует сильной пшенице (не более 60 ед. фар.). По показателю валориметрической оценки, мука озимой пшеницы, независимо от срока посева, была хорошего качества, в среднем она составила 77–78%. В 2015 году этот показатель был выше, чем в 2016 году на 20% и составил 85–86%.

Таблица 4

Физические и хлебопекарные свойства муки озимой пшеницы при разных сроках посева, 2015–2016 гг.

Вариант	2015 г.		2016 г.		Среднее	
	15 августа	24 августа	14 августа	29 августа	14-15 августа	24-29 августа
Выход муки, %	69	70	69	70	69	70
Фаринограмма						
ВПС(водопоглотительная способность, %)	70,2	69,8	71,4	72,4	70,8	71,1
Время образования теста, мин	11	12	6	6	8,5	9,0
Устойчивость теста, мин	2	2	1,5	1,5	1,8	1,8
Разжижение, ед. фар	30	40	50	60	40	50
Валориметрическая оценка, ед. ва	86	85	69	68	78	77
Хлебопекарная оценка						
Объем, мл	787	705	765	740	773	723
	3,1	2,6	2,9	2,8	3	2,7
Внешний вид	Поверхность, балл	5	5	5	5	5
	Форма, балл	5	5	5	5	5
	Цвет корки, балл	5	5	5	5	5
Мякиш	Пористость, балл	4,8	4,7	5	4,6	4,9
	Структура мякиша, балл	5	4,7	4,9	5	4,9
	Цвет мякиша, балл	4,6	4,5	5	5	4,8
Внешний вид, баллов	5	5	5	5	5	5
Общая оценка, баллов	4,5	4,3	4,6	4,5	4,6	4,4



Наиболее полная картина о хлебопекарных свойствах муки складывается при пробной лабораторной выпечке. Объем хлеба и общая оценка – главные хлебопекарные показатели качества. По объему хлеба первый срок посева (14–15 августа) имел некоторое превосходство в оба года исследований, в среднем он составил 773 мл (см. табл.4, рис. 1, 2).

Такая же тенденция наблюдается по общей оценке хлеба (4,6 балла). Анализ пробных выпечек показал, что качество хлеба зависит от погодных условий, которые складываются при формировании зерна. Так, в наиболее благоприятном 2016 году общая хлебопекарная оценка была выше (4,5–4,6 балла), чем в 2015 году (4,3–4,5 балла).



Рис. 1. Лабораторная выпечка из зерна 1 и 4 срока посева 2015 года



Рис. 2. Лабораторная выпечка из зерна 1 и 4 срока посева 2016 года

**Выводы.** Технологические и хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы в большей степени зависят от погодных условий в период формирования зерна. В условиях Среднего Предуралья даже в годы с неблагоприятными условиями можно получать зерно на уровне 2–3 класса качества. В благоприятных для созревания зерна озимой пшеницы погодных условиях 2016 года получено зерно, имеющее более высокие показатели качества, чем в 2015 году. Натура зерна составила 796 г/л,

стекловидность – 66%, число падения – 327 с, массовая доля сырой клейковины – 31%, общая хлебопекарная оценка – 4,6 балла.

Изучаемые сроки посева не оказали существенного влияния на показатели качества зерна. Наблюдается некоторое превосходство оптимальных сроков посева в 2015 году 21 августа – 2 сентября и в 2016 году 14 августа по показателю «натура зерна», и первого срока посева при сравнении физических и хлебопекарных качеств.

#### Литература

1. Бабайцева Т. А., Тихонова О. С. Озимые культуры // Вестник Ижевской ГСХА. 2006. № 2. С. 33–38.
2. Бебякин В. М., Мартынов С. П. Информативность и диагностическая ценность характеристик качеств зерна в связи с селекцией яровой мягкой пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 1983. № 8. С. 3–10.
3. Васюков П. П., Чуварлеева Г. В., Цыганков В. И. Влияние некоторых метеорологических факторов на урожайность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 1. С. 28–29.
4. Денисов П. В., Стихин М. Ф. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе. Ленинград : Колос. 1965. 248 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
6. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование / Под общ. ред. Д. Шпаар. Киев : Издательский дом «Зерно». 2012. 704 с.

7. Инновационные технологии в агробизнесе / Э. Д. Акманаев и др. Пермь: Изд-в ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
8. Калмыкова Е. В. Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов озимой пшеницы в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2014. № 3 (35). С. 1–4.
9. Кильдюшкин В. М., Хомутов Ю. В., Корнев В. А., Прокопец В. Г. Влияние погодно-климатических факторов на урожайность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 2. С. 26–28.
10. Колмаков Ю. В., Капис В. И., Распутин М. В. Эффективность зернопроизводства зерна и продуктов его переработки : монография. Омск : ООО ИПЦ «Сфера», 2004. 132 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 194 с.
12. Перемечева И. В., Фатыхов И. Ш., Бабайцева Т. А. Урожайность озимой пшеницы при разных сроках посева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2007. № 9. С. 33–37.
13. Сандухадзе Б. И., Беркутова Н. С., Давыдова Е. И. Качество зерна у сортов озимой пшеницы, созданных в НИИСХ ЦРНЗ // Селекция и семеноводство. 2005. № 4. С. 19–22.
14. Методические основы селекции озимой пшеницы на урожайность и качество зерна в центре Нечерноземья России / Б. И. Сандухадзе, Г. В. Кочетыгова, В. В. Бугрова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2006. № 3. С. 3–10
15. Тихонова О. С., Бабайцева Т. А. Перезимовка и урожайность озимых зерновых культур в зависимости от срока посева // Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве : материалы Всероссийской науч.-практич. конф. Ижевск, 2006. С. 176–182.
16. Тихонова О. С., Фатыхов И. Ш., Бабайцева Т. А. Приемы посева озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: монография. Ижевск, 2017. 267 с.
17. Фатыхов И. Ш., Бабайцева Т. А., Перемечева И. В. Формирование урожайности сортов озимой пшеницы в Среднем Предуралье : монография; под научн. ред. И. Ш. Фатыхова. Ижевск, 2009. 197 с.
18. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 19.10.2017).
19. Dr. Hansgeorg Schönberger. Weizen noch vor der Gerste säen? // Die landwirtschaftliche Zeitschrift. 2000. № 9. P. 64–67.
20. Leszynska D., Noworolnik N. Wplyw terminu i gestosci siewu na przezimowanie i plonowanie kilki odmian jeczmienia ozimego // Ekofizjologiczne aspekty reakcji roslin na dzialanie czynnikow stresowych. Warszawa. 2002. Gr. 1. S. 187–191.

## INFLUENCE OF SEEDING TIME ON GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT

**T. S. Vershinina**, Assistant of the Plant Growing Department  
Perm State Agro-Technological University  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [verschininats@mail.ru](mailto:verschininats@mail.ru)

### ABSTRACT

The influence of the sowing period on the productivity and quality of the grain of winter wheat was studied in the conditions of the Middle Preduralie in 2014 – 2016. The research was conducted at the training and experimental field of Perm State Agro-Technological University. Field experiment was laid with the predecessor of annual grasses for green fodder, the rate of sowing of winter wheat was 6 million seeds per hectare, variety of winter wheat Moscow 39. Sowing was carried out in seven terms: on 15, 18, 21, 24, 27, 30 August and 2 September. Analyzes of technological and bakery grain quality were carried out at the Krasnoufimsky Selection Center of the Urals Agriculture Research Institute and in the testing laboratory of PermAgroService Llc. In the course of the research it was established that the most favorable conditions for the development of winter wheat were in 2015-2016 as the highest productivity was obtained 1.18-2.92 t / ha. The optimum sowing time on the average for two years is from August 14 to September 2 (1.71-2.18 t/ha). The quality of grain and bread depended on the weather conditions. But even in years with unfavorable conditions, it is possible to obtain the grain of winter wheat of 2-3 grade quality with the following parameters: grain nature 744 g/l, vitreousity 54%, fall number 308 s, mass share of raw gluten 29 %, and bread with a general baking assessment of 4.4 points.

*Key words:* winter wheat, sowing time, productivity of grain, grain quality.

### References

1. Babajceva T.A., Tihonova O.S. Ozimye kul'tury (Winter crops), Vestnik Izhevskoj GSHA, 2006, No. 2, pp. 33-38.
2. Bebjakin V.M., Martynov S.P. Informativnost' i diagnosticheskaja cennost' harakteristik kachestv zerna v svyazi s selekciej jarovoj mjangkoj pshenicy (Informational content and diagnostic value of grain quality characteristics in connection with selection of spring soft wheat), Sel'skohozejajstvennaja biologija, 1983, No. 8. pp. 3-10.
3. Vasjukov P.P., Chubarleeva G.V., Cygankov V.I. Vlijanie nekotoryh meteorologicheskikh faktorov na urozhajnost' ozimoi pshenicy (Influence of some meteorological factors on productivity of winter wheat), Dostizhenija nauki i tehniky AПК, 2008, No 1, pp. 28-29.

4. Denisov P.V., Stihin M.F. Ozimaja rozh' i pshenica v Nechernozemnoj polose (Winter rye and winter wheat in non-Chernozem zone), Leningrad.: Kolos, 1965, p. 248.
5. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta (Methods of the field experiment), M.: ID Al'jans, 2011, p. 352.
6. Zernovye kul'tury: vyrashhivanie, uborka, hranenie i ispol'zovanie (Grain crops: cultivation, harvesting, storage and use), Pod obshh. red. D. Shpaar D. K.: Izdatel'skij dom «Zerno», 2012, pp. 602 – 607.
7. Akmanaev E.D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agro-business), Perm': Izd-v FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, p. 335.
8. Kalmykova E.V. Tehnologicheskie i hlebopekarnye svojstva zerna sortov ozimoy pshenicy v uslovijah Volgogradskoj oblasti (Technological and baking properties of grain of winter wheat varieties in the conditions of Volgograd Oblast), Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa, 2014, No (35), pp. 1-4.
9. Kil'djushkin V.M., Homutov Ju.V., Kornev V.A., Prokopec V.G. Vlijanie pogodno-klimaticheskikh faktorov na urozhajnost' ozimoy pshenicy (Influence of weather and climatic factors on productivity of winter wheat), Dostizhenija nauki i tehniki APK, 2010, No 2, pp. 26-28.
10. Kolmakov Ju.V. Kapis V.I, Rasputin M.V. Jefferektivnost' zernoproizvodstva zerna i produktov ego pererabotki (Efficiency of grain production and products of its processing), Monografija, Omsk: OOO IPC «Sfera», 2004, p. 132.
11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennykh kul'tur (Methods of state sort testing of agricultural crops), M. 1985, Vyp, 1, pp. 194.
12. Peremecheva I.V., Fatyhov I.Sh., Babajceva T.A. Urozhajnost' ozimoy pshenicy pri raznykh srokah poseva (Productivity of winter wheat at different seeding time), Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka, 2007, No 9, pp. 33-37.
13. Sanduhadze B.I., Berkutova N.S., Davydova E.I. Kachestvo zerna u sortov ozimoy pshenicy, sozdannykh v NIISH CRNZ (Grain quality of winter wheat varieties selected in NIISH TSRNZ), Selekcija i semenovodstvo, 2005, No 4, pp. 19-22.
14. Sanduhadze B.I., Kochetygova G.V., Bugrova V.V i dr. Metodicheskie osnovy selekcii ozimoy pshenicy na urozhajnost' i kachestvo zerna v centre Nechernozem'ja Rossii (Methodical bases of winter wheat selection on productivity and quality of grain in the center of Non-Chernozem Zone of Russia), Sel'skohozjajstvennaja biologija, 2006, No 3, pp. 3-10.
15. Tihonova O.S., Babajceva T.A. Perezimovka i urozhajnost' ozimyykh zernovykh kul'tur v zavisimosti ot sroka poseva (Rewintering and yield capacity of winter grain crops according to their seeding time), Nauchnoe obespechenie realizacii nacional'nykh proektov v sel'skom hozjajstve: materialy vsrossijskoj nauchno-praktich. konf. Izhevsk, 2006, p. 176 – 182.
16. Tihonova O.S., Fatyhov I.Sh., Babajceva T.A. Priemy poseva ozimyykh zernovykh kul'tur v Srednem Predural'e (Seeding methods of winter grain crops in the middle Pre-Urals): monografija, Izhevsk, 2017, p. 267.
17. Fatyhov I.Sh., Babajceva T.A., Peremecheva I.V. Formirovanie urozhajnosti sortov ozimoy pshenicy v Srednem Predural'e (Yield capacity formation of winter wheat varieties in the middle Pre-Urals): monografija; pod nauchn. red. I.Sh. Fatyhova, Izhevsk, 2009, p. 197.
18. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs] (Federal State Statistics Service), Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru> (data obrashhenija: 19.10.2017).
19. Dr. Hansgeorg Schönberger. Weizen noch vor der Gerste säen?, Die landwirtschaftliche Zeitschrift, 2000, No 9, pp. 64 – 67.
20. Leszynska D., Noworolnik N. Wplyw terminu i gestosci siewu na przezimowanie i plonowanie kilki odmian jeczmidnia ozimego, Ekofizjologiczne aspekty reakcji roslin na dzialanie czynnikow stresowych. Warszawa, 2002, Gr. 1, pp. 187-191.

УДК 633.37:450.2

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ФОРМ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО В ПЕРВЫЙ ГОД ЖИЗНИ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

**В. А. Волошин**, д-р с.-х. наук,  
Пермский НИИСХ ПФИЦ УрО РАН,  
ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский край, Россия, 614532  
E-mail: [pniish@rambler.ru](mailto:pniish@rambler.ru)

*Аннотация.* Статья посвящена проблеме формирования травостоя в первый год жизни новой для Пермского края многолетней бобовой культуры – эспарцета песчаного в контрастных погодных условиях вегетационных периодов 2016 и 2017 годов. Объект исследований – селекционные сорта СибНИИК – 30, Петушок, Песчаный 22 и образцы из дикой флоры ДЭ-1, ДЭ-2 и ДЭ-3. Способ посева селекционных образцов – рядовой, образцов-дикоросов ввиду дефицита семян – черезрядный, беспокровный. Норма высева сортов – 400, дикоросов – 200 штук всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>. При летнем посеве, жаркой погоде, дефиците почвенной влаги в 2016 году селекционные сорта росли и развивались по озимому типу, сформировав к осени розетки из укороченных побегов, которых было более 5 штук на растение. При весеннем посеве, благо-

приятной влажности почвы в 2017 году к середине сентября высота растений достигла 76–96 см, наблюдались отдельные цветущие побеги, т.е. развитие шло по яровому типу. Образцы-дикоросы, независимо от погодных условий и срока посева, росли и развивались по озимому типу, формируя 3,3–4,4 и 4,0–5,0 укороченных побегов на растение в 2016 и 2017 годах соответственно.

*Ключевые слова:* эспарцет песчаный, сорт, дикорос, полевая всхожесть, развитие растений.

**Введение.** Расширение ассортимента кормовых растений, совершенствование структуры посевных площадей является значительным резервом для увеличения производства кормов и улучшения их качества [1, 2, 3, 4, 5].

Традиционные многолетние бобовые травы, такие как клевер луговой, люцерна изменчивая, козлятник восточный и их смеси со злаковыми занимают в Пермском крае более половины площадей кормовых культур на пашне. Тем не менее, расширение ассортимента видов и сортов трав является наиболее действенным и экономически оправданным направлением хозяйственной деятельности. Начиная изучать новый для региона вид, важно установить особенности формирования его травостоя в местных условиях в год посева. При этом очень важно выявить роль среды, в частности – погодных условий, определяющих все этапы роста и развития молодых растений.

Одной из перспективных культур для края может быть эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* (Kit) – многолетнее травянистое растение семейства бобовых (Fabaceae), который ранее в местных условиях не возделывался, но встречается в естественной флореме ряда районов края.

Цель исследований – выявить возможность формирования полноценного травостоя эспарцета песчаного в первый год жизни.

**Методика.** Объект исследований – селекционные сорта СибНИИК-30, Петушок, Песчаный-22 и образцы из дикой флоры эспарцета песчаного ДЭ-1, ДЭ-2 и ДЭ-3.

Исследования проведены в коллекционном питомнике кормовых культур в двух последовательных во времени закладках – 10 июня 2016 г. и 18 мая 2017 г. – на опытном поле Пермского НИИСХ. Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая со следующей характеристикой пахотного горизонта: содержание гумуса 2,83 %,  $pH_{\text{сол}}$  – 5,1, Нг – 2,71, S – 20,3 мг-экв. на 100 г почвы, содержа-

ние подвижных форм фосфора и калия 298,0 и 167,0 мг/кг почвы соответственно. При проведении полевых опытов и лабораторных исследований использованы общепринятые методики [6, 7, 8]. Норма высева селекционных сортов – 4 млн всхожих семян/га при рядовом посеве, дикоросов – 2 млн всхожих семян/га при черезрядном, способ посева беспокровный. Агротехника в опыте соответствует научно обоснованной системе земледелия, рекомендованной для многолетних трав в Предуралье [9]. Под предпосевную культивацию фоном внесены фосфорно-калийные удобрения из расчета  $P_{60}K_{60}$ .

Учет урожайности зеленой массы провели в фазе полного цветения растений.

**Результаты.** Агрометеорологические условия вегетационных периодов в 2016 и 2017 годах по температуре воздуха, количеству осадков и влажности почвы были контрастными.

В 2016 году среднесуточная температура воздуха в мае составила  $14,3^{\circ}C$ , в т. ч. за вторую половину месяца –  $17,4^{\circ}C$ , в отдельные сутки этот показатель достигал  $22–24^{\circ}C$ . Дождей не было в течение всего месяца. Это обусловило быстрое иссушение почвы, особенно ее верхнего слоя. Запас продуктивной влаги (ЗПВ) в слое 0–20 см был неудовлетворительным. Сеять травы в этих условиях было невозможно. Небольшие дожди, прошедшие 5–7 июня, позволили подготовить почву и 10 июня произвести посев эспарцета. ЗПВ в это время был удовлетворительным – 28,65 мм, но влажность слоя почвы 0–10 см была 17,96 % на абсолютно сухую почву (а.с.п.), что намного ниже оптимума для прорастания семян [10, 11]. Начало всходов у сортов в этих условиях отмечено на 20–25 день от посева, а полные всходы сформировались в последующие 15–18 дней. Всходы из семян, собранных в дикой флоре, начали появляться на 33–34 сутки и этот период длился 7–14 дней.

Установившаяся в дальнейшем (до сентября) теплая, даже жаркая погода без осадков

обусловила еще большее иссушение почвы (в августе ее влажность опустилась ниже мертвого запаса). Это отрицательно сказалось на росте и развитии растений. К середине июля у сортов на 1 м<sup>2</sup> сформировалось от 180 до 236 растений (таблица), полевая всхожесть при

этом была невысокой – в пределах 45–59%. У образцов «дикоросов», посеянных через рядно, количество всходов было меньше – 11,7–144,0 шт. / м<sup>2</sup>, разброс значений полевой всхожести более широкий – 6–72%.

Таблица

Густота всходов и полевая всхожесть эспарцета песчаного

Образцы	Высеяно семян, шт./м <sup>2</sup>		Взошло растений, шт./м <sup>2</sup>		Полевая всхожесть, %	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Сорт СибНИИК-30	400	400	236	304	59	76
Сорт Петушок	400	400	224	292	56	73
Сорт Песчаный-22	400	400	180	276	45	69
Дикорос ДЭ-1	200	200	87	160	44	80
Дикорос ДЭ-2	200	200	12	52	6	26
Дикорос ДЭ-3	200	200	144	56	72	28

На этом этапе изучения коллекции селекционных сортов и «дикоросов» необходимо отметить различия в форме розетки: у «дикоросов» она стелющаяся, у селекционных образцов более компактная, эректоидная.

Указания на аналогичные различия встречаются у других исследователей [12, 13]. К концу сентября все образцы оставались в фазе розетки из укороченных побегов. У контрольного образца СибНИИК-30 их было 5,4, у ДЭ-1 – 4,1, ДЭ-2 – 3,3 и ДЭ-3 – 4,4 штуки на растение. Таким образом, при летнем посеве в условиях повышенных температур воздуха, сокращающемся световом дне и дефиците почвенной влаги в течение вегетации эспарцет песчаный в первый год жизни развивается по озимому типу.

В 2017 году май был намного прохладнее, чем в 2016 году, среднесуточная температура воздуха за месяц составила 9,1 °С. Первая половина месяца характеризовалась перепадающими дождями со снегом, возвратом отрицательных температур. Наступившее в конце второй декады некоторое потепление позволило подготовить почву и провести посев коллекции 18 числа. В это время в слое почвы 0–20 см ЗПВ был выше, чем при посеве в 2016 году – 31,24 мм. Лето в целом можно охарактеризовать как достаточно влажное, в отдельные периоды – избыточно увлажненное, прохладное. В целом за период май–сентябрь недобор положительных температур по сравнению с 2016 годом составил более 600°С. В этих условиях сорта эспарцета начали всходить на 12–15 день от посева, «дикоросы» – на 27–30 день. Формирование полных

всходов продолжалось 3–6 дней, у «дикоросов» этот период растянулся практически на месяц. К концу июня у сортов на 1 м<sup>2</sup> сформировалось 276–304 растения, полевая всхожесть была в пределах 69–76 %, что выше, чем в 2016 году. У образцов «дикоросов» при черезрядном посеве количество всходов было 52–160 шт. / м<sup>2</sup>, а полевая всхожесть – от 26 до 80%. То есть, при сравнении этих показателей за два рассматриваемых года получается, что для селекционных образцов решающим условием получения полноценных всходов является увлажнение почвы. Для «дикоросов», очевидно, более значимым является качество посевного материала, сформировавшееся в разных погодных условиях (2015 и 2016 годы) в различных географических точках края.

В дальнейшем рост и развитие растений селекционных сортов из семян, собранных в естественных фитоценозах, сильно отличались. К середине сентября у сортовых посевов растения развились до фазы цветения, высота их достигла 76,6–96,7 см, биологическая урожайность зеленой массы составила 1,52–2,40 кг/м<sup>2</sup>. «Дикоросы», как и в 2016 году, к концу вегетации сформировали только розетку из укороченных побегов, которых по образцам было у ДЭ-1 – 4,2, ДЭ-2 – 4,0, ДЭ-3 – 5,0 шт. на растение.

**Выводы.** 1. Погодные условия Пермского края, несмотря на их контрастность, вполне пригодны для формирования полноценного травостоя эспарцета песчаного в первый год жизни.

2. При дефиците почвенной влаги, высокой температуре воздуха, летнем сроке посева

селекционные образцы при сокращающемся световом дне развиваются по озимому типу; при весеннем посеве и благоприятном увлажнении – по яровому типу, т.е. культурный эс-парцет является типичной двуручкой.

3. При вовлечении в селекционный процесс или для производственных целей семян из дикой флоры необходимо учитывать, что независимо от погодных условий дикорастущие формы развиваются по озимому типу.

#### Литература

1. Козлов А. С., Мошкина С. В. Роль оптимизации кормовой базы, технологий приготовления и скармливания кормов в молочном скотоводстве. // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы Международ. научн.-практич. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, проф. С.Я. Зафрена. М., 2009. С. 115–118.
2. Цай В. П. Сенаж из полимерного рукава в рационах молодняка крупного рогатого скота // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы Международ. научн.-практич. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, проф. С.Я. Зафрена. М., 2009. С.118–124.
3. Дмитриев В. И. Повышение эффективности полевого кормопроизводства в Западной Сибири на основе использования агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : материалы Междунар. научн.-практич. конф. М., 2013. С. 284–288.
4. Стратегия развития кормопроизводства и кормоприготовления в республике Татарстан / Ф.С. Гибадуллина, М.Ш. Тагиров, Ш.К. Шакиров [и др.] // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : материалы Междунар. научн.-практич. конф. М., 2013. С. 122–129.
5. Благовещенский Г. В., Штырхунов В. Д., Конанчук В. В. Энергопротеиновый потенциал трав и фуражных культур // Кормопроизводство. 2016. № 2. С. 21–23.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М. : ВНИИК им. В.Р.Вильямса, 1973. 229 с.
8. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Ленинград : ВАСХНИЛ. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова, 1973. 37 с.
9. Научные основы системы земледелия в Пермской области на 1981-1985 гг. / В. В. Казанцев, Л. Г. Сорокин, А. В. Коротаев [и др.]. Пермь : Книжное издательство, 1982. 258 с.
10. Максимов Д. С. Агротехника высоких урожаев многолетних трав. М. : Россельхозиздат, 1966. 176 с.
11. Производство семян / М. С. Кулагин, М. А. Оборин, М. Ф. Орлов [и др.]. Пермь : Пермское книжное издательство, 1970. 202 с.
12. Янсон Ф. И. Многолетние травы в Северо-западной зоне. Л. : Колос, 1978. 216 с.
13. Вавилов П. П. Растениеводство. М. : Агропромиздат, 1986. 512 с.

## DEVELOPMENT PECULIARITIES OF SELECTIVE AND WILD ONOBRYCHIS ARENARIA IN ITS FIRST YEAR IN PERM KRAI

V. A. Voloshin, Dr. Agr. Sci

Perm Agricultural Research Institute – Branch of Perm Federal Research Center of Russian Academy of Science

12 Culture St., Lobanovo, Perm Krai 614532 Russia

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

#### ABSTRACT

The paper is concerned with the issue of grass formation of perennial legume crop *Onobrychis Arenaria* in its first year under contrast weather of Perm Krai in vegetation period of 2016-2017. The following selection varieties SibNIIC - 30, Petushok, Peschaniy 22 and samples of wild Flora DE-1, DE-2 and DE-3 were studied. Row seeding method was applied to selective samples as well as skip-row and open seeding to wild samples due to their seed deficit. Sowing rate for all selective samples was 400 seeds/ m<sup>2</sup> and 200 seeds/ m<sup>2</sup> for wild ones. In 2016 during the summer seeding, under hot weather and lack of soil moisture, all selective plants developed according to the winter type. To the autumn they formed tops from five or more shortened shoots per plant. During the spring seeding in 2017, under the favorable soil moisture, plants developed according to the spring type since to the middle of September the plant height reached 76-96 cm and solitary flowering shoots were formed. The wild samples grew and developed according to the winter type regardless of the weather conditions and the seeding time, forming 3.3-4.4 and 4.0-5.0 of shortened shoots per plant in 2016 and 2017, respectively.

*Key words: Onobrychis Arenaria, variety, wild forms, field germination capacity, plant development.*

## References

1. Kozlov A. S., Moshkina S. V. Rol' optimizatsii kormovoi bazy, tekhnologii prigotovleniya i skarmlivaniya kormov v molochnom skotovodstve (The role of fodder supply optimization, technologies of fodder preparation and feeding in the dairy cattle breeding), Aktual'nye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov, materialy Mezhdunarod. nauchn.-praktich. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. d-ra s.-kh. nauk, prof. S.Ya. Zafrena, Moscow, 2009, pp. 115–118.
2. Tsai V. P. Senazh iz polimernogo rukava v ratsionakh molodnyaka krupnogo rogatogo skota (Haylage from polymer sleeve in the diet of young cattle), Aktual'nye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov, materialy Mezhdunarod. nauchn.-praktich. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. d-ra s.-kh. nauk, prof. S.Ya. Zafrena, Moscow, 2009, pp. 118–124.
3. Dmitriev V. I. Povyshenie effektivnosti polevogo kormoproizvodstva v Zapadnoi Sibiri na osnove ispol'zovaniya agrofytosenozov mnogoletnikh i odnoletnikh kormovykh kul'tur (Increase of field fodder production effectiveness in West Siberia based on agrophytocenosis of perennial and annual forage crops), Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo, materialy Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf., Moscow, 2013, pp. 284–288.
4. Gibadullina F. S., Tagirov M. Sh., Shakirov Sh. K., Shaitanov O. L. Strategiya razvitiya kormoproizvodstva i kormoprigotovleniya v respublike Tatarstan (Strategy for the development of fodder production and fodder preparation in the Republic of Tatarstan), Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo, materialy Mezhdunar. nauchn.-praktich. konf., Moscow, 2013, pp. 122–129.
5. Blagoveshchenskii G. V., Shtyrkhunov V. D., Konanchuk V. V. Energoproteino-vyi potentsial trav i furazhnykh kul'tur (Energy-protein capacity of grasses and coarse grain crops), Kormoproizvodstvo, 2016, No. 2, pp. 21–23.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field experiment method), Moscow, Kolos, 1985, 351 p.
7. Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh (Experiment method on hay harvest and pasture), Moscow, VNIK im. V.R.Vil'yamsa, 1973, 229 p.
8. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii mnogoletnikh kormovykh trav (Methodology guidelines for the study of perennial forage grasses), Leningrad, VASKhNIL, Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t rastenievodstva im. N. I. Vavilova, 1973, 37 p.
9. Kazantsev V. V., Sorokin L. G., Korotaev A. V. et al. Nauchnye osnovy sistemy zemledeliya v Permskoi oblasti na 1981-1985 gg. (Scientific basis of agriculture system in Perm Oblast for 1981-1985), Perm', Knizhnoe izdatel'stvo, 1982, 258 p.
10. Maksimov D. S. Agrotekhnika vysokikh urozhaev mnogoletnikh trav (Agrotechnics of high yield capacity of perennial grasses), Moscow, Rossel'khozizdat, 1966, 176 p.
11. Kulagin M. S., Oborin M. A., Orlov M. F. et al. Proizvodstvo semyan (Seeds production), Perm', Permskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1970, 202 p.
12. Yanson F. I. Mnogoletnie travy v Severo-zapadnoi zone (Perennial grasses in the North-west area), Leningrad, Kolos, 1978, 216 p.
13. Vavilov P. P. Rastenievodstvo (Plant production), Moscow, Agropromizdat, 1986, 512 p.

УДК 631.8:631.582:631.445.24 (470.53)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В ЗЕРНОПАРПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БАЛАНС ГУМУСА В ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

**Л. В. Дербенева**, канд. с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [agrohim@pgsha.ru](mailto:agrohim@pgsha.ru)

*Аннотация.* В статье представлены результаты исследования, полученные в длительном полевом стационарном опыте кафедры агрохимии Пермского ГАТУ, по влиянию разных систем удобрения: минеральной, органической, органо-минеральной на урожайность, продуктивность зернопарпропашного севооборота и баланс гумуса в среднеокультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве за две его ротации. В течение двух первых ротаций севооборота в опыте изучали влияние двойных, тройных сочетаний минеральных удобрений в одинарных ( $N_{60-90}P_{60-90}K_{30-90}$ ) и двойных дозах ( $N_{120-180}P_{120-180}K_{60-180}$ ) по фону навоза и без него на продуктивность севооборота, качество культур и плодородие почвы. Минеральные удобрения применяли ежегодно. Навоз КРС как в первой, так и во второй ротации вносили под

озимую рожь в дозе 60 т/га. Обобщены результаты по трем закладкам опыта: 1968, 1969, 1970 гг. Получен высокий сбор продукции, который в вариантах с изучаемыми системами удобрения составил 26,88–31,60 ц з. е., в варианте без удобрений – 25,36–26,09 ц з. е./га. Лучшей была органо-минеральная система, при которой получен 31,60 ц з. е./га, суммарный сбор за ротацию севооборота составил до 220 ц з. е. и наблюдался положительный баланс гумуса в почве. Но окупаемость 1 кг NPK по органо-минеральной системе не высокая (2,16–2,62 кг з. е./кг д.в.). Равновесный баланс гумуса в почве получен в 1 ротацию по органической системе удобрения при насыщенности 1 га пашни навозом 7,5 т/га. В последующие годы он сохранился. Поэтому, для обеспечения бездефицитного баланса гумуса насыщенность 1 гектара пашни навозом в зернопаропропашном севообороте с 2 полями клевера на среднеокультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве должна составлять не менее 7,5 т/га. Минеральная система удобрения, эквивалентная по NPK 60 т навоза на гектар, не обеспечивала положительного баланса гумуса в почве.

*Ключевые слова:* система удобрения, ротация севооборота, урожайность, продуктивность, насыщенность удобрениями, баланс гумуса, пожнивно-корневые остатки.

**Введение.** Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых на дерново-подзолистых почвах, связано с применением органических и минеральных удобрений. При их научном использовании они повышают урожайность растений, качество продукции, плодородие почвы и создают благоприятные агроэкологические условия в агроценозах. Действие органических и минеральных удобрений на почву и растения различно. Подготовленные органические удобрения – это источник гумуса, углекислоты, микроорганизмов, макро- и микроэлементов. При их внесении в почву увеличивается количество корневых и пожнивных остатков. Минеральные удобрения оказывают прямое действие на растения и косвенное – на свойства почвы: через массу корневых и пожнивных остатков, кислотный режим и биологическую активность. Но наиболее эффективно совместное использование органических и минеральных удобрений [3, 4, 6, 9, 10].

Цель работы – выявить влияние разных систем удобрения: минеральной, органической, органо-минеральной на продуктивность зернопаропропашного севооборота и баланс гумуса в дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве.

Оценить эффективность систем удобрения можно только при длительном их применении в севооборотах. Уровень применения удобрений в севооборотах, обеспечивающих их максимальную продуктивность и благоприятный баланс элементов питания, по мнению В. В. Лапа и др. [7], может быть важным нормативным материалом при разработке ме-

роприятий по сохранению или повышению плодородия почвы.

**Методика.** Исследования проводили в длительном стационарном опыте, в восьмипольном зернопаропропашном севообороте (пар чистый, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер 1 и 2 годов пользования, яровая пшеница, картофель, овес), на среднеокультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве, развивающейся на покровных отложениях, подстилаемых элювием пермских карбонатных глин. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед закладкой опыта:  $pH_{KCL}$  – 5,1–5,2; содержание гумуса – 2,50–3,11%; сумма обменных оснований – 17,7–18,4 мг-экв/100 г; гидролитическая кислотность – 3,6–4,5 мг-экв/100 г; степень насыщенности основаниями – 80–84%; подвижные формы:  $N_{дл.}$  – 62–68 мг,  $P_2O_5$  – 121–143 мг,  $K_2O$  – 128–139 мг/кг [4]. Опыт представлен 3-мя последовательными закладками: 1968, 1969, 1970 гг. Схема опыта включала 14 вариантов. Повторность вариантов – 4-кратная. Варианты внутри повторений расположены систематически. Размер опытной делянки – 150 м<sup>2</sup> (6×25), учетной – 80 м<sup>2</sup> (4×20).

В течение двух первых ротаций севооборота в опыте изучали влияние двойных, тройных сочетаний минеральных удобрений в одинарных ( $N_{60-90}P_{60-90}K_{30-90}$ ) и двойных дозах ( $N_{120-180}P_{120-180}K_{60-180}$ ) по фону навоза и без него на продуктивность севооборота, качество культур и плодородие почвы. Опыт вели сотрудники, аспиранты и студенты кафедры агрохимии.



В статье обобщены результаты исследований по следующим вариантам:

1. Без удобрений.

2. НРК экв. 60 т навоза/га. Минеральная система удобрения, в которой количество НРК, внесенного за ротацию, равно количеству НРК, внесенного с 60 т навоза на гектар. Насыщенность 1 гектара пашни севооборота в первую ротацию N составила 30,0 кг; P – 18,0 кг; K – 37,5 кг; во вторую N – 36,7 кг, P – 28,0 кг, K – 35,3 кг.

3. Навоз 60 т/га. Органическая система удобрения. Полуперепревший навоз КРС как в первой, так и во второй ротации вносили под озимую рожь в дозе 60 т. Насыщенность пашни навозом за ротацию – 7,5 т/га.

4. N + (НРК)<sub>1</sub>. Органо-минеральная система удобрения. В каждую ротацию на фоне 60 т навоза вносили одинарные (средние рекомендуемые) дозы минеральных удобрений. Насыщенность 1 га пашни в первую ротацию: N – 37,5 кг, P – 50,0 кг, K – 26,3 кг, навозом – 7,5 т/га; во вторую: N – 43,1 кг, P – 37,5 кг, K – 43,1 кг, навозом – 7,5 т.

Минеральные удобрения вносили ежегодно, с учетом биологических особенностей культур. После уборки озимой ржи почву известковали. Дозу извести рассчитывали по гидролитической кислотности. Посевы обрабатывали против сорняков и вредителей.

Агротехника возделывания с.-х. растений в опыте общепринятая для центральной зоны Пермского края.

Погодные условия имеют решающее значение в определении эффективности применяемых удобрений. Климат центральной зоны Пермского края, где проводился опыт, – умеренно-континентальный с продолжительной холодной снежной зимой и коротким теплым

летом. Средняя годовая температура воздуха низкая – 2,1 °С, среднегодовое количество осадков – 468 мм с колебаниями от 342 до 625 мм, из которых большинство приходится на июнь-октябрь [1]. Комплексным показателем увлажнения, учитывающим и, выпавшие осадки, и температуру воздуха, является гидротермический коэффициент (ГТК). ГТК показал, что наиболее критические условия в вегетационный период сложились у яровой пшеницы в 1970 и 1981 гг., у овса – в 1975 г. (ГТК<1). Переувлажненный период (ГТК>1,6) менее влиял на урожайность культур. Среди опасных метеорологических явлений в зоне наблюдались поздние весенние и ранние осенние заморозки, частые грозы, туманы, резкие похолодания, снегопады и, в целом, отмечалась неустойчивость погоды.

Исходные агрохимические показатели почвы определены по стандартным методикам В. Г. Изотовым [4]. Баланс гумуса в почве получали расчетным способом, учитывая массу пожнивно-корневых остатков, внесенные органические удобрения и коэффициенты их гумификации [5].

Урожайные данные обрабатывали по закладкам опыта и ротациям методом дисперсионного анализа [2].

**Результаты.** В опыте получен высокий сбор продукции, который в вариантах с изучаемыми системами удобрения составил 26,88–31,60 ц з. е./га, в варианте без удобрений – 25,36–26,09 ц з. е./га (табл. 1). Высокий сбор продукции в севообороте обусловлен наличием 2-х полей клевера, известкованием и окультуренностью почвы, биологическими особенностями культур и погодными условиями.

Таблица 1

Влияние систем удобрения на сбор продукции культур за 1 и 2 ротации севооборота (среднее по 3 закладкам)

Система удобрения	1 ротация			2 ротация		
	средний сбор, ц з. е./га	прибавки		средний сбор, ц з. е./га	прибавки	
		ц з. е./га	%		ц з. е./га	%
Без удобрений	25,36	-	-	26,09	-	-
Минеральная	27,93	2,57	10,0	29,06	3,00	11,5
Органическая	26,88	1,52	6,0	28,75	2,66	10,2
Органо-минеральная	31,06	5,70	22,5	31,60	5,51	21,1
НСР <sub>05</sub>		2,17			1,49	

В 1-ю ротацию минеральная система оказала на урожайность культуры более сильное влияние, чем органическая. В этот и последующие периоды влияние навоза и минеральных удобрений на сбор продукции было практически одинаковым. Во вторую ротацию севооборота прибавка от органической системы составила 2,66 ц з. е., от минеральной – 3,0 ц з. е./га по сравнению с вариантом без внесения удобрений. Наибольший сбор продукции

получен по органо-минеральной системе (31,06 и 31,60 ц з. е./га).

Все изучаемые системы удобрения в различной степени способствовали увеличению продуктивности культур за обе ротации севооборота (табл. 2). Продуктивность севооборота без внесения удобрений за 1-ю ротацию была 175,5 ц з. е., за 2-ю ротацию выход продуктивности увеличился на 7,2 ц з. е.

Таблица 2

Влияние систем удобрения на суммарный сбор продукции в севообороте  
(среднее по 3 закладкам)

Система удобрения	1 ротация		2 ротация	
	сбор продукции, ц з. е./га	окупаемость 1 кг NPK, кг з. е./кг д.в.	сбор продукции, ц з. е./га	окупаемость 1 кг NPK, кг з. е./д.в.
Без удобрений	175,5	-	182,7	-
Минеральная	195,5	2,94	203,6	2,63
Органическая	189,4	2,04	201,9	2,41
Органо-минеральная	217,4	2,62	221,2	2,16

Максимальный сбор продукции получен по органо-минеральной системе. Окупаемость удобрений определяется прибавкой продуктивности и количеством NPK, внесенных с удобрениями. Окупаемость 1 кг NPK при разной насыщенности пашни удобрениями не высокая: 2,04-2,94 кг з. е./кг д.в. С точки зрения эффективного использования удобрений, органо-минеральная система менее эффективна. При повышении насыщенности пашни удобрениями (2 ротация), окупаемость единицы действующего вещества удобрения по органо-минеральной системе понижается.

Гумус, его количество в почве, является одним из важнейших показателей ее плодородия. В почве постоянно происходят процессы его минерализации и гумификации. Гумусовое состояние почвы зависит от того, какой из этих процессов преобладает. Проследить за гумусовыми изменениями в почве можно с помощью баланса. При расчете баланса гумуса в расходную статью нами включен размер минерализации его под каждой культурой севооборота, а в приходную – образование гумуса за счет навоза и пожнивно-корневых остатков (ПКО). Баланс гумуса в почве без удобрений как 1-й, так и во 2-й ротациях сложился отрицательный (табл. 3, 4).

Таблица 3

Влияние систем удобрения на баланс гумуса  
в дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве за 1 ротацию севооборота  
(среднее по 3 закладкам)

Культуры севооборота	Система удобрения							
	без удобрений		минеральная		органическая		органо-минеральная	
	насыщенность 1 га пашни севооборота NPK							
	-		30:18:38		30:18:38		67:69:64	
	гумус 2,80 %		гумус 3,07 %		гумус 2,88 %		гумус 2,67 %	
	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га
Пар чистый	-	-2	-	-2	-	-2	-	-2
Навоз 60 т/га	-	-	-	-	-	2,34	-	2,34
Оз. рожь	2,69	-0,311	3,369	-0,244	3,286	-0,26	3,413	-0,237
Яр. пшеница с подс. клевера	2,11	-0,251	2,653	-0,162	2,41	-0,20	2,87	-0,126

Культуры севооборота	Система удобрения							
	без удобрений		минеральная		органическая		органо-минеральная	
	насыщенность 1 га пашни севооборота NPK							
	-		30:18:38		30:18:38		67:69:64	
	гумус 2,80 %		гумус 3,07 %		гумус 2,88 %		гумус 2,67 %	
масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	
Клевер 1 г.п. (сено)	3,93	0,889	4,749	1,006	4,315	0,89	4,60	0,965
Клевер 2 г.п. (сено)	4,27	1,109	5,448	1,198	5,628	1,25	5,752	1,282
Яр. пшеница	1,69	-0,493	2,038	-0,464	1,98	-0,47	2,219	-0,434
Картофель	18,72	-1,102	2,472	-1,082	2,418	-1,09	3,197	-1,02
Овес	2,83	-0,38	2,7	-0,355	2,577	-0,37	2,93	-0,317
За ротацию севооборота	-	-2,54	-	-2,103		0,08	-	0,455
Доза органических удобрений, т/га	57,7		47,8		-		-	
Насыщенность, т/га	7,2		6,0		-		-	

Таблица 4

Влияние систем удобрения на баланс гумуса в дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве за 2 ротацию севооборота (среднее по 3 закладкам)

Культуры севооборота	Система удобрения							
	без удобрений		минеральная		органическая		органо-минеральная	
	насыщенность 1 га пашни севооборота NPK							
	-		37:28:35		37:28:35		80:65:78	
	гумус 2,59 %		гумус 2,97 %		гумус 2,90 %		гумус 2,63 %	
масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	масса ПКО, т/га	баланс гумуса, т/га	
Пар чистый	-	-2,0	-	-2,0	-	-2,0	-	-2,0
Навоз 60 т/га	-	-	-	-	-	2,34	-	2,34
Оз. рожь	3,13	-0,284	3,303	-0,26	3,495	-0,22	3,732	-0,184
Яр. пшеница с подс. клевера	2,393	-0,205	2,957	-0,112	2,697	-0,15	2,983	-0,108
Клевер 1 г.п. (сено)	3,94	0,784	4,705	0,994	4,898	1,05	4,565	0,96
Клевер 2 г.п. (сено)	3,35	0,622	3,78	0,74	4,15	0,84	4,272	0,875
Яр. пшеница	2,36	-0,41	2,63	-0,37	2,48	-0,19	2,687	-0,357
Картофель	2,45	-1,084	2,76	-1,06	2,50	-1,08	3,169	-1,02
Овес	2,92	-0,318	3,18	-0,28	2,99	-0,31	3,21	-0,27
За ротацию севооборота	-	-2,896	-	-2,331	-	0,07	-	0,23
Доза органических удобрений, т/га	65,8		53,0		-		-	
Насыщенность, т/га	8,2		6,6		-		-	

Аналогичная закономерность, но с меньшей минерализацией гумуса, отмечена по минеральной системе. Баланс гумуса к концу 1-й ротации по этой системе составил -2,103 т/га, к концу второй – -2,331 т/га. Двухгодичное

возделывание клеверов в севообороте при средней насыщенности NPK 80–100 кг/га не обеспечивало равновесного состояния гумуса в почве. Отрицательный баланс в значительной мере был обусловлен интенсивной мине-

реализацией гумуса в паровом и пропашном полях по сравнению с зерновыми. Гумусовое равновесие в среднекультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве сложилось по органической системе при насыщенности 1 га пашни навозом 7,5 т/га и количеством пожнивно-корневых остатков 22,614 т/га. Оно сохранялось в последующие годы (насыщенность навозом 7,5 т/га, ПКО – 23,210 т/га). D.C. Edmeades [12] и R.A. Alvarez [11] отмечают, что при длительном применении органических удобрений происходит экспоненциальное повышение валового содержания органического вещества, тогда как при минеральной системе удобрений оно может как возрастать, так и снижаться.

Внесение минеральных удобрений в оди-нарных дозах (средних рекомендуемых дозах для производства) по фону 60 т навоза на гектар приводило к положительному балансу гумуса в почве, который за 1-ю ротацию составил 0,455 т/га, а за 2-ю – 0,230 т/га. Повышение насыщенности пашни минеральными удобрениями по фону навоза способствовало лучшему

питательному режиму растений и, как следствие, вело к увеличению пожнивно-корневых остатков в почве (1 ротация ПКО – 24,981 т/га; 2 – 24,618 т/га). Совместное применение органических и минеральных удобрений существенно влияет как на восполнение запасов гумуса, так и на улучшение питательного режима и агрофизические свойства почвы [8].

**Выводы.** 1. В зернопаропропашном восьмипольном севообороте на среднекультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве лучшей является органо-минеральная система удобрения, которая обеспечивает до 31 ц з. е./га, суммарный сбор продукции – до 220 ц з. е. и положительный баланс гумуса в почве.

2. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса насыщенность 1 гектара пашни навозом в зернопаропропашном севообороте с 2 полями клевера на среднекультуренной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве должна составлять не менее 7,5 т/га.

#### Литература

1. Агроклиматические ресурсы Пермской области. Л. : Гидрометеоиздат, 1979. С. 22–31.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
3. Дудина Н. Х., Мурадов М. И. Влияние различных систем удобрения на продуктивность и баланс основных питательных веществ в севообороте // Свойства почв и рациональное использование удобрений : Межвузовский сборник научных трудов. Пермь : ПСХИ, 1986. С. 127–136.
4. Изотов В. Г. Влияние различного уровня удобрений на свойства почвы, урожай и качество озимой ржи и яровой пшеницы в звене севооборота : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01. Пермь, 1973. С. 31–102.
5. Кидин В. В. Органические удобрения. М. : Издательство РГАУ-МСХА, 2012. С. 34–38.
6. Кузьменко Н. Н. Влияние систем удобрения на урожайность льна-долгунца и качество продукции в льняном севообороте // Агрохимия. 2017. № 8. С. 43–45.
7. Лапа В. В., Ломоносов М. М. Продуктивность зерноотраважного севооборота и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Почвоведение и агрохимия. 2010. №1. С. 73–79.
8. Паников В. Д. Теория и практика повышения плодородия почв // Вестник с.-х. науки. 1981. №12. С. 14–23.
9. Чухина О. В., Жуков Ю. П. Урожайность и качество клубней картофеля при применении удобрений в Вологодской области // Агрохимия. 2014. №6. С. 29–34.
10. Ямалтдинова В. Р. Влияние систем удобрений на продуктивность полевого севооборота и свойства дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы Вятско-Камской земледельческой провинции : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01. Пермь, 2011. 17 с.
11. Alvarez R. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage // Soil Use and Management. 2005. V. 21. № 1. P. 38–52.
12. Edmeades D.C. The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review // Nutrient Cycling in Agroecosystems. 2003. V. 66. №2. P. 165–180.

## THE EFFECTIVENESS OF PROLONGED USE OF DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS IN GRAIN-ROW CROP ROTATION AND THEIR IMPACT ON THE BALANCE OF HUMUS IN SOD-FINE PODZOLIC HEAVY LOAMY SOIL

L. V. Derbeneva, Cand. Agr. Sci.,  
Perm State Agro-Technological University  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [agrohim@pgsha.ru](mailto:agrohim@pgsha.ru)

## ABSTRACT

The article presents results of studies obtained in long-term stationary field experiment at the Agrochemistry Department of Perm SATU on the influence of different fertilization systems: mineral, organic, organic-mineral on yield, productivity of grain-row crop rotation and balance of humus in sod-middle cultured fine podzolic heavy loamy soil in two its rotations. During the first two crop rotations in the experiment we studied the effect on crop rotation productivity, crop quality and soil fertility of double, triple combinations of fertilizers in single ( $N_{60-90}P_{60-90}K_{30-90}$ ) and double doses ( $N_{120-180}P_{120-180}K_{60-180}$ ) upon manure and without it. Mineral fertilizers were applied annually. Cattle dung was introduced both in the first and second rotations under the winter rye in a dose of 60 t/ha. The results of three experiment parts were compiled: 1968, 1969, 1970. It was installed: the experiment gave high crop yields, which with the studied systems fertilizers accounted for 26.88 -31.60 centner of grain units in the version without fertilizers – 25.36-26.09 centner of grain units/ha. The best was the organic-mineral system which provided yields up to 31.60 centner of grain units/ha, crop productivity in a crop rotation was up to 220 centner of grain unit, and there was a positive balance of humus in the soil. However, payback of 1 kg NRK on organic-mineral system is not high (2.16-2.62 kg grain units/kg of active matter). Equal balance of humus in the soil was obtained for one rotation on organic system of fertilization with saturation of 1 ha arable lands with manure 7.5 t/ha. In subsequent years it remained. Therefore, to ensure the sufficient balance of humus saturation of 1 hectare arable land with manure in grain-row rotation with two clover fields 2 on mean cultured sod-fine podzolic heavy loamy soil should be not less than 7.5 t/ha. Mineral fertilizers system, equivalent to NRK 60 t of manure per hectare did not provide a positive balance of humus in the soil.

*Key words: fertilizers, crop rotation, crop yield, productivity, saturation, fertilizers, balance of humus, stubble-root residues.*

## References

1. Agroklimaticheskie resursy Permskoi oblasti (Agroclimatic resources of Perm Oblast), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1979, pp. 22–31.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Field experiment method with the elements of statistical processing of the research results), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
3. Dudina N. Kh., Muradov M. I. Vliyaniye razlichnykh sistem udobreniya na pro-ektivnost' i balans osnovnykh pitatel'nykh veshchestv v sevooborote (The impact of different fertilizer systems on the productivity and balance of nutrients in crop rotation), Svoystva pochv i ratsional'noe ispol'zovanie udobrenii, Mezhdvuzovskii sbornik nauchnykh trudov, Perm', PSKhI, 1986, pp. 127–136.
4. Izotov V. G. Vliyaniye razlichnogo urovnya udobrenii na svoystva pochvy, urozhai i kachestvo ozimoi rzhii i yarovoi pshenitsy v zvene sevooborota (The impact of different fertilizers on the soil features, harvest and the quality of winter rye and spring wheat in crop rotation), dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.04.01, Perm', 1973, pp. 31–102.
5. Kidin V. V. Organicheskie udobreniya (Organic fertilizers), Moscow, Izdatel'stvo RGAU-MSKhA, 2012, pp. 34–38.
6. Kuz'menko N. N. Vliyaniye sistem udobreniya na urozhainost' l'na-dolguntsa i kachestvo produktsii v l'nyanom sevooborote (The impact of fertilizer system on the yield capacity of flax (*Linum usitatissimum*) and quality of productivity in flax crop rotation), Agrokimiya, 2017, No. 8, pp. 43–45.
7. Lapa V. V., Lomonosov M. M. Produktivnost' zernotravyanogo sevooborota i izmeneniye agrokhimicheskikh pokazatelei dervno-podzolistoi legkosuglinistoi pochvy (The productivity of grain-grass crop rotation and the changes of agrochemical characteristics of sod-podzolic and light loamy soils), Pochvovedeniye i agrokimiya, 2010, No. 1, pp. 73–79.
8. Pannikov V. D. Teoriya i praktika povysheniya plodorodiya pochv (Theory and practice of increasing of soil fertility), Vestnik s.-kh. nauki, 1981, No. 12, pp. 14–23.
9. Chukhina O. V., Zhukov Yu. P. Urozhainost' i kachestvo klubnei kartofelya pri primeneniye udobrenii v Vologodskoi oblasti (Yield capacity and quality of potato tubers under fertilizers in Vologodskaya Oblast), Agrokimiya, 2014, No. 6, pp. 29–34.
10. Yamaltdinova V. R. Vliyaniye sistem udobrenii na produktivnost' polevogo sevooborota i svoystva dervno-melkopodzolistoi tyazhelosuglinistoi pochvy Vyatsko-Kamskoi zemledel'cheskoi provintsii (The impact of fertilizer systems on the productivity of field crop rotation and the quality of soil-podzolic heavy loamy soil in Vyatso-Kamskaya agricultural province), avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.04.01, Perm', 2011, 17 p.
11. Alvarez R. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage, Soil Use and Management, 2005, V. 21, No. 1, pp. 38–52.
12. Edmeades D. C. The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2003, V. 66, No.2, pp. 165–180.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-МЕЛКОПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

**А. И. Косолапова**, д-р с.-х. наук; **Д. С. Фомин**, канд. с.-х. наук,  
Пермский НИИСХ ПФИЦ УрО РАН,  
ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский край, Россия, 614532  
E-mail: [pniish@rambler.ru](mailto:pniish@rambler.ru);

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

*Аннотация.* Биохимические свойства являются важнейшей составляющей потенциального почвенного плодородия наряду с содержанием гумуса, количеством лабильного органического вещества, содержанием элементов питания и реакцией среды. В работе изучены ферментативная активность и дыхание дерново-слабоподзолистых тяжелосуглинистых почв опытного поля Пермского НИИСХ с. Лобаново Пермского края в биогеоценозах: пашня (чистый пар) – пашня (бессменный ячмень) – залежь 20 лет – коренной лес (более 100 лет). Установлена тесная прямая зависимость между целлюлозоразлагающей способностью и продуцированием углекислого газа почвами изучаемых вариантов ( $r = 0,95 \pm 0,09$ ). Наиболее оптимальные условия для биохимических процессов дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы формируются в условиях залежи с луговой растительностью, где отмечены наибольшие показатели дыхательной активности (6,74 кг/га в час), целлюлозолитической (49%) и инвертазной активности (32,6 мг глюкозы/г почвы за сутки). Различия биохимических свойств почв разного землепользования указывают на изменения в протекании процессов минерализации органического вещества, трансформации качественного состава и накоплении гумуса. Это обусловлено, в первую очередь, скоплением на поверхности почвы свежего органического опада и уже сформированной подстилки луговых трав.

*Ключевые слова:* залежь, севооборот, биогеоценоз, ферментативная активность, дыхание почвы.

**Введение.** Одной из основных задач государственной программы развития сельского хозяйства РФ на 2013–2020 гг. является предотвращение выбытия земель сельскохозяйственного назначения, сохранение и вовлечение их в сельскохозяйственное производство, разработка программ сохранения и восстановления плодородия почв (Постановление Правительства РФ от 29.07.2017 г. N 902) [1].

Биохимические свойства являются важнейшей составляющей потенциального почвенного плодородия наряду с другими агрономически ценными показателями, такими как содержание и запасы гумуса; количество лабильного органического вещества; содержа-

ние питательных веществ; реакция почвенного раствора и т.д.

Биохимические процессы, проходящие в почве, связаны с превращением веществ и энергии, синтезом и распадом гумуса, окислительно-восстановительным режимом почвы, гидролизом органических соединений, и осуществляются с помощью ферментов [2, 3].

Целью наших исследований являлось изучение биохимических свойств дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы в зависимости от вида землепользования.

**Методика.** Исследования проводили в 2015 г. в условиях опытного поля Пермского НИИСХ в различных биогеоценозах: пашня

(чистый пар) – пашня (бессменный ячмень) – пашня (ячмень в севообороте) – залежь 37 лет – коренной лес (более 100 лет). Объект исследования – дерново-слабоподзолистые тяжелосуглинистые почвы на покровных от-

ложениях красноцветной бескарбонатной глины. Исследуемый участок расположен вблизи с. Лобаново Пермского района Пермского края на очень пологом длинном склоне северо-восточной экспозиции.

Таблица 1

Местоположение и ботаническое описание изучаемых биогеоценозов (отбор проб в июле 2015 г.)

№	Экосистема (возраст, лет)	Координаты °с.ш./°в.д.	Растительность	Горизонт	Мощность, см
1	Пашня (37)	57°83'67/56°29'53	Бессменный чистый пар	A <sub>пах</sub>	0-22
2	Пашня (37)	57°83'67/56°29'26	Бессменный ячмень	A <sub>пах</sub>	0-25
3	Залежь (37)	57°83'69/56°29'18	Ежа сборная, пырей, кострец безостый, мятлик луговой, клевер красный, мышиный горошек, земляника лесная	A	2-25
4	Коренной лес (>100 лет)	57°83'64/56°28'21	Ель, пихта, липа, береза, рябина, черемуха, смородина, сныть, звездчатка, копытень, кислица обыкновенная, чистотел	A	2-14
				A <sub>2</sub> B	14-35

Залежная растительность представлена разнотравно-злаковым луговым фитоценозом, подвергавшимся ранее (20 лет назад) систематическому сенокосу, без признаков зарастания древесной растительностью (табл. 1). Проективное покрытие – 90%, высота травостоя – 35 см.

Древесная растительность лесного фитоценоза представлена в основном пихтами, елями. В подлеске – рябина, черёмуха, ива. В кустарниковом ярусе – смородина, шиповник, малина. В травянистый покров леса входят: кислица, сныть, звездчатка, копытень и др. Живое проективное покрытие – 60%, высота травостоя – 20 см.

Отбор образцов проводили в узлах гексагональной 7-точечной решетки с расстоянием от центрального узла решетки до периферических – 7 м. С пашни образцы отбирали с глубины 5–25 см, а в лесу – с гумусовых горизонтов.

Агротехника культур, выращиваемых на пашне, общепринятая для центральной зоны Пермского края. Удобрения на пашне в период ведения севооборота (37 лет) не вносились.

Метеорологические условия вегетационного периода 2015 г. были недостаточно благоприятными, отличались повышенной влажностью и низкими температурами, на что указывает гидротермический коэффициент, превышающий 2 единицы.

Дыхательную активность определяли путем адсорбции CO<sub>2</sub> с поверхности почвы по

методу В. И. Штатнова, дополненного Б. Н. Макаровым (1975) [4]. Активность ферментов определяли с использованием спектрофотометрических методов. Целлюлозоразлагающую активность определяли аппликационным методом [3].

Статистическую обработку данных проводили с использованием описательной статистики MS Excel и по Б.А. Доспехову (2011) [5].

**Результаты.** Исследованные почвы различались по содержанию гумуса (1,3–4,1% – для верхних слоев), наибольшая величина которого отмечена в коренном лесу (табл. 2). Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая почва коренного леса характеризовалась сильнокислой реакцией среды, высокой гидротермической кислотностью, что указывает на более выраженный подзолистый процесс.

Почвы лесного биоценоза и залежи отличались от других изучаемых вариантов более высоким содержанием минерального азота (40 и 32 мг/кг), а также повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором.

Отношение содержания аммонийной формы азота к нитратной на пашне составило 1,1, в почве залежи – 2,2 и в лесу – 2,9, что, по мнению Scujins, Klubek (1982), может характеризовать луговой и лесной биогеоценозы как более климаксные устойчивые экосистемы по сравнению с пахотными агроценозами, где природное равновесие нарушено [6].

Таблица 2

Агрохимическая характеристика дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почвы опытного поля Пермского НИИСХ, 2015г.

Вариант	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	мг-экв/100 г почвы			V, %	мг/кг почвы			
			Нг	S	ЕКО		N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Бесменный чистый пар	1,34	4,5	2,7	19,0	21,8	88	8,7	9,7	71	271
Бесменный ячмень	1,88	4,7	3,5	23,8	27,0	87	6,7	7,4	63	240
Залежь	2,36	4,6	3,0	23,4	26,4	89	9,8	21,7	128	164
Лес (2–14 см)	4,10	3,7	5,9	20,4	26,3	78	10,2	29,7	170	203
Лес (14–35 см)	0,60	3,5	5,9	25,5	31,4	81	-	-	73	105

Универсальным показателем деятельности почвенных микроорганизмов является продуцирование ими углекислого газа. Совокупность популяций разных видов микроорганизмов по-разному реагирует на виды землепользования. Так, например, достоверно увеличивается интенсивность дыхания в залежной почве (рисунок, табл. 3), где зафиксирован наибольший показатель, который в среднем составил 6,74 кг/га в час, затем сле-

дует почва под посевом ячменя севооборотных полей.

Наиболее низкий уровень эмиссии CO<sub>2</sub> отмечен на почве лесного биоценоза – 0,9 кг/га в час, что, по-видимому, связано с различием гидротермических условий почвы по сравнению с другими исследуемыми вариантами (табл. 3), а также более высокой кислотностью (табл. 2).



Рис. Продуцирование CO<sub>2</sub> дерново-слабоподзолистыми почвами биоценозов, среднее за июнь-июль 2015 г.

Так, в июле температура почвы в лесу была на 4 °С ниже, чем на залежном участке и на 2 °С – по сравнению с пашней. Влажность почвы в лесу также значительно превышала показатели вариантов в полевых условиях.

Е.В. Благодатской с соавт. (1995) установлена положительная корреляция дыхательной активности с температурой почвы и отрицательная – с влажностью [7].



Продуцирование CO<sub>2</sub> дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почвой опытного поля Пермского НИИСХ, 2015 г.

Вариант	Июнь		Июль	
	CO <sub>2</sub> , кг/га в час	CO <sub>2</sub> , кг/га в час	температура почвы, °С	влажность почвы, %
1. Чистый пар	2,22±0,54	0,85±0,12	15	18,2±1,2
2. Бесменный ячмень	4,19±0,24	1,26±0,07	16	20,1±0,8
3. Залежь	9,52±0,79	3,95±0,50	18	22±1,2
4. Лес	1,65±0,56	0,11±0,05	14	27,2±4,2

Такие различия микроклимата почвы могли оказывать влияние и на другие биохимические свойства почв, на которые влияют многие факторы, такие как севооборот, удобрения, обработка почвы и т.д. [8–11]. Одним из главных показателей биологической активности является скорость разложения целлюлозы.

В наших исследованиях процесс разложения клетчатки наиболее интенсивно протекал в залежной почве (табл. 4). Известно, что клетчатка может разрушаться как бактериями,

так и грибами. По данным Т.В. Аристовской (1980), в кислых дерново-подзолистых почвах грибы преобладают над бактериями [12]. По нашему мнению, более интенсивное разложение целлюлозы (49%) в почве залежи и пашни в севообороте (38%) указывает на более интенсивные процессы трансформации первичного органического вещества и вовлечения труднодоступных форм углеводов в биологический круговорот.

Таблица 4

Ферментативная активность дерново-слабоподзолистой тяжелосуглинистой почвы опытного поля Пермского НИИСХ, 2015 г.

Вариант	Целлюлозоразлагающая активность, %	Инвертаза, мг глюкозы×г <sup>-1</sup> ×сут <sup>-1</sup>	Уреаза, мг NH <sub>3</sub> ×10г <sup>-1</sup> ×24ч <sup>-1</sup>
1. Чистый пар	31	32,3±0,4	9,1±1,5
2. Бесменный ячмень	38	31,3±0,2	27,8±2,9
3. Залежь	49	32,6±0,3	8,8±1,9
4. Лес	32	31,7±0,2	12,2±0,5
НСР <sub>05</sub>	6	–	–

Так, целлюлозоразлагающая активность дерново-слабоподзолистой почвы исследуемых биоценозов была прямопропорциональна продуцированию CO<sub>2</sub>, установлена тесная корреляционная зависимость между значениями этих показателей на всех изученных вариантах ( $r = 0,95 \pm 0,09$ ). Н.В. Полякова с соавт. (2009) полагают, что усиление активности деструкторов целлюлозы не способствует минерализации гумуса, а разлагает первичные органические вещества, поступающие в почву с образованием гумусовых веществ [13].

Для дерново-подзолистых почв не характерна высокая уреазная активность в силу генетических особенностей, в исследуемых нами вариантах активность фермента была низкой (табл. 4). Наибольшая активность фермента отмечена в почве под бесменным посевом ячменя: каждые 10 г этой почвы в сутки ферментативно высвобождают 28 мг аммония, что, по шкале Д. Г. Звягинцева [3]

характеризует ее как среднеобогатненную уреазой. Установлена обратная корреляционная зависимость между содержанием нитратного азота и активностью уреазы в изучаемых почвах ( $r = -0,86 \pm 0,16$ ).

Исследования многих авторов показали, что активность инвертазы лучше других ферментов отражает уровень плодородия и биологической активности почв, находится в тесной зависимости с содержанием гумуса [3, 14]. Полученные нами показатели активности инвертазы почв исследуемых вариантов находились на уровне 31,2–32,6 мг глюкозы/г почвы за сутки, и по шкале оценки [3] характеризуются как средние. В исследовании не установлены связи между содержанием гумуса и активностью гидролаз.

**Выводы.** Залежная дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая почва под луговой растительностью имеет более высокий пул диоксида углерода и активность

разложения клетчатки, а, следовательно и углерода микробной биомассы, что указывает на различия процессов минерализации органического вещества, трансформации качественного состава и накопления гумуса по сравнению с пахотной почвой. Это обусловлено, в первую очередь, скоплением на поверхности почвы свежего органического опада и уже сформированной подстилки.

Таким образом, почвы одного подтипа, находясь в различном землепользовании, существенно отличаются по биохимическим свойствам, а, следовательно и уровню плодородия. Наиболее оптимальные условия для биохимических процессов дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы Среднего Предуралья формируются в условиях залежи с луговой растительностью.

*Авторы выражают благодарность лаборатории земледелия и агрохимии Пермского НИИСХ ПФИЦ УрО РАН в лице Ямалдиновой Венеры и Брюховой Татьяны и лаборатории освоения агрозоотехнологий ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в лице Ирины Яшиной и Виктора Мурыгина за выполнение аналитических исследований и помощь в отборе проб и проведении полевых наблюдений.*

#### Литература

1. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс] Режим доступа : URL: <http://gov.garant.ru/document?id=70110644&byPara=1&sub=1135812> (дата обращения 03.11.2017).
2. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв : методическое пособие. М. : Наука, 1976. 178 с.
3. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону : Изд-во РГУ, 2003. 216 с.
4. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А. В. Соколова. М. : Наука, 1975. С. 121–157.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Альянс, 2011. 352 с.
6. Scujins J., Klubek B. Soil biological properties of a mountain forest sere: corroboration of Odum's postulates // Soil Biology and biochemistry. 1982. V. 14. № 5. P. 505–513.
7. Благодатская Е. В., Ананьева Н. Д., Мякшина Т. Н. Характеристика состояния микробного сообщества почв по величине метаболического коэффициента // Почвоведение. 1995. №2. С. 205–210.
8. Дзюин Г. П., Белоусова Л. А., Ложкина С. В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2006. № 8. С. 75–79.
9. Авров О. Е. Влияние температуры и влажности почвы на разложение соломы // Использование соломы как органического удобрения. М. : Наука, 1980. С. 103–113.
10. Fischer, T., Subbotina, M. Climatic and soil texture threshold values for cryptogamic cover development: a meta analysis // Biologia. 2014. 69/11:1520–1530.
11. Subbotina M., Mikhailova L., Kuznetsova T. The carbon of microbial biomass and microbial producing of carbon dioxide of soddy shallow clay loam podzolic soil under the influence of bio-waste // Proceedings of the International soil science Conference "Soils in space and Time". 2013. Pp. 257–258.
12. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования. Л. : Наука, 1980. 187 с.
13. Плодородие темно-серых лесных почв при их окультуривании / Н. В. Полякова, В.В. Ивенин, Ю.Н. Платоных [и др.] // Плодородие. 2009. № 1. С. 34–35.
14. Subbotina M., Fischer, T., Mikhailova L., Losev D. The influence of postagrogenic transformation on biological properties of soddy shallow clay loam podzolic soil in the Preduralie // Agriculture and Forestry. 2016. Vol.62. Issue 1: 59–63.

## BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SODDY-PODZOLIC HEAVY LOAM SOILS OF DIFFERENT KIND OF LAND USE IN MIDDLE PREDURALIE

**A. I. Kosolapova**, Dr. Agr. Sci.; **D. S. Fomin**, Cand. Agr. Sci.

Perm Agricultural Research Institute  
Branch of Perm Federal Research Center  
of Russian Academy of Science  
12 Cultury St., Lobanovo, Permskii Krai, 614532 Russia  
E-mail: [pniish@rambler.ru](mailto:pniish@rambler.ru)

**M. G. Subbotina**, Cand. Agr. Sci.  
Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm, 614990 Russia  
E-mail: [subbotina@mail.ru](mailto:subbotina@mail.ru)

## ABSTRACT

Biochemical properties are the most important component of potential soil fertility along with the content of humus, the amount of labile organic matter, the content of nutrients and the acidity. The article deals with enzymatic activity and respiration of soddy-podzolic heavy loamy soils in biogeocenoses: arable land (pure fallow) - arable land (permanent barley) – fallow land (20 years old) – pioneer forest (more than 100 years old) in the site of the experimental field of the Perm Agricultural Research Institute, Lobanovo, Permskii Krai. Data is given about close direct relationship between the cellulose-decomposing capacity and the carbon dioxide emission by the soils of the studied variants ( $r = 0.95 \pm 0.09$ ). The most optimal conditions for the biochemical processes of soddy-podzolic heavy loamy soil are formed in the fallow land with the meadow vegetation. There is maximal activity of soil respiration (6.74 kg/ga/hour), cellulose destruct (49 per cent) and invertase activity (32.6 mg glucose/g of soil/24 hour). The difference of biochemical properties between the soils of different kind use of land indicate changes in the processes of mineralization of organic matter, transformation of qualitative composition and accumulation of humus. This is primarily due with accumulation of fresh organic litter on the soil surface and formed layer of mort mass of meadow grasses.

*Key words: fallow, crop rotation, biogeocoenosis, enzyme activity, respiration of soil.*

## References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 iyulya 2012 g. N 717 «O Gosudarstvennoi programme razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody» (State development programme of agriculture and regional markets of agricultural goods, raw meaterials and provision for 2013–2020) [Elektronnyi resurs] Rezhim dostupa: URL: <http://gov.garant.ru/document?id=70110644&byPara=1&sub=1135812>. (data obrashcheniya 03.11.2017).
2. Khaziev F. Kh. Fermentativnaya aktivnost' pochv (Enzyme activity of soils), metodicheskoe posobie, Moscow, Nauka, 1976, 178 p.
3. Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I., Val'kov V. F. Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovaniya (Biodiagnostics and indications of soil: investigation methodology and methods), Rostov-na-Donu, Izd-vo RGU, 2003, 216 p.
4. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv (Agrochemical methods of soils investigation), pod red. A. V. Sokolova, Moscow, Nauka, 1975, pp. 121–157.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experiment), Moscow, Al'yans, 2011, 352 p.
6. Scujins J., Klubek B. Soil biological properties of a mountain forest sere: corro-boration of Odum's postulates, Soil Biology and biochemistry, 1982, V. 14, No. 5, pp. 505–513.
7. Blagodatskaya E. V., Anan'eva N. D., Myakshina T. N. Kharakteristika sostoyaniya mikrobnogo soobshchestva pochv po velichine metabolicheskogo koeffitsienta (Characteristics of soil microbial community by the metabolic coefficient), Pochvovedenie, 1995, No. 2, pp. 205–210.
8. Dzyuin G. P., Belousova L. A., Lozhkina S. V. Biologicheskaya aktivnost' dervno-podzolistoi pochvy (Bioactivity of sod-podzolic soil), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2006, No. 8, pp. 75–79.
9. Avrov O. E. Vliyanie temperatury i vlazhnosti pochvy na razlozhenie solomy (Influence of temperature and moisture of the soil on straw decomposition), Ispol'zovanie solomy kak organicheskogo udobreniya, Moscow, Nauka, 1980, pp. 103–113.
10. Fischer, T., Subbotina, M. Climatic and soil texture threshold values for cryptogamic cover development: a meta analysis, Biologia, 2014, 69/11, pp. 1520–1530.
11. Subbotina M., Mikhailova L., Kuznetsova T. The carbon of microbial biomass and microbial producing of carbon dioxide of soddy shallow clay loam podzolic soil under the influence of bio-waste, Rroceedings of the International soil science Conference “Soils in space and Time”, 2013, pp. 257–258.
12. Aristovskaya T. V. Mikrobiologiya protsessov pochvoobrazovaniya (Microbiology of soil formation processes), Leningrad, Nauka, 1980, 187 p.
13. Poliakova N. V., Ivenin V. V., Platonycheva Y. N., Volodina E. V. Plodorodie temno-serykh lesnykh pochv pri ikh okult'urivani (Fertility of the dark grey forest soils after cultivation), Plodorodie, 2009, No. 1, pp. 34–35.
14. Subbotina M., Fischer, T., Mikhailova L., Losev D. The influence of postagrogenic transformation on biological properties of soddy shallow clay loam podzolic soil in the Preduralie, Agriculture and Forestry, 2016, Vol. 62, Issue 1, pp. 59–63.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ФОНОВ ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВОБОРОТА

**Е. В. Кузина**, канд. с.-х. наук,  
ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,  
ул. Институтская, 19, пос. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область,  
Россия, 433315  
E-mail: [elena.kuzina@autorambler.ru](mailto:elena.kuzina@autorambler.ru)

*Аннотация.* Описаны результаты исследований по изучению эффективности обычной отвальной и безотвальной, а также мелкой мульчирующей, нулевой и гребнекулисной обработки почвы. Опыты закладывались в 2010–2016 гг. на типичных для большинства хозяйств Ульяновской области черноземных тяжелосуглинистых почвах. На фоне обработок под культуры севооборота применяли удобрения в дозах  $N_0P_0K_0$ ;  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Обработку почвы проводили в стационарном полевом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – горчица (сидерат) – озимая пшеница – ячмень. Установлены преимущества и перспективы использования инновационных гребнекулисных способов обработки почвы при возделывания зерновых культур. Лучшая обеспеченность нитратным азотом в сочетании с оптимальным увлажнением метрового слоя почвы способствовала получению более высоких урожаев изучаемых в опыте культур, средняя урожайность зерна по гребнекулисным обработкам составила 3,29–3,33 т/га, что на 0,28–0,32 т/га больше, чем по вспашке. Удобрения оказывали положительное влияние на развитие растений и обеспечивали наиболее весомые прибавки урожая на вариантах с гребнекулисными обработками при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 0,40–0,44 т/га, при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 0,72–0,73 т/га относительно естественного фона соответствующих обработок.

*Ключевые слова:* обработка почвы, гребнестерневые кулисы, минеральные удобрения, урожайность, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень.

**Введение.** Создание благоприятных условий для роста растений неразрывно связано с обработкой почвы. Обработка почвы – основное агротехническое мероприятие регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и главное – поддержание хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов [1]. Качественно обрабатывая почву, удастся повысить эффективное ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. В то же время не оправдано интенсивная обработка ведет к распылению структуры, ухудшению агрофизических и агрохимических свойств, к перерасходу затрат энергии, к падению плодородия, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества продукции [2, 3].

В современных условиях, характеризующихся весьма неблагоприятным соотношением цен на сельскохозяйственные машины,

орудия, ГСМ и продукцию растениеводства, возникает необходимость перевода сельскохозяйственных товаропроизводителей на ресурсосберегающие технологии. В связи с этим последние годы сельскохозяйственная наука большое внимание уделяет вопросам эффективности различных приемов основной обработки почвы и применения удобрений, с точки зрения минимализации и экологизации земледелия. Устойчивое наращивание производства качественной и конкурентоспособной (дешевой) продукции растениеводства с сохранением и повышением плодородия почвы при снижении прямых затрат на её получение является главной задачей земледелия [3, 4]. Однако на современном этапе развития земледелия еще нет достаточного обоснования целесообразности и периодичности рыхления и оборачивания пахотного слоя при обработке почвы. Остаются дискуссионными вопросы об

уровне минимизации основной обработки почвы, месте и кратности глубокой, мелкой и нулевой обработок, вспашки и безотвальной рыхления в различных видах севооборотов. В связи с этим технологии и системы обработки почвы являются предметом активного изучения, а поиск более эффективных, экономичных и почвозащитных приемов и способов основной обработки почвы приобретает большое практическое значение.

Цель наших исследований – определение влияния агротехнических приемов на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность применения минеральных удобрений при сплошном и локальном размещении пожнивных остатков.

**Методика.** Исследования проводили на опытном поле лаборатории обработки почвы Ульяновского НИИСХ в 2010–2016 годах в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур; 1-ч/пар; 2-озимая пшеница; 3-яровая пшеница; 4-горчица (сидерат); 5-озимая пшеница; 6-ячмень. Для посева использовали районированный сорт озимой пшеницы Харьковская 92, яровой пшеницы Симбирцит и ячменя Нутанс 553. Изучали эффективность отвальной, безотвальной, мелкой мульчирующей, нулевой и гребнекулисной обработки почвы.

Опыт заложен методом расщепленных делянок. Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое в два яруса. Общая площадь делянок по основной обработке почвы – 1600 м<sup>2</sup>, посевных делянок – 300 м<sup>2</sup>, учетной площади – 150 м<sup>2</sup>.

Двухфакторный опыт закладывался по схеме:

Фактор А. Способы основной обработки почвы:

1. Отвальная – (вспашка на 20-22 см ПЛН-4-35).
2. Безотвальная – (стойки СИБИМЭ на 20–22 см).
3. Мелкая гребнекулисная – ( ОП-3С на 10–12 см).
4. Мелкая мульчирующая обработка почвы (ОПО-4,25, КПИР-3,6 на 10-12 см).
5. Без основной осенней обработки.
6. Лушение со стернеукладчиком (ОП-3С на 6–8 см).
7. Гребнекулисная – (ОПЩ-3С с почвоуглублением до 30–32 см).

Фактор В. Применение минеральных удобрений:

1. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>
2. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>
3. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>

За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы на 20–22 см. Предпосевная и послепосевная обработка почвы на вариантах опыта состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (ОПО-4,25) и послепосевного прикапывания почвы (ЗККШ-6А). Посев проводили сеялкой СЗ-3,6. Удобрения вносились под предпосевную культивацию навесным распределителем (AMAZONE- ZA-M).

Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желто-бурой карбонатной глине. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: гранулометрический состав почв тяжелосуглинистый, (частиц 0,01 мм – 45%). Мощность гумусового горизонта – 79 см, содержание гумуса – 5,2%, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта – 7,0 вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легкорастворимыми солями, сухой остаток не превышает 0,98%. Питательными веществами почва высокообеспечена.

**Результаты.** Основная обработка почвы является мощным фактором антропогенного воздействия на строение пахотного слоя. Она не только изменяет воднофизические свойства почвы, но и определяет направленность биологических процессов и мобилизацию питательных веществ [5, 6]. Обоснованием применения ресурсосберегающих технологий является установленная закономерность – почвы с высоким содержанием гумуса (3,5% и более) не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических процессов. К таким почвам относятся выщелоченные черноземы. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность (1,0–1,24 г/см<sup>3</sup>) под влиянием естественных факторов [7, 8]. Наши опыты подтвердили данную закономерность, плотность сложения не на одном из вариантов обработки почвы не выходила за рамки оптимальных параметров для роста и развития изучаемых в опыте культур. Кроме того, беспашотные обработки положительно влияли на структурно-агрегатный состав почвы и на увеличение водопропускности почвенной струк-

туры. Этот факт дает основание уменьшить интенсивность обработки по глубине и кратности за счет минимализации ее приемов.

Эффективность любых агротехнических приемов, в конечном итоге, оценивается выходом продукции с гектара пашни. Как показали исследования, наибольший выход зерна с 1 гектара севооборотной площади был получен на вариантах с мелкой гребнекулисной обработкой почвы и гребнекулисной с почвоуглублением до 30–32 см, причем, наибольшая урожайность по данным способам обработки наблюдалась на протяжении всех лет исследований по всем культурам севооборота. Это объясняется в первую очередь тем, что при гребнекулисной обработке пожнивные остатки формируются в плотные гребнестерневые кулисы, которые чередуются с обработанными минерализованными полосами и занимают около 80% поверхности поля, открытой от стерни [9, 10, 11, 12, 13]. В ранневесенний период гребнестерневые кулисы улучшали увлажнение метрового слоя почвы в поле чистого пара (на 12%), следующей за ним озимой пшеницы (на 9%), яровой пшеницы (на 11%), озимой пшеницы по сидеральному пару (на 23%) и ячменя (на 18%) по сравнению с отвальной обработкой на 20–22 см, и, тем самым, способствовали более благоприятной влагообеспеченности растений изучаемых в опыте культур. А открытая поверхность пашни быстрее прогревалась, там активнее протекали микробиологические процессы и процессы нитрификации. В связи с чем в от-

ветственные периоды роста и развития растений изучаемых в опыте культур, технологии с гребнекулисными обработками по содержанию нитратного азота в пахотном слое имели устойчивое преимущество в сравнении со вспашкой. Весной на этих вариантах нитратного азота содержалось на 34–61 %, в колосшение – на 35–74%, в уборку – на 62–78% больше, чем на вспашке. При этом средне-взвешенная величина содержания нитратного азота на естественном фоне по мелкой гребнекулисной обработке составила в мае 4,07, в июне – 3,16 в июле – 2,76 мг/100 г, что на 22-10-24% больше, чем при поверхностном размещении стерни с мелкой и на 13-28-32% – с глубокой безотвальной обработкой. Таким образом, гребнекулисная обработка, улучшая условия нитратонакопления, способствовала повышению эффективного плодородия почвы, что выражалось соответствующим уровнем урожайности изучаемых в опыте культур.

Результаты статистической обработки полученного материала подтвердили тесную зависимость урожайности озимых и яровых культур по вариантам опыта от увлажненности почвы и обеспеченности минеральным азотом, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляционной связи между этими показателями (табл. 1). Урожайность озимой пшеницы в большей мере коррелирует с содержанием ценных почвенных агрегатов (> 0,25 мм), причем по всем агрофонам и содержанию минерального азота особенно на удобренных вариантах.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между урожайностью зерновых культур и агрофизическими свойствами почвы

Агрофизические свойства почвы	Урожайность озимой пшеницы по агрофонам				Урожайность яровой пшеницы и ячменя по агрофонам			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	среднее	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	среднее
Влага в почве, мм	0,42	0,54	0,57	0,51	0,82	0,78	0,57	0,77
NO <sub>3</sub> , мг/100 г почвы	0,59	0,62	0,28	0,50	0,65	0,65	0,63	0,67
Агрегаты, > 0,25 мм	0,57	0,74	0,64	0,75	-0,20	0,12	-0,27	-0,09
Плотность, г/см <sup>3</sup>	-0,06	0,04	-0,48	-0,19	-0,50	-0,23	-0,55	-0,41

Связь с плотностью не просматривается или выражена отрицательно на фоне достаточного увлажнения и повышенного внесения

удобрений. Лучшие корреляционные связи показаны на агрофоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, где коэффициенты составили 0,54–0,74. На урожайность

яровых культур самое большое влияние оказывали показатели увлажненности почвы и условия азотного питания (коэффициенты корреляции 0,57–0,82), содержание почвенных агрегатов не влияло на урожайность, а плотность почвы имела отрицательную корреляционную зависимость.

Средняя урожайность зерна по гребнекулсным обработкам составила 3,29–3,33 т/га, что на 0,28–0,32 т/га больше, чем по вспашке (табл. 2). К тому же на этих вариантах уровень урожайности, полученной без применения удобрений, был выше, чем на вспашке с внесением  $N_{30}P_{30}K_{30}$  на 0,13–0,11 т/га.

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы и удобрений на продуктивность культур зернопарового севооборота, т/га

Варианты обработки	Оз. пшеница по ч/пару (2010–2012 гг.)	Яр. пшеница (2011–2013 гг.)	Оз. пшеница по сид./пару (2013–2015 гг.)	Ячмень (2014–2016 гг.)	В среднем по варианту
1	2,0	2,70	4,37	2,96	<b>3,01</b>
2	2,31	2,76	4,71	2,91	<b>3,17</b>
3	2,44	2,94	4,82	2,98	<b>3,29</b>
4	2,30	2,76	4,44	2,78	<b>3,07</b>
5	2,12	2,47	4,18	2,62	<b>2,84</b>
6	2,39	2,66	4,47	2,78	<b>3,07</b>
7	2,41	2,89	4,89	3,12	<b>3,33</b>
Ср.	<b>2,28</b>	<b>2,74</b>	<b>4,55</b>	<b>2,88</b>	
НСР <sub>05</sub>	А-0,33(удобрения) В-0,51(обработки) АВ-0,88 р-0,96%	А-0,48(удобрения) В-0,73(обработки) АВ-1,27 р-1,65%	А-0,36(удобрения) В-0,56(обработки) АВ-0,97 р-1,51%	А-0,20(удобрения) В-0,15(обработки) АВ-0,34 р-0,96%	

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

Далее, в убывающей последовательности, шли безотвальная, поверхностная (лушение со стернеукладчиком) и мелкая мульчирующая обработки, где по сравнению с контролем прибавки урожайности составили соответственно 0,16 и 0,06 т/га.

Урожайность большинства культур при отказе от основной осенней обработки заметно уменьшалась: яровой пшеницы – на 0,23 т/га, озимой пшеницы по сидеральному пару – на 0,19 т/га, ячменя – на 0,36 т/га или на 9-5-12% по сравнению с контролем – отвальной вспашкой на 20–22 см. В целом продуктивность севооборота на этом варианте снижалась на 0,17 т/га по сравнению с контролем и на 0,45–0,49 т/га – по сравнению с гребнекулсными обработками.

Эффективным средством повышения продуктивности зерновых культур является применение минеральных удобрений. Это сравнительно затратное мероприятие, и важно повысить его эффективность за счет использования почвозащитных инновационных способов обработки почвы, позволяющих улучшить увлажнение и эффективное плодородие пашни [14].

Изменения агрофизических и химических условий почвенного плодородия и численности вредных биологических объектов в значительной мере нивелировались парованием. Поэтому с внесением минеральных удобрений повышение продуктивности озимой пшеницы было менее существенным, чем яровой пшеницы и ячменя. Среднегодовая урожайность озимой пшеницы по чистому пару на естественном фоне плодородия составила 2,14 т/га по сидеральному пару – 4,27 т/га, яровой пшеницы – 2,36 т/га, ячменя – 2,42 т/га. При внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  продуктивность культур севооборота повысилась относительно естественного фона в среднем соответственно на 0,13, 0,29, 0,30 и 0,48 т/га, внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  обеспечило ещё большую прибавку– 0,30, 0,55, 0,84 и 0,90 т/га соответственно.

На вариантах отвальной обработки и безотвального рыхления на 20–22 см была отмечена самая низкая отзывчивость на внесение минеральных удобрений, в среднем по севообороту на фоне внесения  $N_{30}P_{30}K_{30}$  сбор зерна увеличился на 0,13–0,15 т/га, на фоне внесения  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 0,52–0,56 т/га. На вариан-

тах без основной осенней обработки, лущения со стернеукладчиком и мелкой обработки от внесения дозы  $N_{30}P_{30}K_{30}$  прибавка составила 0,20-0,38-0,30 т/га. Увеличение дозы удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  привело к росту продуктивности на 0,62-0,64-0,71 т/га по сравнению с неудобренным фоном. Гребнекульные обработки обеспечили наиболее весомые прибавки урожая, при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  урожайность увеличилась на 0,40-0,44 т/га, при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 0,72-0,73 т/га относительно естественного фона соответствующих обработок.

**Выводы.** Применение почвоулучшающих инновационных технологий с использованием комбинированных почвообработ-

вающих агрегатов на основе минимализации и создания водоемкого гребнекульного микро-рельефа обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями. Совокупность положительных факторов – лучшая аэрация, достаточное тепло и влажность в пахотном слое, благоприятный азотный режим – являются определяющими в повышении урожайности зерновых культур при гребнекульной обработке, что определяет высокую перспективу освоения инновационных технологий на черноземных почвах в условиях плакорно-равнинного агроландшафта Среднего Поволжья.

#### Литература

1. Карпович К. И, Немцов С. Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в черноземной лесостепи Ульяновской области // Доклады РАСХН. 2004. № 6. С. 30–33.
2. Vacumer K. Tillage effects on root growth and crop yield // Agr. Yield Potentials Continental Klimate. 1991. P. 57–73.
3. Чуданов И. А. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в Среднем Поволжье. Самара : Изд-во РАСХН, Самар. НИИСХ им. Н. М. Тулайкова. 2006. 236 с.
4. Bowen J. Minimum tillage: Fit it to your crops and soils // World Farmg. 1982. Vol. 24. №3. P. 6–8.
5. Ресурсосберегающий технологический комплекс возделывания озимой пшеницы в Средневолжском регионе / В. А. Корчагин [и др.]. Самара : ГНУ Самар. НИИСХ, 2008. 6 с.
6. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой и яровой пшеницы в агроэкологических условиях Саратовской области : метод. рекомендации / А. И. Шабаев, Н. В. Михайлин, Ю. Ф. Курдюков [и др.]. Саратов : Изд-во НИИСХ Юго-Востока. 2009. 60 с.
7. Lapshinov N. A., Pakul V. N., Bozhanova G. V., Kuksheneva T. P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Research Journal of international Studies // Mezhdunarodnyj naueno-issledovatel'skij zurnal. 2013. No 4 (11). P. 131–134.
8. Земледелие в Среднем Поволжье / Г. И. Казаков, Р. В. Авраменко, А. А. Марковский [и др.]. М. : Колос. 2008. 308 с.
9. Кузина Е. В., Шабаев А. И. Преимущества гребнекульной обработки почвы при возделывании зерновых культур // Научная жизнь. 2015. № 1. С. 61–69.
10. Шабаев А. И. Инновационные приемы возделывания яровой пшеницы в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев, Н. М. Жолинский, Е. В. Кузина, М. С. Цветков // Научное обозрение. 2015. №13. С. 16–22.
11. Способы гребнекульной обработки почвы и перспективные орудия для ресурсосберегающих технологий: метод. рекомендации. Саратов : Изд-во НИИСХ Юго-Востока. 2007. 64 с.
12. Повышение продуктивности зерновых культур за счет почвозащитных ресурсосберегающих технологий / А. И. Шабаев, Н. М. Жолинский, Т. В. Демьянова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2010. №5(72). С. 13–15.
13. Гребнекульные способы обработки почвы и перспективные орудия при возделывании зерновых культур / А. И. Шабаев, Т. В. Демьянова, Н. М. Соколов [и др.] // Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии : сб. докладов Всеросс. науч.-практ. конф. Курск : Изд-во ВНИИЗиЗПЭ. 2007. С. 29–32.
14. Кузина Е. В. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой пшенице в зависимости от систем основной обработки почвы // Пермский аграрный вестник. 2015. № 2. С. 8–11.

## INFLUENCE OF PRIMARY TILLAGE METHODS AND NUTRIENT STATUS ON THE CROP ROTATION CAPACITY

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

Uljanovsk Research Institute of Agriculture

19 Institut'skaia St., Timiriazevskii, Uljanovskii rayon, Uljanovskaia oblast, 433315 Russia

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

#### ABSTRACT

The article describes the results of studies on the effectiveness of conventional ridge, flat tillage as well as fine mulch, zero and coulisse ridge tillage. The experiments were conducted in 2010-2016 on black heavy loam soils, typical for the most farms in Uljanovskaya Oblast. Being on the tillages



background, fertilizers were applied to crop rotation at a dose of N0P0K0; N30P30K30; N60P60K60. Soil treatment was conducted in a stationary field crop rotation with alternating crops: pure fallow–winter wheat – spring wheat – mustard (green manure) – winter wheat - barley. Advantages and prospects for application of innovative coulisse ridge tillage methods during the cultivation of grain crops were established. The best saturation of nitrate nitrogen in accordance with optimum moisture meter-deep layer of soil contributed to the higher yield capacity of examined crops, the average yield of grain treated by coulisse ridge method amounted to 3.29-to 3.33 t/ha, that is 0.28 and 0.32 t/ha more than by plowing. Fertilizer had a positive influence on the development of plants and provided the most significant yield increase in variants with coulisse ridge tillage, the introduction of N30P30K30–0.40-0.44 t/ha, while making N60P60K60 – 0.72-0.73 t/ha regarding to the natural background of respective treatments.

*Key words: tillage, ridge stubble coulisses, mineral fertilizer, yield capacity, winter wheat, spring wheat, barley.*

#### References

1. Karpovich K. I, Nemtsov S. N. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v chernozemnoi lesostepi Ul'yanovskoi oblasti (Resource saving technologies of agricultural crops cultivation in chernozem forest-steppe of Ulianovskaya Oblast), Doklady RASKhN, 2004, No. 6, pp. 30–33.
2. Bacumer K. Tillage effects on root growth and crop yield, Agr. Yield Potentials Continental Klimate, 1991, pp. 57–73.
3. Chudanov I. A. Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy v Srednem Povolzh'e (Resource saving systems of soil treatment in the middle Povolzhie), Samara, Izd-vo RASKhN, Samar. NIISKh im. N. M. Tulaikova, 2006, 236 p.
4. Bowen J. Minimum tillage: Fit it to your crops and soils, World Farmg, 1982, Vol. 24, No.3, pp. 6–8.
5. Korchagin V. A. et al. Resursosberegayushchii tekhnologicheskii kompleks vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v Srednevolzhskom regione (Resource saving technological complex for winter wheat cultivation in Srednevolzhskii region), Samara, GNU Samar. NIISKh, 2008, 6 p.
6. Shabaev A. I., Mikhailin N. V., Kurdyukov Yu. F. et al. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoi i yarovoi pshenitsy v agroekologicheskikh usloviyakh Saratovskoi oblasti (Resource saving technologies of winter and spring wheat cultivation under agroecological conditions of Saratovskaya Oblast), metod. rekomendatsii, Saratov, Izd-vo NIISKh Yugo-Vostoka, 2009, 60 p.
7. Lapshinov N. A., Pakul V. N., Bozhanova G. V., Kuksheneva T. P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies, Research Journal of international Studies, Mezhdunarodnyj naueno-issledovatel'skij zurnal, 2013, No 4 (11), pp. 131–134.
8. Kazakov G. I., Avramenko R. V., Markovskii A. A. et al. Zemledelie v Srednem Povolzh'e (Agriculture in the middle Povolzhie), Moscow, Kolos, 2008, 308 p.
9. Kuzina E. V., Shabaev A. I. Preimushchestva grebnekulisnoi obrabotki pochvy pri vozdeleyvanii zernovykh kul'tur (Advantages of comb rocking tillage at grain crops cultivation), Nauchnaya zhizn', 2015, No. 1, pp. 61–69.
10. Shabaev A. I., Zholinskii N. M., Kuzina E. V., Tsvetkov M. S. Innovatsionnye priemy vozdeleyvaniya yarovoi pshenitsy v agro-landshaftakh Povolzh'ya (Innovative methods of spring wheat cultivation in agro-landscape of Povolzhie), Nauchnoe obozrenie, 2015, No.13, pp. 16–22.
11. Sposoby grebnekulisnoi obrabotki pochvy i perspektivnye orudiya dlya resur-sosberegayushchikh tekhnologii (Methods of comb rocking tillage and tool prospects for resource saving technologies), metod. rekomendatsii, Saratov, Izd-vo NIISKh Yugo-Vostoka, 2007, 64 p.
12. Shabaev A. I., Zholinskii N. M., Dem'yanova T. V. et al. Povyshenie produktivnosti zernovykh kul'tur za schet pochvozashchitnykh resurso-sberegayushchikh tekhnologii (Increase of winter crops capacity through the soil-protective resource saving technologies), Do-stizheniya nauki i tekhniki APK, 2010, No.5(72), pp. 13–15.
13. Shabaev A. I., Dem'yanova T. V., Sokolov N. M. et al. Grebnekulisnye sposoby obrabotki pochvy i perspektivnye orudiya pri vozdeleyvanii zernovykh kul'tur (Methods of comb rocking tillage and tool prospects at winter crops cultivation), Innovatsii, zemleustroistvo i resursosberegayushchie tekhnologii v zemledelii, sb. dokladov Vseross. nauch.-prakt. konf., Kursk, Izd-vo VNIIZiZPE, 2007, pp. 29–32.
14. Kuzina E. V. Effektivnost' ispol'zovaniya mineral'nykh udobrenii i biopreparatov na ozimoi pshenitse v zavisimosti ot sistem osnovnoi obrabotki pochvy (The effectiveness of the use of mineral fertilizers and biological products for winter wheat depending on soil tillage systems), Permskii agrarnyi vestnik, 2015, No. 2, pp. 8–11.

УДК 633.14

## ОЗИМАЯ РОЖЬ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

**А. Г. Курылева**, канд. с.-х. наук,  
ФГБНУ Удмуртский НИИСХ,  
ул. Ленина, 1, с. Первомайский, Удмуртская Республика, Россия, 427007  
E-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru)

*Аннотация.* Статья содержит общие сведения о посевных площадях озимой ржи в Приволжском Федеральном округе в 1996–2016 гг. Проведен анализ посевных площадей в Удмуртской Республике за последнее пятидесятилетие, где отмечается четкая тенденция снижения посевных площадей озимой ржи с 425,1 тыс. га до 46,5 тыс. га. На основании анализов построенных трендов установлена динамика снижения посевных площадей, уравнение регрессии имеет вид:  $Y = -6,6213x + 13370$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,81$ . Урожайность варьировала за данный период времени от 6,08 до 16,4 ц/га. Отмечена положительная динамика повышения урожайности озимой ржи, линейная линия тренда стремится вверх, уравнение регрессии урожайности:  $Y = 0,1846x - 358,44$ , при  $R^2 = 0,16$ . Коэффициент устойчивости урожайности озимой ржи изменялся от 40,5% до 74,9%. Размах урожайности ( $d$ ) за данный период составил 62,9%, что говорит о большой разности в формировании урожайности по годам. В Удмуртском НИИСХ ежегодно проводится конкурсное сортоиспытание новых сортов озимой ржи. Из изучаемых сортов выделяется сорт Графиня (34,3 ц/га), который превысил урожайность стандарта Фаленская 4 на 6,63% (2,1 ц/га). Сорт Графиня отличается высокой перезимовкой – 85% (Фаленская 4 – 60%).

*Ключевые слова:* озимая рожь, площадь возделывания, мониторинг, урожайность, сорта.

**Введение.** В начале века озимая рожь была главной по значимости хлебной культурой России. Благодаря высокой адаптивности, непревзойденной зимостойкости, засухо- и кислотоустойчивости ни одна зерновая культура не может сравниться с рожью. Ее посевы стабильно удерживались на уровне 25–27 млн га и составляли 50–55% мировых [6]. Постепенно, по мере повышения культуры земледелия, посевы ржи сокращались, а взамен росли площади под пшеницей. Происходил этот процесс медленно, даже в послевоенные 1950-е годы рожь занимала 12–14 млн га и превышала озимую пшеницу более чем в 2 раза [2]. Около 70% площадей озимой ржи сосредоточено в Приволжском Федеральном округе, но и здесь наблюдается снижение посевов данной культуры. Наиболее «ржаными» субъектами Российской Федерации сегодня являются Татарстан и Башкортостан, где удельный вес ржи в посевах зерновых составляет 14–15% [8].

**Методика.** Объектом исследований является озимая рожь. Проведен анализ посевных и урожайных показателей озимой ржи за 1996–2016 гг. по Удмуртской Республике по данным Федеральной службы государственной статистики. Корреляционный и регрессионный анализы проведены по методике Доспехова Б. А. (1985). Статистическая обработка результатов устойчивости урожайности озимой ржи проводилась по методике, описанной Лебедевой Т. В. (2007), с использованием стандартного пакета анализа Microsoft Excel.

**Результаты.** В среднем за 1996–2016 гг. в Приволжском Федеральном округе лидерами по посевным площадям являются: Башкортостан – 300,47 тыс. га; Татарстан – 240,72 тыс. га; Саратовская область – 183,38 тыс. га; Оренбургская область – 171,03 тыс. га; Кировская область – 146,7 тыс. га [11]. Удмуртская Республика занимает шестое место среди республик Приволжского Федерального округа с посевной площадью ржи 87,6 тыс. га (рис. 1).

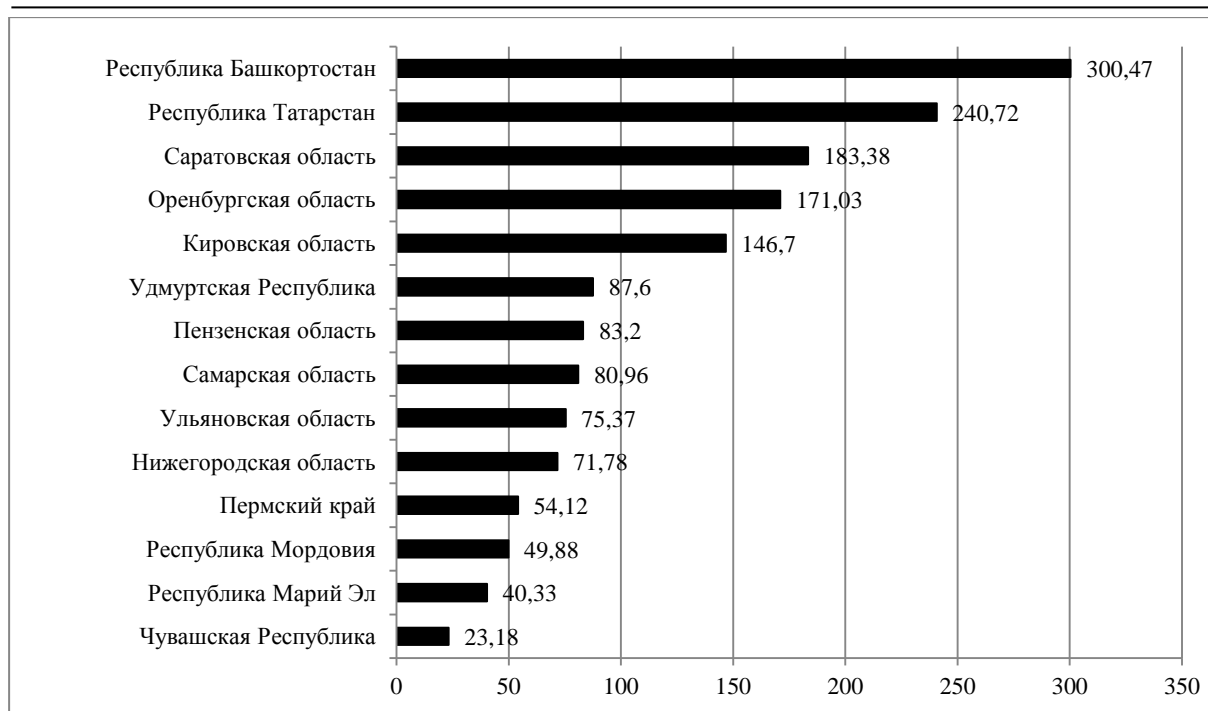


Рис. 1. Посевные площади озимой ржи в Приволжском Федеральном округе 1996–2016 гг.

В Удмуртской Республике, как и в Российской Федерации, за последний пятидесятилетний период (1961–2016 гг.) посевные площади озимой ржи неуклонно снижаются

с 425,1 тыс. га до 46,5 тыс. га (табл. 1). Но наблюдается положительная тенденция повышения урожайности с 7,6 до 14,7 ц/га [3, 9, 10].

Таблица 1

Уборочная площадь и урожайность озимой ржи в Удмуртской Республике (все категории хозяйств)

Годы	Уборочная площадь, тыс. га	Удельный вес от посевов зерновых и зернобобовых культур, %	Урожайность, ц/га
1961-1965	425,1	46,5	7,6
1971-1975	335,2	39,8	9,7
1981-1986	299,2	35,9	12,0
1991-1995	213,0	31,7	14,7
2001-2005	107,4	21,5	10,6
2011-2015	54,1	14,8	13,1
2016	46,5	13,9	14,7

Выявлено, что с 1961 по 2016 гг. удельный вес ржи в посевах зерновых и зернобобовых культур снизился с 46,5 до 13,9%. Похожая ситуация складывается и в целом по России. По данным Федеральной службы государственной статистики, производство зерна ржи за последнее десятилетие в России сократилось более чем в два раза. Во многом это было обусловлено низкими закупочными ценами на зерно и недостаточной востребованностью на внутреннем рынке. Последнее обстоятельство объясняется слабой научной базой обеспечения технологической переработки ржаного зерна, отсутствием комплексных

программ производства и утилизации ресурсов ржи [7]. С другой стороны, необходимо помнить, что Удмуртская Республика находится в зоне рискованного земледелия, поэтому необходимо учитывать региональные и сезонные особенности погодных условий. Следует также помнить о глобальных изменениях климата, которые влияют на эффективное развитие отраслей сельского хозяйства. Учащённые ранневесенние, летние засухи в последние годы отрицательно сказываются на росте и развитии растений яровых зерновых культур, соответственно и на формировании урожайности. Рожь по праву считается куль-

турой низкого экономического риска, что позволяет отнести ее к страховой культуре: независимо от метеорологических условий способна обеспечить стабильное производство продовольственного зерна [12, 13].

Анализируя данные за 1996–2016 гг. (рис. 2), можно сделать вывод, что вся посе-

вая площадь (хозяйства всех категорий) в Удмуртской Республике снизилась на 18% (с 1258,97 до 1025,58 тыс. га). Посевные площади под культурой озимой ржи за данный период также значительно снизились (с 176,28 тыс. га (1996 г.) до 41,51 тыс. га (2016 г.)).

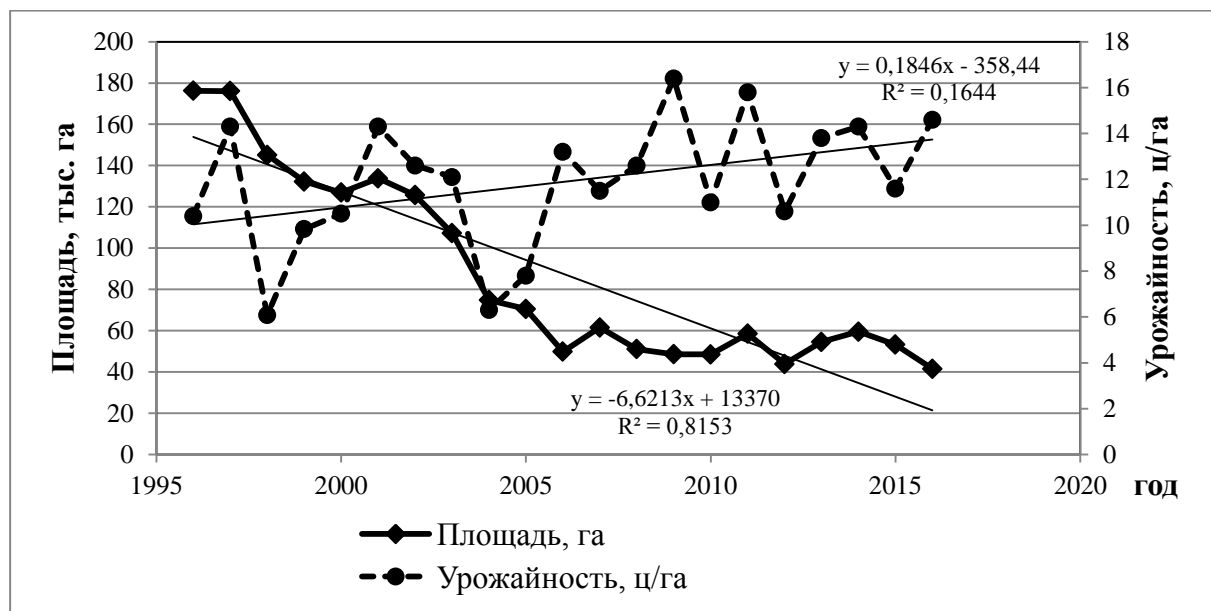


Рис. 2. Посевные площади и урожайности озимой ржи в Удмуртской Республике (все категории хозяйств), 1996–2016 гг.

При анализе построенных трендов посевных площадей и урожайности озимой ржи за период 1996–2016 гг. установлено, что при отрицательной динамике изменения посевных площадей уравнение регрессии имеет вид  $Y = -6,6213x + 13370$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,8153$ . Урожайность варьировала за данный период времени от 6,08 до 16,4 ц/га. Отмечается положительная динами-

ка изменения урожайности озимой ржи (линейная линия тренда стремится вверх), уравнение регрессии урожайности в зависимости от года соответствует  $Y = 0,1846x - 358,44$ , при  $R^2 = 0,1644$ .

Проведен статистический анализ устойчивости урожайности зерна озимой ржи в Удмуртской Республике по методике Юзбашева (1980) (табл. 2).

Таблица 2

Показатели устойчивости урожайности озимой ржи в хозяйствах всех категорий по Удмуртской Республике, 1996–2016 гг.

Год	Урожайность, ц/га	$\Sigma V$	$Y_i$	$S_{y_i}$	$V$	$100-V$
1996	10,4	-	-	-	-	-
1997	14,3	-	-	-	-	-
1998	6,08	51,1	10,2	5,8	57,0	43,0
1999	9,83	55,0	11,0	6,2	56,7	43,3
2000	10,5	53,3	10,7	6,0	56,0	44,0
2001	14,3	59,3	11,9	3,5	29,8	70,2
2002	12,6	55,8	11,2	4,2	38,0	62,0
2003	12,1	53,1	10,6	6,3	59,5	40,5
2004	6,3	52,0	10,4	5,7	55,1	44,9
2005	7,8	50,9	10,2	5,8	57,2	42,8
2006	13,2	51,4	10,3	5,8	56,0	44,0
2007	11,5	61,5	12,3	5,0	40,8	59,2

Год	Урожайность, ц/га	$\Sigma Y$	$Y_i$	$Sy_i$	$V$	$100-V$
2008	12,6	64,7	12,9	3,9	29,9	70,1
2009	16,4	67,3	13,5	4,5	33,5	66,5
2010	11,0	66,4	13,3	4,8	36,3	63,7
2011	15,8	67,6	13,5	5,3	39,4	60,6
2012	10,6	65,5	13,1	4,3	33,0	67,0
2013	13,8	66,1	13,2	3,9	29,8	70,2
2014	14,3	65,0	13,0	3,3	25,1	74,9
2015	11,6	-	-	-	-	-
2016	14,7	-	-	-	-	-

*Примечание:*  $\Sigma Y$  – суммарные значения, рассчитанные по пятилетним фактическим данным;  $Y_i$  – средние значения, рассчитанные по пятилетним фактическим данным;  $Sy_i$  – средние квадратические значения, рассчитанные по пятилетним фактическим данным;  $V$  – коэффициент вариации (колеблемости), рассчитанный по пятилетним фактическим данным;  $100-V$  – коэффициент устойчивости, рассчитанный по пятилетним фактическим данным.

По этим данным видно, что коэффициент устойчивости урожайности озимой ржи изменялся от 40,5 до 74,9%. В течение всего рассматриваемого периода устойчивость урожайности озимой ржи в хозяйствах всех категорий по Удмуртской Республике в основном повышалась. Аналогичным способом рассчитали коэффициент устойчивости размеров посевных площадей озимой ржи, данный коэффициент колебался в пределах 39,6–89,4% в зависимости от года.

Расчет размаха урожайности ( $d$ ), который является отношением разницы между максимальной и минимальной урожайностью культуры к максимальной урожайности, выраженной в процентах, показывает, что чем ниже показатель, тем стабильнее урожайность объекта в конкретных условиях [1]. В нашем случае размах урожайности за 1996–2016 гг. составил 62,9%, что говорит о большой разности в формировании урожайности по годам. Это связано в основном с агрометеорологическими условиями. Данный факт подтверждают многие ученые [4, 5]. Особыми требованиями к возделываемым сортам озимой ржи в условиях Удмуртской Республики являются их высокая зимостойкость, способность к восстановлению стеблестоя после отрицательных факторов перезимовки (регенерационная способность). По данным филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Удмуртской Республике, на полях республики наибольшую площадь занимает сорт Фаленская 4, в 2015 г. данный сорт занимал 74% от посевной площади озимой ржи (34,8 тыс. га).

Сорт Фаленская 4 районирован в Удмуртской Республике с 1999 г., данный сорт отличается высокой зимостойкостью и регенерационной способностью. На полях ФГБНУ

Удмуртского НИИСХ в среднем за пять лет (2014–2016 гг.) урожайность по этому сорту получена 2,64–3,84 т/га. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен – 22,8–44,8 г. Содержание белка в зерне – 9,8–11,7%, число падеения – 195–256 с, хлебопекарные качества хорошие.

Поиском нового ассортимента сортов для возделывания в Удмуртской Республике, которые будут отвечать ряду требований для обеспечения стабильной урожайности, занимаются филиал ФГБУ «Государственная сортоиспытательная комиссия» по УР и ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. В Удмуртском НИИСХ в конкурсном сортоиспытании новых сортов озимой ржи участвовали 7 сортов из разных селекционных центров. По результатам исследований (2014–2016 гг.), урожайность варьировала от 24,6 до 42,9 ц/га. В среднем за три года сорт Графиня сформировал наибольшую урожайность зерна 34,3 ц/га, превышая сорт Фаленская 4 на 6,63% (2,1 ц/га).

Урожайность других изучаемых сортов, в зависимости от условий перезимовки, была сформирована на уровне или ниже стандарта. В среднем за годы исследований все сорта сформировали урожайность ниже стандарта на 2,17–8,18%.

В среднем за годы исследований наибольшая перезимовка растений у сорта Графиня, она составила 85%, что выше Фаленской 4 на 25%. Из-за лучшей перезимовки сорт Графиня сформировал наибольшую густоту продуктивного стеблестоя к уборке – 418 шт./м<sup>2</sup>, что на 21 шт./м<sup>2</sup> больше, чем в контроле (Фаленская 4). Также данный сорт отличался хорошей продуктивностью колоса – 1,19 г, обусловленной его наибольшей озерненностью – 41 шт.

**Выводы.** 1. Статистический анализ за период 1996–2016 гг. показал, что вся посевная площадь (хозяйства всех категорий) в Удмуртской Республике снизилась на 18%. За данный период отмечается значительное снижение посевных площадей под озимой рожью, но прослеживается положительная тенденция повышения урожайности от 6,08 до 16,4 ц/га.

2. Размах урожайности за 1996–2016 гг. составил 62,9%, что соответствует большой разности урожайности по годам. Поэтому есть необходимость поиска и внедрения новых сортов озимой ржи, которые отвечали бы всем требованиям сельхозтоваропроизводителя.

#### Литература

1. Волчок В. Статистический анализ устойчивости сельскохозяйственного производства // Экономический вестник (ЭКО-ВЕСТ). 2001. № 4. С. 627–642.
2. Гончаренко А. А. Состояние производства и селекция озимой ржи в Российской Федерации // Нива Урала/ 2006. № 6. С. 4–6.
3. Курьлева А. Г., Туктарова Н. Г., Жирных С. С. Адаптивные сорта озимой ржи в Удмуртской Республике // Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния : Материалы Всеросс. науч.-практич. конф. (Ижевск, 2–3 июля 2015 г.) / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. Ижевск : Союз оригинал. 2015. С. 282–285.
4. Лебедева Т. В. Статистические методы прогнозирования в экономике. Оренбург : Изд-во ГОУ ОГУ. 2007. 174 с.
5. Пинаева М. И., Михайлова Л. А., Акманаева Ю. А. Влияние предшественника и доз минеральных удобрений на урожайность озимой ржи при возделывании на дерново-подзолистой почве // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». № 3 (19). 2017. С. 101–106
6. Потапова Г. Н. Особенности влияния температуры и суммы осадков на урожайность озимой ржи в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2015. №9. С. 19–24.
7. Привалов Ф. И., Урбан Э. П. Современное состояние и перспективы возделывания озимой ржи в Беларуси // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. 2009. № 4. С. 56–61.
8. Сысуюев В. А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ // Достижение науки и техники в АПК. 2012. №6. С. 8–11.
9. Сысуюев В. А., Кедрова Л. И., Уткина Е. И. Приоритетные направления исследований в решении проблемы многофункционального использования озимой ржи // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 6 (43). С. 4–8.
10. Туктарова Н. Г., Исаков А. А. Адаптивная реакция озимых зерновых культур на агроэкологические условия произрастания в Удмуртской Республике // Вестник НГАУ. 2016. № 3. С. 50–56.
11. Туктарова Н. Г. Производство зерна озимых зерновых культур в Удмуртской Республике // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 24–26
12. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi>. (дата обращения 11.03.2017).
13. Юзбашев М. М., Попова О. В. Статистическое измерение колебаний и устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур // Вестник статистики. № 9. 1980. С. 21–27.
14. Mukula J., Rantanen O. Climatic risks to the yield and quality of field crops in Finland: III. Winter rye 1969–1986 // *Annales Agriculturae Fenniae*. 1989. № 1. P. 3–11.
15. Philip D. Hollins, Peter S. Kettlewel, Pirjo Peltonen-Sainio ja Mark Atkinson. Relationships between climate and winter cereal grain quality in Finland and their potential for forecasting // *Agricultural and food science*. 2004. № 13. P. 295–308.

## WINTER RYE IN THE UDMURT REPUBLIC

**A. G. Kuryleva**, Cand. Agr. Sci.

Udmurt Agriculture Research Institute

1 Lenina St., v. Pervomaiskii 427007 Udmurt Republic, Russia

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

#### ABSTRACT

The article provides an overview of the sown area under winter rye in the Volga Federal District in 1996–2016. Analysis of the cultivated areas in the Udmurt Republic over the last half-century showed a clear trend of reducing acreage of winter rye on 89.1% (425.1 hectares up to 46.5 hectares). Based

on analyses of built trends, dynamics of acreage reduction was established, regression equation has the form  $Y = -6.6213x + 13370$ , coefficient of determination  $R^2 = 0.81$ . The yield varied during this period from 6.08 to 16.4 center/ha. Positive dynamics of increasing yield of winter rye was noted, a linear trend line goes up, the regression equation yields  $Y = 0.1846x - 358.44$ , with  $R^2 = 0.16$ . The coefficient of productivity stability of winter rye ranged from 40.5 % to 74.9 %. Yield productivity range (d) for the period was 62.9 %, indicating a large difference in yield formation for years. Udmurt Agriculture Research Institute annually conducts a competitive variety trials of new varieties of winter rye. From the studied varieties are highlighted the Grafinia variety (34.3 center/ha), exceeding the productivity standard Falenskaya 4 on 6.63 % (2.1 center/ha). The variety Grafinia has high winter survival – 85 % (Falenskaya 4 – 60 %).

*Key words: winter rye, area of cultivation, monitoring, yield, varieties.*

#### References

1. Volchok V. Statisticheskii analiz ustoichivosti sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (Statistical analysis of sustainability of agricultural production), *Ekonomicheskii vestnik (EKO-VEST)*, 2001, No. 4, pp. 627–642.
2. Goncharenko A. A. Sostoyanie proizvodstva i selektsiya ozimoi rzhi v Rossiiskoi Federatsii (The state of the production and breeding of winter rye in the Russian Federation), *Niva Urala*, 2006, No. 6, pp. 4–6.
3. Kuryleva A. G., Tuktarova N. G., Zhirnykh S. S. Adaptivnye sorta ozimoi rzhi v Udmurtskoi Respublike (Adaptive varieties of winter rye in the Udmurt Republic), *Pochva – natsional'noe bogatstvo. Puti povysheniya ee plodorodiya i uluchsheniya ekologicheskogo sostoyaniya*, Materialy Vseross. nauch.-praktich. konf. (Izhevsk, 2–3 iyulya 2015 g.), FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA, FGBNU Udmurtskii NIISKh, Izhevsk, Soyuz original, 2015, pp. 282–285.
4. Lebedeva T. V. Statisticheskie metody prognozirovaniya v ekonomike (Statistical methods of forecasting in Economics), Orenburg, Izd-vo GOU OGU, 2007, 174 p.
5. Pinaeva M. I., Mikhailova L. A., Akmanaeva Yu. A. Vliyanie predshestvennika i doz mineral'nykh udobrenii na urozhainost' ozimoi rzhi pri vzdelyvanii na dernovo-podzolistoi pochve (Impact of predecessor and mineral fertilizer doses on winter rye yield cultivated on turf-podzolic soil), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, No. 3 (19), 2017, pp. 101–106.
6. Potapova G. N. Osobennosti vliyaniya temperatury i summy osadkov na urozhainost' ozimoi rzhi v usloviyakh Srednego Urala (Specifics of influence of dynamics of temperature and precipitation on the crop capacity of winter rye in the conditions of the Middle Ural), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2015, No.9, pp. 19–24.
7. Privalov F. I., Urban E. P. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy vzdelyvaniya ozimoi rzhi v Belarusi (Current status and prospects of cultivation of winter rye in Belarus), *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi, Ser. agrarnykh nauk*, 2009, No. 4, pp. 56–61.
8. Sysuev V. A. Kompleksnye nauchnye issledovaniya po ozimoi rzhi – vazhneishei natsional'noi i strategicheskoi zernovoi kul'ture RF (Complex scientific researches on winter rye - major national and strategic grain crop of Russian Federation), *Dostizhenie nauki i tekhniki v APK*, 2012, No.6, pp. 8–11.
9. Sysuev V. A., Kedrova L. I., Utkina E. I. Prioritetnye napravleniya issledovaniya v reshenii problemy mnogofunktional'nogo ispol'zovaniya ozimoi rzhi (Priority directions of researches in decision of a problem of multipurpose use of winter rye), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2014, No. 6 (43), pp. 4–8.
10. Tuktarova N. G., Isakov A. A. Adaptivnaya reaktsiya ozimyykh zernovykh kul'tur na agroekologicheskie usloviya proizrastaniya v Udmurtskoi Respublike (Adaptive response of winter crops to agroecological vegetation conditions in the Udmurt Republic), *Vestnik NGAU*, 2016, No. 3, pp. 50–56.
11. Tuktarova N. G. Proizvodstvo zerna ozimyykh zernovykh kul'tur v Udmurtskoi Respublike (Production of winter grain crops in the Udmurt Republic), *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 3 (65), pp. 24–26.
12. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Federal state statistics service) [Elektronnyi resurs], Rezhim dostupa URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi>. (data obrashcheniya 11.03.2017).
13. Yuzbashev M. M., Popova O. V. Statisticheskoe izmerenie kolebanii i ustoichivosti urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Statistical measurement of vibration and stable yield of agricultural crops), *Vestnik statistiki*, No. 9, 1980, S. 21–27.
14. Mukula J., Rantanen O. Climatic risks to the yield and quality of field crops in Finland, III, Winter rye 1969–1986, *Annales Agriculturae Fenniae*, 1989, No. 1, pp. 3–11.
15. Philip D. Hollins, Peter S. Kettlewel, Pirjo Peltonen-Sainio ja Mark Atkinson. Relationships between climate and winter cereal grain quality in Finland and their potential for forecasting, *Agricultural and food science*, 2004, No. 13, pp. 295–308.

УДК 633.193.631.52

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА В «УРАЛЬСКОМ НИИСХ»

**Л. И. Лихачева**, старший научный сотрудник; **В. С. Гималетдинова**, научный сотрудник, **Е. Г. Козионова**, научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ», Красноуфимский селекционный центр, ул. Селекционная, 8, г. Красноуфимск, Свердловская обл., Россия, 623300  
E-mail: [seleksiya@bk.ru](mailto:seleksiya@bk.ru)

*Аннотация.* В условиях Среднего Урала в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на полях Красноуфимского селекционного центра в период с 2011 по 2016 гг. проведены научные исследования, целью которых было создание новых сортов гороха, сочетающих высокую урожайность, устойчивость к основным болезням и технологичность при уборке. Селекционные питомники закладывались на темно-серой лесной почве стационарного десятипольного севооборота. За годы исследований наблюдалось сильное колебание погодных условий в период вегетации. В качестве стандарта для листовковых форм гороха был взят сорт Марафон, для усатых форм – Красноус. В конкурсном испытании ежегодно изучалось 30-35 сортообразцов на делянках площадью 19 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Горох Красноуфимский 11 включен в Государственный реестр селекционных достижений с 2014 года, отмечен Госсортовкомиссией как ценный горох по качеству зерна. Превышает стандарт по урожайности на 0,38 т/га, по содержанию белка – на 1,5%, по числу бобов и семян, по массе семян с растения (среднее за 2011-2016 гг.), Красноуфимский 11 меньше стандарта поражается аскохитозом и корневыми гнилями. Сорта Эдем и Алтын проходят Государственное сортоиспытание с 2014 года. Сорт Эдем показал урожайность на уровне Марафона, но он превосходит стандарт по числу бобов и семян с растения, по содержанию белка в зерне на 0,9%, более устойчив к полеганию (4 балла). Алтын так же превышает стандарт по урожайности на 0,37 т/га и по содержанию белка в зерне – на 2,1%. В 2017 году было начато размножение перспективного номера 11-440. Селекционный номер 05-327 планируется передать на Государственное испытание в 2018 году.

*Ключевые слова:* горох, селекция, наука, сорт, сортоиспытание, урожайность, содержание белка.

**Введение.** Горох входит в число основных зернобобовых культур, представляющих продовольственную и кормовую ценность. Он возделывается на всех континентах, но преимущественно распространен в зоне умеренных широт.

Горох обладает рядом достоинств. Используется в пищу для приготовления супов, каш, пюре, консервов. Зерно гороха является хорошим концентрированным кормом для скота, вегетативные органы используются для получения зеленого корма, сена, сенажа и силоса [1, 2]. Горох – отличный предшественник для других сельскохозяйственных культур. Обогащает почву азотом благодаря деятельности азотфиксирующих бактерий [3].

Состояние производства гороха характеризуется нестабильностью по годам, обусловленной причинами биологического характера, склонностью растений к полеганию, израста-

нию, осыпанию семян и низкими адаптивными свойствами.

Важнейшим резервом увеличения производства высококачественного зерна является селекция. Поэтому, чтобы горох в полной мере мог удовлетворить возросшим требованиям производства, необходимо создание новых высокопродуктивных сортов. Этими вопросами занимаются и в других НИИСХ [4, 5, 7, 8, 13, 14].

*Цель исследований* – создание новых сортов гороха, сочетающих высокую урожайность, устойчивость к основным болезням и технологичность при уборке.

**Методика.** Исследования проводились в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на полях Красноуфимского селекционного центра. Объект исследований – горох посевной (*Pisum sativum*). Предшественник – яровая пшеница. Селекционные питомники закладывались на



темно-серой почве десятипольного стационарного севооборота.

Селекционная работа по гороху проводилась методом межсортовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором. Конкурсное сортоиспытание гороха проводится по двум направлениям – группа сортов листочковых форм со стандартами Красноуфимский 93 и Марафон и группа сортов усатых форм со стандартами Красноуфимский 11 (с 2016 года) и Красноус.

В конкурсном испытании ежегодно изучается 30-35 сортообразцов. На делянках конкурсного испытания площадью 19 м<sup>2</sup> в 4-кратной повторности закладывались учетные площадки, где проводился биометрический анализ: высота растений, число продуктивных узлов, число бобов на растении, число и масса семян с растения. Уборку учетных площадок проводили вручную. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения по фазам развития: всходы, цветение, восковая спелость, глазомерная оценка общего состояния сортов в период цветения и перед уборкой. Учет урожая проводили путем взвешивания зерна со всей делянки. С каждой делянки брали пробу зерна для определения чистоты, массы 1000 семян, натурной массы, содержания белка в зерне.

За годы исследований (2011–2016 гг.) наблюдалось сильное колебание погодных условий в период вегетации. Погодные условия в 2011 году были благоприятными; в 2012, 2016 гг. – жаркими и сухими; в 2014, 2015 гг. – холодными, дождливыми; 2013 – жаркими с осадками выше среднеголетних.

Селекцию гороха вели в соответствии с методическими указаниями ВИР[11] и методикой государственного сортоиспытания [9]. Поражение аскохитозом учитывали согласно

шкале, рекомендованной ВИР[12]. У сортов конкурсного испытания определялось поражение корневыми гнилями и повреждение гороховой плодовой ножкой [10]. Содержание протеина определяется по Кьельдалю, разваримость – методом А.В. Соснина. Математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову [6].

**Результаты.** В 2011 был передан на Государственное испытание селекционный образец 01-681 (сорт Красноуфимский 11). После двух лет испытаний на Государственных сортоучастках Красноуфимский 11 был включен в Госреестр селекционных достижений по IV (Волго – Вятскому) региону, был отмечен Госкомиссией как ценный по качеству зерна. С 2016 года Красноуфимский 11 является стандартом во всех селекционных питомниках наравне с сортом Красноус в группе усатых форм. Это короткостебельный горох с неосыпающимися семенами, с повышенным содержанием белка в зерне (до 26,7 %). Меньше повреждается аскохитозом и корневыми гнилями.

С 2014 года проходят Государственное сортоиспытание два сорта гороха: Алтын по VII (Средне Волжскому) и IX (Уральскому) регионам и Эдем по IV (Волго – Вятскому) региону.

Алтын – короткостебельный усатый горох с неосыпающимися семенами, с повышенным содержанием белка в зерне до 24,5%.

Эдем – короткостебельный листочковый горох с обычными семенами, содержание белка в зерне до 24,9 %, с устойчивостью к полеганию 4-4,5 балла.

В таблице 1 представлена характеристика перспективных сортов гороха в сравнении со стандартами Марафон и Красноус, среднее за 2011–2016 гг.

Таблица 1

Характеристика перспективных сортов гороха за 2011-2016 гг.

Показатель	Единица измерения	Красноус, st	Красноуфимский 11	Алтын	05-327	Марафон, st	Эдем
Урожайность НСР <sub>05</sub> =0,19	т/га	2,02	2,40	2,39	2,18	2,68	2,73
Вегетационный период	сутки	75	75	74	75	72	75
Число бобов на растении	шт.	3,4	3,76	3,1	4,7	3,4	3,8
Число семян на растении	шт.	10,4	12,5	10,9	11,8	12,4	14,7
Масса семян с растения	г	2,1	2,3	2,2	2,2	2,3	2,7
Масса 1000 семян	г	197	187	198	184	188	173
Натурная масса	г/л	789	772	791	777	790	811
Содержание белка	%	20,3	21,8	22,4	22,3	21,3	22,2
Длина стебля	см	43,7	41,7	39,6	41,1	62,7	39,0
Устойчивость к полеганию	балл	4,6	4,5	4,6	4,5	2,2	4,0
Выход белка с 1 гектара	кг/га	410	523	535	486	570	606

Результаты исследований на поражаемость болезнями и повреждаемость вредителями представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика сортов гороха по устойчивости к болезням и вредителям за 2011-2016 гг.

Сорта	Поражение аскохитозом, %		Поражение корневыми гнилями, % развития болезни	Поражение гороховой плодожоркой, %
	Естественный фон	Искусственный фон		
Красноус, st	13,7	21,0	30,6	1,4
Красноуфимский 11	7,7	15,4	25,4	1,5
Алтын	9,3	15,6	28,7	0,87
05 - 327	10,5	18,5	28,5	0,1
Марафон, st	16,4	26,7	29,3	1,2
Эдем	11,8	19,8	28,4	1,0

Номер 05–327 готовится к передаче на Государственное сортоиспытание в 2018 году. Превосходит стандарт Красноус по содержанию белка в зерне (на 2,0%), меньше поражается болезнями и повреждается вредителями.

В 2016 году был проведен учет длинно-стебельных листочковых и усатых сортов гороха на урожай зеленой массы. Высокую урожайность зеленой массы (9,5 т/га) показал номер 11-440 – длинностебельный усатый горох с урожайностью зерна 1,95 т/га, содержанием белка в зерне 21,8 %, в зеленой массе – 23,7 %.

В дальнейшем планируется размножить номер 11-440 и готовить к передаче на Государственное сортоиспытание.

**Выводы.** В результате проведенных исследований в 2011-2016 гг. получили данные, что созданные перспективные сорта гороха превышают стандарты не только по урожайности, но и по содержанию белка в зерне, меньше стандартов поражаются болезнями (аскохитоз и корневые гнили), повреждаются вредителями (гороховой плодожоркой). Сорта Эдем и Алтын проходят Государственное испытание с 2014 года. В 2017 году было начато размножение перспективного номера 11-440. Селекционный номер 05-327 планируется передать на Государственное испытание в 2018 году.

#### Литература

1. Bonomi A., Bonomi B.M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan- jun 2004].
2. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of park // Foodbalt. 2014. P. 42–46.
3. Zahar Z. A. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions // Journal of Microbiology and Biotechnjlogy. 2008 May; 18(5). P. 958–963.
4. Баталова Г. А. Селекция зерновых культур и гороха для условий Северо-Востока Европейской территории России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. №2(14). С. 20–25.
5. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р., Особенности роста и развития сортов и линий гороха различных морфотипов в условиях Южного Урала // Зерновое хозяйство России. 2014. № 5. С. 38–57.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Книга по требованию. 2012. 352 с.
7. Ефремова И. В., Роганов А. В. Селекционная оценка сортообразцов гороха конкурсного сортоиспытания // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 39–42.
8. Зотиков Г. А. Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур в РФ: состояние и перспективы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2(6). С. 11–18.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // М. 1985. Вып. 1. 269 с.
10. Методы ускоренной оценки селекционного материала гороха на инфекционных провокационных фонах : методические рекомендации. М., 1990. 24 с.
11. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур // СПб. 2010. 140 с.
12. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур //Л., 1976. 125 с.
13. Фадеева А. Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. №1. С. 65–68.
14. Штырхун В. Д., Дебелый Г. А., Меднов А. В., Гончаров А. В. Перспективные сорта и технологии для увеличения производства гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. №2 (18). С. 94–98.

---

**RESULTS OF PEA BREEDING AT «URAL SCIENTIFIC AND RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»****L. I. Likhacheva**, Senior Researcher**V. S. Gimaletdinova**, Researcher**E. G. Kozionova**, Researcher

Ural Research Institute of Agriculture, Krasnoufimsk Breeding Center

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

E-mail: [seleksiya@bk.ru](mailto:seleksiya@bk.ru)**ABSTRACT**

The article deals with scientific research carried out in 2011-2016 in the fields of Krasnoufimsk Breeding Center at Ural Scientific and Research Institute of Agriculture under the conditions of the middle Ural. The aim of research is to develop a new pea variety of high yield capacity, resistant to new diseases and maintainable during the harvesting. Breeding nurseries were laid out on deep grey forest soil of stationary ten-course rotation. Over the years of research, fluctuations in weather conditions were observed during the vegetation period. Marathon variety was selected as a standard for leafy pea and Krasnous as a standard for leafless pea. Within comparable testing 30-35 variety samples were annually investigated on the 19 m<sup>2</sup> area plots in fourfold replication. Krasnoufimskiy pea 11 has been included in the State Register of Selection Achievements since 2014 and recognized by the State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection as a variety with a high quality of bean. It exceeded the standard by the following parameters: yield capacity by 0.38 t/ha, protein content by 1.5%, the number of beans and seeds, seed weight of each plant (average for 2011-2016). Ascochita blight and root rots affected Krasnoufimskiy 11 less than the standard. Since 2014 Edem and Altyn varieties are in a process of state variety testing. Edem variety had equal yield capacity with Marathon but exceeded the standard by the number of beans and seeds of the plant, by protein content 0.9% lodging-resistant (4 ball). Altyn variety possessed a better performance of yield capacity by 0.37 t/ha and a better protein content by 2.1%. In 2017 the propagation of prospective number 11-440 was begun. In 2018 it is planned to test a selective number 05-327.

*Key words: pea, breeding, science, variety, variety testing, yield capacity, protein content.*

**References**

1. Bonomi A., Bonomi B.M., Quarantelli A. The use of pea (*Pisum sativum* L.) after a popping treatment in broiler feeding [jan- jun 2004].
2. Degola L. The different protein sources feeding impact on the quality of park, Foodbalt, 2014, pp. 42–46.
3. Zahar Z. A. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions, Journal of Microbiology and Biotechnology, 2008 May, 18(5), pp. 958–963.
4. Batalova G. A. Selekcija zernovyh kul'tur i goroha dlja uslovij Severo-Vostoka Evropejskoj territorii Rossii (Selection of grain crops and peas for conditions of the Northeast of the European territory of Russia), Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2015, No.2(14), pp. 20–25.
5. Davletov F. A., Gajnullina K. P., Ashiev A. R., Osobennosti rosta i razvitija sortov i linij goroha razlichnyh morfotipov v uslovijah Juzhnogo Urala (Peculiarities of growth and development of pea's varieties and lines of different morphotypes in the conditions of South Urals), Zernovoe hozjajstvo Rossii, 2014, No. 5, pp. 38–57.
6. Dospheov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) (Field experiment method with the elements of statistical processing of the research results), Moscow, Kniga po trebovaniju, 2012, 352 p.
7. Efremova I. V., Roganov A. V. Selekcionnaja ocenka sortoobrazcov goroha konkursnogo sortoispytaniya (Breeding evaluation of peas samples of competitive strain testing), Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2012, No. 2, pp. 39–42.
8. Zotikov G. A. Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovyh i krupjanyh kul'tur v RF: sostojanie i perspektivy (Scientific support of production of legumes and groat crops in the Russian Federation: state of the-art and perspectives), Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2013, No. 2(6), pp. 11–18.
9. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur (Methods for official variety trials of agricultural crops), Moscow, 1985, Vyp. 1, 269 p.
10. Metody uskorennoj ocenki selekcionnogo materiala goroha na infekcionnyh provokacionnyh fonah (Methods for accelerated evaluation of pea breeding materials on infection challenge ground), metodicheskie rekomendacii, Moscow, 1990, 24 p.

11. Metodicheskie ukazaniya po izucheniju kollekcii zernovyh bobovyh kul'tur (Methodological guidelines for the study of winter legume crops), Saint-Petersburg, 2010, 140 p.
12. Metodicheskie ukazaniya po izucheniju ustojchivosti zernovyh bobovyh kul'tur (Methodological guidelines for the study of winter legume crops resistance), Leningrad, 1976, 125 p.
13. Fadeeva A. N. Osnovnye dostizheniya i napravleniya selekcii goroha v Tatarskom NIISH (Basic achievements and directions of breeding of peas in tatar research institute of agriculture), Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2012, No.1, pp. 65–68.
14. Shtyrhunov V. D., Debelyj G. A., Mednov A. V., Goncharov A. V. Perspektivnye sorta i tehnologii dlja uvelicheniya proizvodstva goroha (Promising varieties and technologies to increase the production of peas), Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2016, No.2 (18), pp. 94–98.

УДК 633.1:636.085.52

## СИЛОСОВАНИЕ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В ПЕРМСКОМ КРАЕ

**Г. П. Майсак**, канд. с.-х. наук,  
Пермский НИИСХ ПФИЦ УрО РАН,  
ул. Культуры, 12, с. Лобаново, Пермский край, Россия, 614532  
E-mail: [pniish@rambler.ru](mailto:pniish@rambler.ru)

*Аннотация.* Основу зимних рационов для крупного рогатого скота в Пермском крае составляет силос и сенаж. Основным источником корма в ранневесенний период являются озимые культуры. В условиях центральной зоны Пермского края в среднем за пять лет определены: сбор сухой массы, структура урожая и биохимический состав зелёной массы озимых зерновых культур (рожь, тритикале) в чистом виде и в смеси с озимой викой, качество силоса. Установлено, что возделываемые в Пермском крае озимые культуры могут с успехом использоваться на силос, формируя высокую урожайность как зелёной – 16,2–20,1 т/га, так и сухой массы – 3,38–5,26 т/га. Заготовка силоса из свежескошенной зелёной массы озимых культур в начале колошения обеспечивает получение корма I–II класса ГОСТ55986-2014 с содержанием сухого вещества 203,0–255,5 г/кг, сырого протеина – 136,0–180,1 г/кг, обменной энергии – 9,65–10,94 МДж/кг, кормовых единиц – 0,76–0,97 на 1 кг абсолютно сухого вещества.

*Ключевые слова:* озимые культуры, перезимовка, урожайность, биохимический состав, силос.

**Введение.** Силосование давно заняло прочное место в системе кормопроизводства. Доказано, что по своей кормовой ценности силос мало уступает зелёному корму, сохраняя большую часть питательных веществ [1]. Данный способ консервирования зелёной массы считается одним из определяющих условий получения высококачественного корма [2, 3, 4].

Силосование – сложный микробиологический и биохимический процесс консервирования сочной растительной массы. Кислая реакция среды, создаваемая молочнокислыми бактериями, – основное условие, определяющее сохранность корма. Поэтому главная задача при приготовлении силосованных кормов заключается в быстром создании оптимальных условий для жизнедеятельности молочнокислых бактерий (благоприятный химический состав исходного сырья и создание анаэробных условий) [5, 6].

Основу зимних рационов для КРС в Пермском крае составляют силос и сенаж. Объёмистые корма в регионе традиционно готовят из многолетних трав. Дополнительным источником сырья для приготовления силоса и зерносенажа могут служить озимые зерновые (рожь, тритикале) и их смеси с викой озимой. Данные культуры формируют самый ранний зелёный корм – с конца третьей декады мая до середины июня – обеспечивают высокую урожайность: зелёной массы в фазе начала колошения – до 24,5 т/га, сухого вещества – до 5,96 т/га, зерна – до 5,46 т/га, позволяют получать зелёную массу с концентрацией обменной энергии от 10 до 12 МДж/кг сухого вещества [6, 7, 8, 9]. Кроме того, использование озимых культур для заготовки кормов позволяет раньше начать эту кампанию и, тем самым, снизить нагрузку на технику в пиковые периоды сельскохозяйственных работ.

Использование озимых культур для приготовления силоса является актуальным и перспективным направлением.

Цель исследований – изучить кормовую ценность озимых зерновых культур и их смесей с озимой викой как сырья для заготовки качественного силоса.

**Методика.** Для достижения поставленной цели экспериментальную работу в течение 2011–2016 годов проводили на опытном поле и в лаборатории ФГБНУ Пермский НИИСХ.

Объектами исследования были следующие сорта культур: вика озимая Юбилейная, озимая рожь Фаленская 4, озимое тритикале СИРС 57 и Ставропольский 5.

Схема опыта: 1 – озимая рожь Фаленская 4 – контроль, 2 – вико-ржаная смесь, 3 – тритикале озимое, 4 – вико-тритикалевая смесь (СИРС 57), 5 – тритикале озимое Ставропольский 5, 6 – вико-тритикалевая смесь (Ставропольский 5). Расположение вариантов рендомизированное, повторность четырёхкратная, учётная площадь делянки 16,5 м<sup>2</sup>. Согласно этой схеме закладывали силос в лабораторных условиях в сосуды ёмкостью 3 л.

Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое составляло по полям севооборота 2,09–3,08%, рН<sub>сол</sub> – 4,9–6,3, подвижного фосфора – 86–285 мг/кг, степень насыщенности основаниями – 82–94%.

Предшественник – чистый пар. Обработка почвы – общепринятая в крае под озимую рожь. Удобрения в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> вносили под чистые посеы озимых культур и N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – под смеси с озимой викой. Весной проводили подкормку из расчёта N<sub>30</sub> на всех вариантах.

Посев опыта проводили со следующими нормами высева: 7 млн – озимая рожь, 5 млн – озимое тритикале в одновидовых посевах и 4 + 2 млн всхожих семян на гектар соответственно злакового и бобового компонента – в смешанных посевах [7–9].

Учёт урожайности зелёной массы осуществляли вручную в фазе начала колошения. Зелёную массу измельчали и закладывали в сосуды для приготовления силоса. Математическая обработка экспериментальных данных проведена корреляционным и дисперсионным методами по Б. А. Доспехову (1985) [10].

**Результаты.** Агрометеорологические показатели вегетационных периодов в годы исследований были различными. Закладка опытов и формирование всходов проходили при неудовлетворительных запасах влаги в 2011 году и хороших – в 2012–2015 гг., при температуре воздуха выше нормы во все годы исследований. Дальнейшее развитие всходов проходило при хороших запасах влаги в почве и температуре воздуха выше среднееголетних значений на 0,3–5,6°C. Сумма положительных температур от посева до прекращения вегетации была достаточной для успешной перезимовки озимых культур в 2011–2014 годах и составила 404–596 °C, низкой в 2015 году – 266 °C [11].

Развитие растений после возобновления вегетации проходило в основном при удовлетворительных и хороших запасах почвенной влаги во все годы исследований. Также отмечены периоды с дефицитом почвенной влаги в 2013 году в фазах кушение – выход в трубку (19–29.05), 2016 г. – начало колошения-цветение (7–13.06), 2015 г. – цветения (23.06), 2012, 2013 г. – молочно-восковой спелости зерна (1–12.07). Температура воздуха была неустойчивой. Во все годы исследований формирование зелёной массы озимых культур происходило в периоды с температурой выше среднееголетних значений; формирование и налив зерна – при пониженных температурах: в 2014 году – со второй декады июня и весь июль, 2015 г. – в I–II декадах июля, 2016 г. – в III декаде июня.

Максимальный сбор сухой массы в среднем за 2012–2016 гг. в фазе начала колошения обеспечила тритикале озимое СИРС 57–5,26 т/га. Остальные культуры и их смеси формировали сбор сухой массы существенно ниже – на 0,77–1,88 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,43 т/га).

Закономерности формирования урожайности зелёной массы сортов в фазе начала колошения подтверждаются её структурой (табл. 1). Величина урожайности зелёной массы имела сильную корреляционную связь с количеством стеблей на м<sup>2</sup> (r = 0,951), массой стебля (r = 0,685), средней – с перезимовкой (r = 0,638), высотой растений (r = 0,357).

Доля листьев в урожае озимых культур зависела от культуры, метеорологических условий. Наиболее облиственными были растения вики озимой, массовая доля листьев у

которой в фазе бутонизации-начала цветения составила 67-70%. У озимых зерновых культур в фазе начала колошения выделились тритикале СИРС 57 и Ставропольский 5 в смеси с викой, облиственность которых составила

42%, в остальных вариантах отмечено снижение этого показателя на 3–5%. Установлена средняя обратная зависимость урожайности зелёной массы с облиственностью ( $r = -0,635$ ).

Таблица 1

Урожайность зелёной и сухой массы и её структура (2012–2016 гг.)

Вариант	Урожайность зелёной массы, т/га	Сбор сухой массы, т/га	Высота растений, см	Количество стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Масса стебля, г	Облиственность, %
Рожь озимая – контроль	20,0	4,03	97	651	4,1	39
Рожь+вика озимая	18,2	3,38	91/90*	409/60	4,8/2,4	37/68
Тритикале озимое СИРС 57	20,1	5,26	79	417	5,5	42
Тритикале СИРС 57+вика озимая	19,1	4,49	88/100	277/146	5,1/3,3	40/67
Тритикале озимое Ставропольский 5	16,2	3,95	99	399	5,5	37
Тритикале Ставропольский 5+ вика озимая	20,1	4,27	97/90	304/128	5,6/4,1	42/70
НСР <sub>05</sub>	1,79	0,43	$r=0,357$	$r = 0,951$	$r = 0,685$	$r = -0,635$

\*В числителе – злаковый, в знаменателе – бобовый компонент

По органолептической оценке образцы силоса всех озимых культур имели приятный запах квашеных овощей или фруктовый запах, немажущуюся и без ослизлости консистенцию, однородную, рассыпчатую структуру, без плесени.

Установлено, что из зелёной массы как одновидовых, так и смешанных посевов озимых культур можно готовить качественный

силос. На момент уборки они накапливали высокое количество сахаров – 10,20–15,28%, имели оптимальное сахаро-протеиновое отношение – 0,7–0,8:1,0 (смешанные посева) и 0,9–1,1:1,0 (одновидовые посева).

В готовом корме содержалось 2,26–4,36% сахара, то есть на брожение силоса расходуются 68–82% сахара (табл.2).

Таблица 2

Биохимический состав зелёной массы и силоса из озимых культур (2012–2016 гг.)

Вариант	Содержание сухого вещества, г	Содержание в 1 кг абсолютно сухого вещества					
		сырая клетчатка, г	сырой протеин, г	сахар, %	pH	ОЭ, МДж	корм. ед.
1	221,5*	277,9	137,9	12,02		10,00	0,81
	204,4	281,8	151,4	3,39	3,96	10,40	0,82
2	210,9	278,3	157,8	11,50		9,99	0,81
	203,0	272,0	180,1	2,44	3,93	10,94	0,97
3	277,7	278,2	136,0	15,28		9,99	0,81
	255,5	274,6	139,0	4,36	4,08	10,62	0,93
4	256,5	282,7	156,0	12,46		9,91	0,80
	240,9	281,1	151,7	3,37	4,00	10,49	0,90
5	248,2	297,3	131,4	12,30		9,65	0,76
	223,6	291,8	158,6	2,26	4,01	10,20	0,83
6	225,8	292,2	151,7	10,20		9,74	0,77
	212,4	297,3	168,9	3,30	3,91	10,21	0,86

\* Примечание: верхняя строка – в зелёной массе, нижняя – в силосе

Основное условие, определяющее сохранность силоса, – кислая реакция среды, создаваемая молочнокислыми бактериями [3]. По этому показателю все образцы корма имели оптимальную рН в пределах 3,9–4,1. В процессе молочнокислого брожения образовалось 73–84% молочной кислоты от суммы всех кислот, что свидетельствует о доброкачественности корма.

Наряду с уровнем содержания сахаров при силосовании, очень важным параметром является содержание сухого вещества в исходном сырье. В фазе начала колошения при приготовлении силоса в зелёной массе озимых культур содержалось 210,9–277,7 г/кг, в силосе – 203,0–255,5 г/кг сухого вещества. В процессе созревания силоса на угар сухого вещества ушло от 5,9% (двухкомпонентные смеси с тритикале Ставропольский 5) до 9,9% (тритикале Ставропольский 5 в одновидовом посеве). По данным Ю. А. Победного [12], в процессе хранения силоса и сенажа в результате дыхания растительных клеток в первые сутки хранения массы и развития осмофильных анаэробных микроорганизмов всех видов происходит увлажнение полученного корма в среднем на 5%. По другой информации, потери питательных веществ в силосе высокого качества обычно составляют от 5 до 15%, в то время как в силосе плохого качества – 25–50% [13], по данным П. Мак-Дональда [14], – от нуля до 30%. Таким образом, наши результаты подтверждаются данными других исследователей.

По содержанию сухого вещества в среднем за пять лет исследований силос из озимых злаковых культур соответствовал I, а их смеси с викой озимой – II классу ГОСТ 55986-2014.

Зелёная масса озимых зерновых в начале колошения содержит 131,4–137,9 г/кг сырого протеина, их смеси с викой – больше на 19,9–20,3 г/кг (табл. 2). Во всех образцах готового корма отмечено повышение этого показателя на 0,30–2,72% от исходного уровня соответственно тритикале СИРС 57 и Ставропольский 5 и снижение у тритикале СИРС 57 в смеси с викой на 2,2%. Силос из одновидовых и двухкомпонентных смесей озимых культур по содержанию сырого протеина в сухой массе отнесен к I классу.

На долю сырой клетчатки в зелёной массе озимых культур приходится 277,9–297,3 г/кг. В процессе созревания корма происходит

снижение её содержания на 1,7–6,3 г/кг у вико-тритикалевой смеси с сортом СИРС57 и вико-ржаной смеси в сравнении с исходным сырьём. В вариантах с озимой рожью и вико-тритикалевой смесью с сортом Ставропольский 5 отмечено повышение этого показателя на 3,9 и 5,1 г/кг.

Концентрация обменной энергии (КОЭ) в зелёной массе озимых культур в фазе начала колошения составила 9,65–10,00 МДж/кг сухого вещества. Во всех образцах готового силоса отмечено повышение этого показателя на 0,40–0,95 МДж/кг, то есть на 4,0–9,5% соответственно у озимой ржи и её смеси с викой. Повышение обменной энергии в силосе по сравнению с зелёной массой отмечает и П. Мак-Дональд [14] со ссылкой на R. A. Edwards (1976), E. Donaldson (1976), M. H. Stevenson (1978). В своих исследованиях А. А. Кутузова [15], наоборот, утверждает, что даже при строгом соблюдении технологии в результате биохимических и микробиологических процессов потери энергетической ценности составляют в среднем 12–17 %, сырого протеина – 20–22%.

Таким образом, в условиях Пермского края возможно готовить доброкачественный силос из озимых культур.

**Выводы.** Установлено, что возделываемые в Пермском крае озимые культуры как в одновидовых посевах, так и в смеси с викой озимой в фазе начала колошения формируют высокую урожайность зелёной – 16,2–20,1 т/га, сухой массы – 3,38–5,26 т/га, могут с успехом использоваться для заготовки силоса.

Заготовка силоса из свежескошенной зелёной массы озимых культур в начале колошения обеспечивает получение корма I-II класса ГОСТ 55986-2014: с содержанием сухого вещества 203,0–255,5 г/кг, сырого протеина – 136,0–180,1 г/кг, обменной энергии – 9,65–10,94 МДж/кг, кормовых единиц – 0,76–0,97 на 1 кг абсолютно сухого вещества.

Потери питательных веществ в силосе озимых культур в процессе биохимических и микробиологических процессов от исходного сырья составляют: 68–82% – сахара, 3,7–10,0% – сухого вещества, 1,6–6,1 – сырой клетчатки. Отмечено повышение содержания в сухом веществе сырого протеина на 2,2–20,7%, обменной энергии – на 4,0–9,5 %, кормовых единиц – на 1,2–14,8%.

## Литература

1. Переваримость питательных веществ рационов с силосом, заготовленным с консервантом «Ахрпаст Gold» / В. Ф. Радчиков [и др.] // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, проф. С.Я. Зафрена (19–20 августа 2009 г., г. Москва). М. : ФГУ РЦСК, 2009. С. 74–78.
2. Победнов Ю. А. Основы и способы силосования провяленных трав // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д-ра с.-х. наук, проф. С.Я. Зафрена (19–20 августа 2009 г., г. Москва). М. : ФГУ РЦСК, 2009. С. 23–36.
3. Щеглов В. В., Боярский Л. Г. Корма : приготовление, хранение, использование : справочник. М. : Агропромиздат, 1990. 255 с.
4. Sucu Ekin; Cifci, Esra Aydogan. Effects of lines and inoculants on nutritive value and production costs of triticale silages // Revista Brasileira de zootecnia. Brazilian journal of animal science. 2016. Vol. 45. Issue 7. P. 355–364.
5. Силос. Наука и технология заготовки / под ред. М. Вульфорта. 40 с.
6. Волошин В. А. Вопросы полевого кормопроизводства в Предуралье. Пермь : Изд-во «От и До», 2012. 380 с.
7. Волошин В. А., Майсак Г. П. Технология возделывания вики озимой в звене кормосырьевого конвейера с использованием отавы на сидерацию. Пермь, 2006. 20 с.
8. Майсак Г. П. Технология возделывания озимой тритикале на зерно и корм для формирования кормосырьевого конвейера, позволяющая получать энергетический корм с КОЭ 10,2–12,1 МДж/кг а.с.в. Пермь, 2010. 24 с.
9. Майсак Г. П., Волошин В. А. Технология возделывания озимой тритикале в смеси с озимой викой для кормосырьевого конвейера, позволяющая получать корм с концентрацией обменной энергии 10,0–11,6 МДж/кг в сухом веществе и содержанием сырого протеина –16,6–21,4%. Пермь, 2010. 24 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Федосеев А. П., Пасов В. М. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РСФСР / под общ. ред. И. Г. Грингофа. Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. 526 с.
12. Победнов Ю.А., Новикова Н.И. Как приготовить качественный силос из трав // Кормопроизводство. 2013. № 4. С.35-37.
13. Силосование кормов : рекомендации. М. : ФГУ РЦСК, 2007. 30 с.
14. Мак-Дональд П. Биохимия силоса / перевод с англ. И. М. Спичкина; под ред. К. И. Каменской. М. : Агропромиздат, 1985. 272 с.
15. Кутузова А. А. Пути увеличения производства растительного белка // Кормопроизводство. 1988. № 1. С. 22–25.

## WINTER CROPS ENSILAGE IN PERMSKII KRAI

**G. P. Maisak**, Cand. Agr. Sci.

Perm Agricultural Research Institute

Branch of Perm Federal Research Center

of Russian Academy of Science

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

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

## ABSTRACT

Basis of winter rations for cattle in Permskii Krai is silage and haylage. The primary source of feed in early spring period are winter crops. In the conditions of the Permskii Krai's central zone on average over five years there were identified: collection of dry weight, yield structure and biochemical composition of green mass of winter cereals (rye, triticale) in pure form and mixed with winter vicia, silage quality. It was established that cultivated in Permskii Krai winter crops can be successfully used for silage, forming high yield of both green mass – 16.2-20.1 t/ha, and dry mass-3.38-5.26 t/ha. Harvesting silage from the freshly cut green mass of winter crops in early earing provides feed I-II class of GOST 55986-2014 with a dry matter content of 203.0-255.5 g/kg, crude protein-136.0-180.1, exchange energy-9.65-10.94 MJ/kg, feed units-0.76-0.97 to absolutely dry substance.

*Key words: winter crops, wintering, yield, biochemical composition, silage.*

## References

1. Radchikov V. F., Tsai V. P., Gurin V. K., Karelin V. V., Vozmitel' L. A. Perevarimost' pitatel'nykh veshchestv ratsionov s silosom, zagotovlennym s konservantom «Ахрпаст Gold» (Digestibility of silage diet nutritions with «Ахрпаст Gold» conservant), Aktual'nye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov, materialy mezhdunar. nauch.- prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. d-ra s.-kh. nauk, prof. S.Ya. Zafrena (19–20 avgusta 2009 g., g. Moskva), Moscow, FGU RTsSK, 2009, pp. 74–78.
2. Pobednov Yu. A. Osnovy i sposoby silosovaniya provyalennykh trav (Ensilage fundamentals and methods of cured grass), Aktual'nye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov, materialy mezhdunar. nauch.- prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. d-ra s.-kh. nauk, prof. S.Ya. Zafrena (19–20 avgusta 2009 g., g. Moskva), Moscow, FGU RTsSK, 2009, pp. 23–36.



3. Shcheglov V. V., Boyarskii L. G. Korma : prigotovlenie, khranenie, ispol'zovanie (Fodder preparation, storage and use), справочник, Moscow, Agropromizdat, 1990, 255 p.
4. Sucu Ekin; Cifci, Esra Aydogan. Effects of lines and inoculants on nutritive value and production costs of triticale silages, Revista Brasileira de zootecnia, Brasileian journal of animal science, 2016, Vol. 45, Issue 7, pp. 355–364.
5. Silos. Nauka i tekhnologiya zagotovki (Silage. Science and technology of preparation), pod red. M. Vul'forda, 40 p.
6. Voloshin V. A. Voprosy polevogo kormoproizvodstva v Predural'e (Issues of field fodder production in Pre-Urals), Perm', Izd-vo «Ot i Do», 2012, 380 p.
7. Voloshin V. A., Maisak G. P. Tekhnologiya vzdelyvaniya viki ozimoi v zvene kormosyr'evogo konveiera s ispol'zovaniem otavy na sideratsiyu (Technology of cultivation of winter vetch in the chain conveyor using aftermath for sideration), Perm', 2006, 20 p.
8. Maisak G. P. Tekhnologiya vzdelyvaniya ozimoi tritikale na zerno i korm dlya formirovaniya kormosyr'evogo konveiera, pozvol'yayushchaya poluchat' energeticheskii korm s KOE 10,2–12,1 MDzh/kg a.s.v. (Cultivation technology of winter triticale to grain and fodder for the formation of fodder and raw materials conveyer able to produce KOE 10,2–12,1 MJ/kg a.s.v. energy fodder), Perm', 2010, 24 p.
9. Maisak G. P., Voloshin V. A. Tekhnologiya vzdelyvaniya ozimoi tritikale v smesi s ozimoi vikoi dlya kormosyr'evogo konveiera, pozvol'yayushchaya poluchat' korm s kontsentratsiei obmennoi energii 10,0–11,6 MDzh/kg v sukhom veshchestve i sodержaniem syrogo proteina –16,6–21,4% (The technology of cultivation winter triticale in a mix with winter vetch for forage - raw materials conveyor, allowing to receive a forage with concentration of exchange energy of 10.0–11.6 Mj kg-1 in solid and the maintenance of a crude protein-16.6–21.4 %.), Perm', 2010, 24 p.
10. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Methods of field experiment), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
11. Fedoseev A. P., Pasov V. M. Spravochnik agronoma po sel'skokhozyaistvennoi meteorologii. Nechernozemnaya zona Evropeiskoi chasti RSFSR (Guide for agronomist on Agricultural Meteorology), pod obshch. red. I. G. Gringofa, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1986, 526 p.
12. Pobednov Yu.A., Novikova N.I. Kak prigotovit' kachestvennyi silos iz trav (How to make qualified grass silage), Kormoproizvodstvo, 2013, No. 4, pp. 35–37.
13. Silosovanie kormov (Fodder Ensilage), rekomendatsii, Moscow, FGU RTsSK, 2007, 30 p.
14. Mak-Donal'd P. Biokhimiya silosa (Biochemistry of silage), perevod s angl. I. M. Spichkina, pod red. K. I. Kamenskoi, Moscow, Agropromizdat, 1985, 272 p.
15. Kutuzova A. A. Puti uvelicheniya proizvodstva rastitel'nogo belka (Ways of increase of plant protein production), Kormoproizvodstvo, 1988, No. 1, pp. 22–25.

УДК 631.84:«324»:631.53.04(470.53)

## ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**В. П. Мурыгин**, младший научный сотрудник,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [mvp21717@mail.ru](mailto:mvp21717@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях Пермского края в 2013–2015 гг. изучали влияние азотной подкормки на качество зерна озимой пшеницы, озимого тритикале и озимой ржи. На учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ закладывали полевой опыт по следующей схеме: фактор А – культура: А<sub>1</sub> – рожь; А<sub>2</sub> – пшеница; А<sub>3</sub> – тритикале; фактор В – доза азота, кг/га: В<sub>1</sub> – 0; В<sub>2</sub> – 30; В<sub>3</sub> – 60; фактор С – срок подкормки: С<sub>1</sub> – физическая спелость почвы в слое 0–5 см; С<sub>2</sub> – через 5 суток после первого срока; С<sub>3</sub> – через 10 суток после первого срока. Почвенный покров участка представлен среднекультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвой. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 2,0–2,3 %, подвижного фосфора – 74–142 мг/кг, обменного калия – 120–304 мг/кг почвы, рН<sub>сол</sub> – 5,6–6,3. Весенне-летний период развития растений в 2014 году характеризовался как прохладный (среднесуточная температура воздуха ниже нормы на 0,7–4,5 °С) и влажный. Весенне-летний период развития растений в 2015 году характеризовался как теплый. Среднесуточная температура воздуха в мае составила 13,4 °С, в июне – 18,6 °С. Погода в 2016 году была теплой и сухой. Сумма осадков была в 5 раз ниже нормы. Установлена

зависимость хлебопекарных качеств от доз и сроков внесения азотной подкормки. Определена их реакция на уровень азотного питания. Применение азотной прикорневой подкормки повышает натуру зерна, число падения, стекловидность, массовую долю сырой клейковины. Мукомольные и хлебопекарные качества не зависят существенно от азотной подкормки.

*Ключевые слова:* озимая рожь, озимая пшеница, озимое тритикале, азотная подкормка, срок и доза подкормки, качество зерна.

**Введение.** В почвенно-климатических условиях Предуралья для получения более высоких урожаев и улучшения качества зерна важная роль отводится озимым зерновым культурам. Зерно и продукты переработки являются основой питания человека. Наибольшее продовольственное значение имеют пшеница и рожь. Искусственно созданный гибрид пшеницы и ржи – тритикале характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к факторам внешней среды, высокой пищевой и биологической ценностью. Имеет повышенное содержание в зерне белков типа альбуминов и глобулинов, наиболее сбалансированных по критическим аминокислотам [8, 9]. Использование муки из зерна тритикале в хлебопекарной промышленности позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий [6]. Хлебопекарные качества зерна озимых культур изучали многие зарубежные ученые [10, 11, 12]. В Предуралье хлебопекарными качествами озимых зерновых культур занимались О. С. Тихонова, С. Л. Елисеев, Т. И. Мальцева, В. М. Макарова, К. Н. Неволлина и др.

Цель работы – дать оценку качества зерна озимой пшеницы, озимого тритикале и озимой ржи в зависимости от азотной подкормки.

Задачи:

1) Определить натуру зерна в зависимости от срока и дозы азотной подкормки.

2) Определить массовую долю сырой клейковины, ИДК, число падения, стекловидность, выход муки, физические свойства теста, общую хлебопекарную оценку в зависимости от дозы азота.

**Методика.** Объекты исследования: озимая рожь Фаленская 4, озимая пшеница сорта Московская 39, озимое тритикале Башкирская короткостебельная.

На учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ в 2013–2015 гг. проводили полевой опыт по следующей схеме:

Фактор А – культура: А<sub>1</sub> – рожь; А<sub>2</sub> – пшеница; А<sub>3</sub> – тритикале;

Фактор В – доза азота, кг/га: В<sub>1</sub> – 0; В<sub>2</sub> – 30; В<sub>3</sub> – 60;

Фактор С – срок подкормки: С<sub>1</sub> – физическая спелость почвы в слое 0–5 см; С<sub>2</sub> – через 5 суток после первого срока; С<sub>3</sub> – через 10 суток после первого срока;

Подкормку проводили прикорневым способом сеялкой СФС – 2,0.

Исследования проводили в соответствии с методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [4]. Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной для Предуралья [5]. Предшественник – занятый ( вико-овсяный) пар. После уборки предшественника проводили дискование и последующую вспашку с боронованием на глубину 20–22 см (ПЛН-3-35). Перед предпосевной культивацией вносили минеральные удобрения из расчета (NPK)<sub>45</sub>. Формы удобрений – диаммофоска и аммиачная селитра. Предпосевную культивацию проводили на глубину 6–8 см с одновременным боронованием (КПС-4+БЗСС-1) перед посевом. Посев озимых культур осуществляли сеялкой ССНП-16 рядовым способом, после посева поле сразу прикатывали. Норма высева озимой ржи – 6 млн/га, пшеницы – 6 млн/га, тритикале – 5 млн/га. Глубина посева – 4–5 см. Весной следующего года проводили подкормку аммиачной селитрой согласно схеме опыта. Однофазную уборку озимых культур на зерно проводили в конце восковой - начале полной спелости зерна.

Почвенный покров участка представлен среднеокультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвой. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 2,0–2,3%, подвижного фосфора – 74–142 мг/кг, обменного калия – 120–304 мг/кг почвы, рН<sub>сол</sub> – 5,6–6,3. Почва средне окультурена [7].

Весенне-летний период развития растений в 2014 году характеризовался как прохладный (среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 0,7–4,5 °С) и влажный. Налив зерна и созревание озимых зерновых культур сдерживались в результате пониженного фона температур в начале и в конце 2–

3 декады июля. Весенне-летний период развития растений в 2015 году характеризовался как теплый. Среднесуточная температура воздуха в мае составила 13,4 °С, в июне – 18,6 °С. Август 2015 года оказался холодным и исключительно дождливым. Среднемесячная температура была ниже нормы на 2–2,5 °С. Количество осадков по территории Пермского края в основном составило 150-200 % от месячной нормы, но в Перми и ряде других районов выпало до трёх месячных норм. Погода в 2016 году была теплой и сухой. Сумма осадков была в 5 раз ниже нормы. Все это обеспечило раннее созревание озимых культур.

**Результаты.** Натура зерна озимых зерновых культур является одним из ключевых по-

казателей технологических качеств зерна (табл. 1). По озимой ржи сформировалась в среднем за три года высокая натура зерна, соответствующая 1 классу [1]. При дозах 30 и 60 кг/га она составила в среднем 707 г/л и 711 г/л, что существенно – на 5 и 10 г/л выше, чем без подкормки (НСР<sub>05</sub>=1 г). Данная закономерность прослеживается во все годы исследований. Аналогичная закономерность прослеживается и по пшенице. При применении удобрений она повышается с 748 г/л до 753 и 756 г/л. По натуре зерно пшеницы на контроле соответствовало первому классу при применении удобрений во все годы исследований [2].

Таблица 1

Влияние дозы азотного удобрения и срока его внесения на натуру зерна озимых зерновых культур, г/л, среднее за 2014–2016 гг.

Культура (А)	Доза азота (В), кг/га	Срок подкормки (С)			Среднее по АВ
		физ. спелость почвы в слое 0-5 см	через 5 суток после первого срока	через 10 суток после первого срока	
Озимая рожь	Без удобрений(к)	702	702	702	702
	30	704	707	709	707
	60	710	712	711	711
Среднее по А <sub>1</sub> С		707	709	710	709
Озимая пшеница	Без удобрений(к)	748	748	748	748
	30	751	753	755	753
	60	757	756	756	756
Среднее по А <sub>2</sub> С		754	754	755	754
Озимый тритикале	Без удобрений(к)	729	729	729	729
	30	733	734	734	734
	60	738	739	740	739
Среднее по А <sub>3</sub> С		735	736	737	736
НСР гл. эф. А					1
В					1
С					1
НСР ч. р. А					3
В					3
С					4

Зерно тритикале по натуре соответствовало 1 классу [3]. При внесении подкормки натура увеличивается в среднем с 729 до 734 и 739 г/л. Отмечается увеличение натуры зерна озимых культур при поздней подкормке на 1-3 г/л. Эта устойчивая тенденция прослеживается во все годы исследований.

Влияние дозы азотной подкормки на технологические, мукомольные и хлебопекарные качества зерна озимых культур представлено в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2

Качество зерна озимой ржи, среднее за 2015–2016 гг.

Доза азота в подкормку, кг/га	Число падения, с	Выход муки, %	Общая хлебопекарная оценка, баллы
Без удобрений (к)	74	63	3,7
30	84	63	3,8

Применение азотной подкормки в дозе 30 кг/га позволяет повысить число падения зерна озимой ржи в среднем на 10 с и увеличивает классность зерна с четвертого до третьего.

По ржи получены самые стабильные результаты по мукомольным и хлебопекарным свойствам. Выход муки у озимой ржи в годы исследований был на одном уровне – 63% и не зависел от применения подкормки. Объем хлеба повышается на 31 мл при внесении азо-

та в подкормку до 372 мл, а общая хлебопекарная оценка – с 3,7 до 3,8 балла.

Массовая доля сырой клейковины в зерне озимой пшеницы составила в среднем за два года без применения удобрений в подкормку 28%, что соответствует 2 классу, а при дозе 30 кг/га на 4 % больше и соответствует 1 классу. Показания прибора ИДК составили 65–82 ед. Клейковина на контроле соответствовала первой группе качества, а при дозе азота в подкормку 30 кг/га – второй группе качества, а зерно – 3 классу.

Таблица 3

Качество зерна озимой пшеницы, среднее за 2015–2016 гг.

Доза азота в подкормку, кг/га	Массовая доля сырой клейковины, %	ИДК, ед.	Число падения, с	Стекловидность, %	Выход муки, %	Общая хлебопекарная оценка, баллы
Контроль	28	65	378	54	69	4,4
30	32	82	396	65	70	4,3

Зерно пшеницы по числу падения соответствовало 1 классу (378–396 с). Под влиянием подкормки число падения повышается на 9–27 с. Стекловидность зерна пшеницы составила в среднем за два года без применения удобрений 54%, что соответствует 3 классу, а при дозе азотного удобрения 30 кг/га она повышается до 65% , что соответствует требова-

ниям 1 класса. Выход муки пшеницы не зависит от погодных условий и без применения прикорневой подкормки составил в среднем 69%, а при дозе 30 кг/га – 70%. Общая оценка хлеба не зависит от погодных условий. Азотная подкормка снизила общую хлебопекарную оценку на 0,1 балла.

Таблица 4

Качество зерна озимого тритикале, среднее за 2015–2016 гг.

Доза азота в подкормку, кг/га	Число падения, с	Стекловидность, %	Выход муки, %	Общая хлебопекарная оценка, баллов
Контроль	133	46	67	3,1
30	151	51	67	3,2

Под влиянием подкормки число падения тритикале повышается на 18 с, и по качеству зерно достигает 1 класса. Стекловидность зерна тритикале в оба года исследований соответствовала требованиям 1 класса, в среднем за два года составила без применения удобрений в подкормку 46%, а при 30 кг/га – 51%. Выход муки тритикале был на одном уровне независимо от применения удобрений (67%). Физические свойства теста существенно ухудшались в 2016 году и в небольшой степени – от азотной подкормки. Общая оценка хлеба у тритикале под влиянием азотной подкормки повышается на 0,1 балла. Таким обра-

зом, в отличие от озимой пшеницы хлебопекарные качества тритикале больше зависят от вносимых азотных удобрений в подкормку.

**Выводы.** 1. Применение азотной прикорневой подкормки повышает массу зерна у озимой ржи Фаленская 4 на 5–10 г/л, число падения – на 5–12 с, у озимой пшеницы Московская 39 увеличивает массу зерна на 5–8 г/л, стекловидность – на 4–18%, массовую долю сырой клейковины – на 4%, число падения – на 9–27 с, у озимого тритикале Башкирская короткостебельная повышает массу на 5–10 г/л, стекловидность – на 5%, число падения на 16–21 с. При повышении дозы прикор-

невой азотной подкормки до 60 кг/га натура зерна озимых культур увеличивается на 3–5 г/л, а при ее проведении через 10 дней после наступления физической спелости почвы – на 1–3 г/л.

2. Показатели мукомольных и хлебопекарных качеств озимой ржи Фаленская 4 и озимой пшеницы Московская 39 не зависят

существенно от азотной подкормки. Общая хлебопекарная оценка составляет соответственно 3,7–3,8 и 4,3–4,4 балла. Общая хлебопекарная оценка зерна озимого тритикале Башкирская короткостебельная при подкормке азотом в дозе 30 кг/га повышается на 0,3 балла.

#### Литература

1. ГОСТ Р 53049-2008 Рожь. Технические условия. М. : Стандартиформ, 2011. 12 с.
2. ГОСТ Р 52554-2006 Пшеница. Технические условия. М. : Стандартиформ, 2006. 15 с.
3. ГОСТ 34023-2016 Тритикале. Технические условия. М. : Стандартиформ, 2017. 11 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
5. Инновационные технологии в агробизнесе : учебное пособие / Э. Д. Акманаев [и др.]. Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
6. Исследование тритикале для переработки в хлебопекарную муку / Н. Н. Латкина, Н. А. Шмалько, Ю. Ф. Росляков [и др.] // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2005. № 9. С. 16–17.
7. Практикум по агрохимии : учеб. пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. М. : Изд. МГУ, 2001. 689 с.
8. Оценка качества муки тритикале и её применение в хлебопечении / Н. В. Сокол, Л. В. Донченко, С. А. Круглякова [и др.] // Хлебопродукты. 2007. № 7. С. 36–37.
9. Шаболкина Е. Н. Хлебопекарные качества тритикале в смеси с пшеничной мукой // Хлебопродукты. 2007. № 5. С. 23–24.
10. Flamme W., Stolken, Dill P. Low and Alpha-Amylase Activity in Rye and Triticale Criteria for Sprouting Damage and Processing // Vortr. Pflanzenzucht. 1991. № 20. pp. 293-302.
11. Moore A. M., Hosney R. S. Factors Affecting the Viscosity of Flour – Water Extracts // Cereal Chem., 1990. V. 70. №1. pp. 78–80.
12. Weipert D. Rye and Triticale / C.J. Henry, P.S. Kettwell // Cereal Grain Quality, Chamman and Hall, London, 1996. pp. 205–224.

## BAKING QUALITIES OF WINTER CROPS IN THE MIDDLE PREDURALIE

**V. P. Murygin**, Junior Researcher

Perm State Agro-Technological University  
23 Petropavlovskaja St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [mvp21717@mail.ru](mailto:mvp21717@mail.ru)

#### ABSTRACT

The effect of nitrogen top dressing on grain quality of winter wheat, winter triticale and winter rye was studied in the conditions of Permskii krai in 2013-2015. The experiment was laid down at the experimental and training field of the Perm State Agro-Technological University as follows: factor A – crop: A<sub>1</sub>–rye; A<sub>2</sub> – wheat; A<sub>3</sub> – triticale; factor B – dose of nitrogen, kg/ha: B<sub>1</sub> – 0; B<sub>2</sub> – 30; B<sub>3</sub> – 60; factor C – term of fertilizing: C<sub>1</sub> – physical maturity of soil at 0-5 cm soil layer; C<sub>2</sub> – 5 days after the first term; C<sub>3</sub> – 10 days after the first term. The content of humus in arable layer is 2.3–2.0%, of mobile phosphorus 74-142 mg, exchange potassium 120-304 mg/kg of soil, pH<sub>sal</sub> 5.6-6.3. Spring-summer period of plant development in 2014 was characterized as cool (average daily air temperature was below normal ranged from -0.7 to -4.5° C) and humid. Spring and summer period of plant development in 2015 was characterized as warm. The average air temperature in May was 13.4° C, in June –18.6° C. The weather in 2016 was warm and dry. Precipitation was 5 times lower than the norm. The dependence of the baking qualities on doses and timing of nitrogen fertilizing was established. Their response to the level of nitrogen nutrition was determined. Application of nitrogen feeding increases the nature of grain, falling number, glassiness, fraction of total mass of crude gluten. Flour and baking quality do not depend significantly on the nitrogen fertilizing.

*Key words: rye, winter wheat, winter triticale, nitrogen fertilization, time and dose of fertilizing, grain quality.*

## References

1. GOST R 53049-2008 Rozh'. Tekhnicheskie usloviya (Technical specifications), Moscow, Standartinform, 2011, 12 p.
2. GOST R 52554-2006 Pshenitsa. Tekhnicheskie usloviya (Technical specifications), Moscow, Standartinform, 2006, 15 p.
3. GOST 34023-2016 Triticale. Tekhnicheskie usloviya (Technical specifications), Moscow, Standartinform, 2017, 11 p.
4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field experience techniques), Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p.
5. Akmanaev E. D. et al. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agrobusiness), uchebnoe posobie, Perm', Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 335 p.
6. Latkina N. N., Shmal'ko N. A., Roslyakov Yu. F. et al. Issledovanie tritikale dlya pererabotki v khlebopekarnuyu muku (Triticale investigation for its processing into bread flour), Khranenie i pererabotka sel'skokhozyaistvennogo syr'ya, 2005, No. 9, pp. 16–17.
7. Praktikum po agrokhimii (Agrochemistry workshop), ucheb. posobie; 2-e izd., pererab. i dop., pod red. akademika RASKhN V. G. Mineeva, Moscow, Izd. MGU, 2001, 689 p.
8. Sokol N. V., Donchenko L. V., Kruglyakova S. A. et al. Otsenka kachestva muki tritikale i ee primeneniye v khlebopechenii (Quality assessment of triticale flour and its application in bread baking), Khleboprodukty, 2007, No. 7, pp. 36–37.
9. Shabolkina E. N. Khlebopekarnye kachestva tritikale v smesi s pshenichnoi mukoi (Bread baking features of triticale in the mixture with wheat flour), Khleboprodukty, 2007, No. 5, pp. 23–24.
10. Flamme W., Stolken, Dill P. Low and Alpha-Amylase Activity in Rye and Triticale Criteria for Sprouting Damage and Processing, Vortr. Pflanzenzuchtung, 1991, No. 20, pp. 293–302.
11. Moore A. M., Hoseney R. S. Factors Affecting the Viscosity of Flour – Water Extracts, Cereal Chem., 1990, V. 70, No.1, pp. 78–80.
12. Weipert D. Rye and Triticale, C.J. Henry, P.S. Kettwell, Cereal Grain Quality, Chamman and Hall, London, 1996, pp. 205–224.

УДК 631.53.04:633.34(470.53)

## ПРИЕМЫ ПОСЕВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОИ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**Е. А. Ренев**, канд. с.-х. наук, доцент;

**Е. В. Михалева**, канд. биол. наук, доцент;

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

E-mail: [kaf.rast@pgsha.ru](mailto:kaf.rast@pgsha.ru); [kafpererabotka@pgsha.ru](mailto:kafpererabotka@pgsha.ru)

*Аннотация.* В 2012–2015 гг. проводили полевой опыт для изучения оптимальных способов посева и норм высева сои сорта СИБНИИК 315 в условиях Пермского края. Схема опыта включала рядовой посев с междурядьями 15 см, два широкорядных способа с междурядьями 45 и 70 см и нормы высева сои в интервале от 0,4 до 1,4 с шагом 0,2 млн всхожих семян/га. Исследования проведены на наиболее распространенной дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве средней степени окультуренности. В ходе исследований была определена урожайность зерна, структура урожайности, биохимический состав зерна, его питательная ценность и кормовая продуктивность, оценена возможность использования соевой муки при производстве мясных полуфабрикатов. В результате исследований было установлено, что максимальная урожайность зерна сои 2,87–2,89 т/га формируется при рядовом способе посева с междурядьями 15 см и норме высева 1,0–1,2 млн всхожих семян/га. Использование данного приема посева позволяет получить зерно с концентрацией обменной энергии 16 Мдж/кг и переваримого протеина 196 г/к.ед., обеспечивая сбор кормовых единиц 3,870 тыс./га и переваримого протеина 934 кг/га, которое может использоваться в количестве 4 % от массы мясного фарша при производстве мясных полуфабрикатов.

*Ключевые слова:* соя, приемы посева, урожайность, биохимический состав зерна, обменная энергия, переваримый протеин, мясные полуфабрикаты, соевая мука.

**Введение.** Увеличение производства продовольственных продуктов для обеспечения нужд населения страны является важной задачей, решение которой зависит, в том числе и от повышения продуктивности животноводства, сдерживаемое в свою очередь несовершенством кормовой базы, что в большей степени определяется несбалансированностью кормовых рационов по переваримому протеину [1].

Дефицит пищевого и кормового растительного белка в современном земледелии, который в России и Пермском крае достигает более 20%, остается трудно решаемой задачей. Основными направлениями решения данной проблемы могут быть повышение урожайности, улучшение качества урожая и используемого ассортимента зернобобовых культур [2, 3, 4].

Решение проблемы производства качественного растительного белка возможно за счет использования в структуре посевных площадей сои, которая в мировом земледелии занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса и первое среди зернобобовых культур. Посевные площади сои в мировом земледелии составляют 66,5 млн га, или 41,9% от общей площади выращивания всех зернобобовых культур [5, 6]. Соя – одна из древнейших сельскохозяйственных культур мира, что, несомненно, связано с тем, что семена сои содержат высокое количество масла 17–27% и до 55% полноценного белка, который по биологической ценности занимает первое место среди белков важнейших сельскохозяйственных культур в связи с его высокими пищевыми и кормовыми достоинствами [7, 8].

Посевные площади в Российской Федерации ежегодно увеличиваются и в 2017 году составляют 2,604 млнга, урожайность зерна невысокая в среднем 16,4 ц/га. Основное товарное производство зерна сои в России сосредоточено в Дальневосточном ФО – 1,387 млн га и Центральном ФО – 777,5 тыс. га [9]. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Пермского края, внесены сорта сои северного экотипа, однако постоянных посевных площадей и массового распространения этой культуры нет. Основная причина невостребованности культуры у сельхозтоваропроизводителей это ее низкая урожайность, которая на сортоиспытательных участках края в среднем составляет 0,9 т/га, изменяясь от 0 до 2,6 т/га, что свиде-

тельствует о необходимости разработки приемов технологии возделывания данной культуры, которые обеспечат стабильную урожайность и качество продукции [2].

Целью исследований являлась разработка приемов посева сои, обеспечивающих получение урожайности зерна на уровне 2–3 т/га. В задачи исследований входило изучить влияние приемов посева на формирование урожая зерна сои, изучение биохимического состава зерна, питательной ценности, кормовой продуктивности и возможности использования соевой муки в пищевой промышленности при производстве мясных фаршей.

**Методика.** Для решения поставленных задач в 2012–2015 гг. на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермская ГСХА закладывали полевой мелкоделяночный опыт по следующей схеме: фактор А – ширина междурядий: 15, 45, 70 см; фактор В – норма высева – 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,4 млн всхожих семян/га. Опыт двухфакторный, повторность в опыте шестикратная, варианты размещались методом расщепленных делянок, площадь делянки 2,5 м<sup>2</sup> [10]. Объектом исследований был сорт сои СИБНИИК 315. Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной в Среднем Предуралье для поздних яровых культур [11]. Предшественник – озимая рожь. Посев проводили при прогревании почвы на глубине 5 см до температуры 80С. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в дозах N30 P60 K90, рассчитанных на возмещение выноса планируемой урожайностью. Уборку проводили вручную поделаночно, после обмолота снопов урожайность пересчитывали на 100% чистоту и 14% влажность. Почва под опытами в годы исследований дерново - мелкоподзолистая тяжелосуглинистая среднеокультуренная с содержанием в пахотном слое гумуса 2,7–2,9%; рН<sub>сол</sub> – 5,2–5,4; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 290–294, K<sub>2</sub>O – 136–139 мг/кг. Закладка опыта и статистическая обработка полученных результатов выполнены по Б.А. Доспехову [10].

**Результаты.** В результате проведенных исследований установлено, что наибольшую урожайность соя формирует при использовании рядового посева с междурядьями 15 см – 2,15 т/га, что существенно – на 0,13–0,36 т/га выше, чем при использовании широкорядных посевов с междурядьями 45 и 70 см (табл. 1).

Таблица 1

## Урожайность зерна сои в зависимости от способа посева и нормы высева, т/га

Ширина междурядий (А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (В)						Среднее по А
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	
15 см	0,96	1,49	2,06	2,87	2,89	2,61	2,15
45 см	1,17	1,82	2,39	2,47	2,37	1,88	2,02
70 см	1,06	1,56	2,19	2,28	1,95	1,67	1,79
Среднее по В	1,06	1,62	2,21	2,54	2,40	2,05	
НСР <sub>05</sub> частных различий:				НСР <sub>05</sub> главных эффектов:			
фактора А		0,18		фактора А		0,09	
фактора В		0,09		фактора В		0,05	

Среди изучаемых норм высева наибольшую урожайность, в среднем по способам посева, обеспечивает норма высева 1,0 млн всхожих семян/га – 2,54 т/га, что на 0,49 т/га больше, чем при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га и на 1,48 т/га больше, чем при норме высева 0,4 млн всхожих семян/га (НСР<sub>05</sub>=0,05 т/га). Однако, для рядового посева с междурядьями 15 см оптимальным интервалом нормы высева можно считать 1,0–1,2 млн всхожих семян/га, в котором соя формировала урожайность 2,87–2,89 т/га, что выше, чем при остальных изучаемых нормах высева (НСР<sub>05</sub>=0,09 т/га). Для ширококорядных посевов с междурядьями 45 и 70 см оптимальный интервал нормы высева ниже и составил 0,8–1,0 млн всхожих семян/га, при котором соя формировала урожайность на уровне 2,39–2,47 т/га при посеве с междурядьями 45 см и

2,19–2,28 т/га – при посеве с междурядьями 70 см, что совпадает с мнением многих исследователей о необходимости снижения нормы высева при использовании ширококорядных посевов [12, 13, 14, 15].

Урожайность сои в годы исследований в меньшей степени зависела от формирования элементов продуктивности, чем от густоты растений. Так, коэффициенты корреляции составили: с количеством бобов на растении –  $r = -0,08$ , с количеством семян в бобе –  $r = -0,17$ , с массой 1000 семян –  $r = -0,29$  и с продуктивностью растений –  $r = -0,34$ . Наибольшую продуктивность сформировали растения рядового способа посева с междурядьями 15 см – 3,25 г и ширококорядного с междурядьями 45 см – 3,29 г, что значительно выше, чем при ширококорядном посеве с междурядьями 70 см на 0,31–0,35 г (табл. 2).

Таблица 2

## Влияние способа посева и нормы высева на продуктивность растений сои, г

Ширина междурядий (А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (В)						Среднее по А
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	
15 см	3,43	3,40	3,48	3,79	3,00	2,42	3,25
45 см	4,03	4,04	3,84	3,25	2,61	1,94	3,29
70 см	3,65	3,38	3,51	3,00	2,33	1,74	2,94
Среднее по В	3,70	3,61	3,61	3,34	2,65	2,03	
НСР <sub>05</sub> частных различий:				НСР <sub>05</sub> главных эффектов:			
фактора А		0,67		фактора А		0,30	
фактора В		0,41		фактора В		0,21	

Среди изучаемых норм высева наибольшей продуктивностью (3,70–3,61 г) обладали растения сои, высеянные в диапазоне норм высева от 0,4 до 0,8 млн всхожих семян/га, что существенно – на 0,36–1,67 г выше, чем при использовании норм высева 1,0–1,4 млн всхожих семян/га.

В большей степени формирование урожайности определялось количеством всходов

и количеством продуктивных растений к уборке. Коэффициенты корреляции составили соответственно 0,70 и 0,74. Из изучаемых приемов посева ширина междурядий не влияла на количество всходов, которое в среднем составило 77 шт./м<sup>2</sup>, а норма высева показала прямую зависимость с количеством всходов и количеством продуктивных растений к уборке. Наибольшее количество продуктивных



растений к уборке соя сформировала при использовании рядового способа посева с междурядьями 15 см – 68 шт./м<sup>2</sup> и при широко-рядном посеве с междурядьями 45 см – 67 шт./м<sup>2</sup>, что на 2 шт./м<sup>2</sup> выше, чем при широко-рядном посеве с междурядьями 70 см (НСР<sub>05</sub> = 1).

Уменьшение количества продуктивных растений при широко-рядном посеве с междурядьями 70 см связано с увеличением конкуренции растений за факторы роста, в силу бо-

лее частого их расположения в рядах, что отразилось в снижении выживаемости растений за вегетацию в широко-рядных посевах в среднем на 1% по сравнению с рядовым посевом, а при увеличении нормы высева выживаемость растений сои в широко-рядных посевах снижалась на 10–11%, в то время как при рядовом посеве выживаемость растений за вегетацию не зависела от используемых норм высева и находилась на уровне 87–89%.

Таблица 3

Количество продуктивных растений к уборке в зависимости от способа посева и нормы высева сои, шт./м<sup>2</sup>

Ширина междурядий (А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (В)						Среднее по А
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	
15 см	28	44	59	76	93	108	68
45 см	29	45	62	76	91	97	67
70 см	29	46	61	76	84	96	65
Среднее по В	29	45	61	76	89	100	
НСР <sub>05</sub> частных различий:				НСР <sub>05</sub> главных эффектов:			
фактора А		6		фактора А		2	
фактора В		3		фактора В		1	

Биохимический анализ зерна сои показал, что содержание сырого протеина составило в среднем 29,7% с варьированием от 18,7 до 40,6% и имеет обратную зависимость от массы 1000 семян ( $r = 0,75$ ). С увеличением крупности семян содержание сырого протеина снижалось на 7,5–18%, но при этом увеличивалось количество жира на 3,0–3,9%. Содержание клетчатки и золы не зависело от изучаемых приемов посева. Подобные результаты получены и многими другими исследователями [16, 17].

Анализ кормовой продуктивности показал, что при использовании рядового посева с междурядьями 15 см наблюдается максимальный сбор переваримого протеина 648 кг/га и кормовых единиц 2,895 тыс./га, что соответ-

ственно на 150–187 кг/га и 0,250–0,511 тыс./га больше, чем при широко-рядных посевах с междурядьями 45 и 70 см (табл. 4).

Наиболее высокую продуктивность пашни 3,864–3,870 тыс. к. ед./га обеспечивает рядовой посев с междурядьями 15 см при норме высева 1,0–1,2 млн всхожих семян/га. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином во всех изучаемых вариантах была выше зоотехнических норм при кормлении КРС. Зерно сои в среднем за годы исследования во всех изучаемых вариантах показало высокую кормовую ценность, содержа в одном килограмме 1,33 к. ед., 16,2 МДж обменной энергии а также 196 г переваримого протеина в расчете на кормовую единицу.

Таблица 4

Влияние приемов посева на кормовую продуктивность сои

Ширина междурядий (А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (В)	Сбор с одного гектара		Содержание ПП/к. ед., г
		ПП, кг	к. ед, тыс.	
15 см	0,4	231	1,328	174
	0,6	383	2,020	190
	0,8	551	2,783	198
	1,0	854	3,864	221
	1,2	934	3,870	241
	1,4	933	3,502	266
	<b>среднее</b>	<b>648</b>	<b>2,895</b>	<b>215</b>

Окончание таблицы 4

Ширина междурядий (А)	Норма высева, млн всхожих семян/га (В)	Сбор с одного гектара		Содержание ПП/к.ед., г
		ПП, кг	к.ед, тыс.	
45 см	0,4	228	1,556	146
	0,6	364	2,377	153
	0,8	551	3,176	173
	1,0	572	3,254	176
	1,2	561	3,090	182
	1,4	490	2,415	203
	<b>среднее</b>	<b>461</b>	<b>2,645</b>	<b>172</b>
70 см	0,4	174	1,423	123
	0,6	340	2,063	165
	0,8	649	2,960	219
	1,0	678	3,083	220
	1,2	607	2,607	233
	1,4	539	2,169	249
	<b>среднее</b>	<b>498</b>	<b>2,384</b>	<b>202</b>

Зерно сои в настоящее время является не только важной составляющей при кормлении животных, но и соевая мука широко используется в пищевых технологиях, предопределяя функционально-технологические свойства и физико-химические характеристики продукции [18]. В ходе эксперимента при составлении фаршевых смесей для производства котлет, в которых часть мясного сырья, в качестве которого использовалась обваленная и жилованная говядина первой категории, свинина маложирная, заменялась соевой мукой в количестве 2–5% от массы фарша. В результате проведенных исследований установлено, что внесение соевой муки в рецептуру мясных фаршей приводило к небольшому повышению влагосвязывающей способности исследуемых образцов фаршей на 1–2%, влагоудерживающей способности на 4–5%, а выход готового продукта на 4–6%. При этом содержание белка в готовой продукции повышалось на 0,3–1,0%, не оказывая влияния на органолептические показатели качества продукции. Таким образом, при производстве мясных полуфабрикатов (котлет) можно рекомендовать применение соевой муки в концентрации 4% от массы мясного фарша.

**Выводы.** 1. Почвенно-климатические условия Среднего Предуралья позволяют получать урожайность сои 2,87–2,89 т/га при

рядовом способе посева с междурядьями 15 см и норме высева 1,0–1,2 млн всхожих семян/га, однако урожайность культуры нестабильна, варьирование по годам исследований составляло от 0,4 до 4,16 т/га, что в большей степени определяется климатическими условиями, чем приемами посева.

2. Биохимический анализ качества зерна сои показал тесную зависимость содержания белка и жира от массы 1000 семян, не оказывая влияния при этом на содержание кормовых единиц в 1 кг зерна 1,28–1,38 и обменной энергии 15,6 – 16,7 МДж/кг. С увеличением крупности семян содержание сырого протеина снижалось на 7,5 – 18%, но при этом увеличивалось количество жира на 3,0 – 3,9%. Наибольший сбор кормовых единиц 3,870 тыс./га и переваримого протеина 934 кг/га обеспечивает рядовой способ посева с междурядьями 15 см при норме высева 1,2 млн всхожих семян/га.

3. Использование соевой муки в количестве 4 % от массы мясного фарша при производстве мясных полуфабрикатов (котлет) приводит к повышению влагосвязывающей способности на 1,6%, влагоудерживающей способности на 4,5%, выхода готовых продуктов на 5% не оказывая влияния на органолептические показатели качества продукции.

## Литература

1. Косолапов В. М. Новый этап развития кормопроизводства России // Кормопроизводство. 2007. № 5. С. 3–7.
2. Елисеев С. Л. Пути увеличения производства зернобобовых культур в Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2014. № 3 (7). С. 11–17.
3. Соя в Нечерноземной зоне / Т. П. Кобозева, Н. П. Попова, С. И. Кобозева [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Москва, 2008. № 4. С. 52–53.
4. Васин А. В., Васин А. В., Рязанова Е. В. Влияние предпосевной обработки семян на кормовую и энергетическую ценность урожая // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 14. С.3–6.
5. Transgenic soybeans and soybean protein analysis: an overview / S. Natarajan, D. Luthria, H. Bae et al. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013. Т. 61. № 48. С. 11736–11743.
6. Adams S. New soybean open the planting window // Agricultural Research. 1994. Т. 42. № 6. С. 18–19
7. Hiltz P. Ink from soybeans: lighter, cheaper, safer // Publishers Weekly. 1991. Т. 238. № 26. С. 29–31.
8. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Современное состояние отрасли зернобобовых и крупяных культур в России // Вестник ОрелГАУ. Орел, 2006. Вып. 1. С. 14–17.
9. Уборочная кампания сои в России – 2017: урожайность, качество, валовой сбор. [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1088344>. (дата обращения: 23.10.2016).
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Инновационные технологии в агробизнесе / Э. Д. Акманаев [и др.]. Пермь : ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
12. Зузиев У. Г., Делаев У. А., Власенко М. В. Энергетическая эффективность возделывания сои при различных способах посева и нормах высева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2(38). С. 99–104.
13. Иванов В. М., Мордвинцев Н. В. Реакция сортов сои на норму высева и глубину основной обработки почвы на черноземах Волгоградской области // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-3. С. 526–530.
14. Миленко О. Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 1(21). С. 50–57.
15. Тошкина Е. А. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур при разных приемах возделывания // Вестник Новгородского государственного университета. 2015. № 86. Ч.1. С.124–130.
16. Омаров Ф. Б., Гамидова Н. Х. Качество семян сои в зависимости от ширины междурядий и норм высева // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015. № 4(33). С. 64–67.
17. Озякова Е. Н., Поползухина Н. А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // Омский научный вестник. № 2(134). 2014. С.213–217.
18. Fehr W.R., Hammond E.G Soybean having low linolenic acid content and method of production // Biotechnology Advances. 1997. Т. 15. № 1. С. 275–276.

## METHODS OF SOY SEEDING AND ITS APPLICATION IN THE MIDDLE PRE-URALS

**E. A. Renev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
**E. V. Mikhaleva**, Cand. Bio. Sci., Associate Professor  
 Perm State Agro-Technological University  
 23 Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia  
 E-mail: [kaf.rast@pgsha.ru](mailto:kaf.rast@pgsha.ru); [kafpererabotka@pgsha.ru](mailto:kafpererabotka@pgsha.ru)

### ABSTRACT

In 2012-2015 the field experiment of proper seeding method and sowing rate for SIBNIK soy variety was carried out under the conditions of Perm Krai. Design of experiments included row seeding with inter rows of 15 cm, two wide row methods with inter rows of 45 and 70 cm and soy sowing rate with the interval from 0.4 to 1.4 with spacing of 0.2 Mio. germinated seeds per hectare. Studies were conducted on fine sod-podzolic heavy clay loam soils of average level cultivation. Grain yield capacity, its biochemical composition, nutrient value and carrying capacity as well as structure of yield capacity were determined within the research. The possibility of soy flour use in semi-finished meat production was evaluated. The research determined that 2.87-2.89 t/ha maximum grain yield capacity of soy was formed at raw seeding method with inter rows of 15 sm. and sowing rate of 1.0-1.2 Mio. germinated seeds per hectare. This seeding method allows to produce grain with 16 MJ/kg concentration of exchange energy and digestive protein of 196 g/fu, providing therefore the fodder unit collection of 3.870 thousands/ha and digestive protein of 934 kg/ha. For semi-finished meat production the grain can be used at a rate of 4% of minced meat mass.

*Key words: soy, seeding methods, yield capacity, grain biochemical composition, exchanged energy, digestive protein, semi-finished meat products, soy flour.*

## References

1. Kosolapov V. M. Novyi etap razvitiya kormoproizvodstva Rossii (A new stage of fodder production development in Russia), *Kormoproizvodstvo*, 2007, No.5, pp. 3–7.
2. Eliseev S. L. Puti uvelicheniya proizvodstva zernobobovykh kul'tur v Predural'e (The ways of increase of grain legume crops in the Pre-Urals), *Permskii agrarnyi vestnik*, 2014, No.3 (7), pp. 11–17.
3. Kobozeva T. P., Popova N. P., Kobozeva S. I., Kel' T. I., Gureeva E. V. Soya v Nechernozemnoi zone (Soy in non-chernozem zone), *Vestnik FGOU VPO MGAU, Moscow*, 2008, No.4. S. 52–53.
4. Vasin A. V., Vasin A. V., Ryazanova E. V. Vliyanie predposevnoi obrabotki semyan na kormovuyu i energeticheskuyu tsennost' urozhaya (The impact of pre-sowing seed treatment on feeding and energy value of the harvest), *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2014, No.14, pp. 3–6.
5. Natarajan S., Luthria D., Bae H. et al. Transgenic soybeans and soybean protein analysis: an overview, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, T. 61, No.48, pp. 11736–11743.
6. Adams S. New soybean open the planting window, *Agricultural Research*, 1994, T. 42, No.6, pp. 18–19.
7. Hilts P. Ink from soybeans: lighter, cheaper, safer, *Publishers Weekly*, 1991, T. 238, No.26, pp. 29–31.
8. Zotikov V. I., Naumkina T. S., Sidorenko V. S. Sovremennoe sostoyanie otrasli zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii (The current state of grain legume and cereal crops in Russia), *Vestnik OrelGAU, Orel*, 2006, Vyp. 1, pp. 14–17.
9. Uboroch'naya kampaniya soi v Rossii – 2017: urozhainost', kachestvo, valovoi sbor (Soy harvesting operations in Russia 2017. Yield capacity, quality and gross collection), *Elektronnyi resurs, Rezhim dostupa URL: https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1088344*. (data obrashcheniya: 23.10.2016).
10. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (), *Moscow, Agropromizdat*, 1985, 351 p.
11. Akmanaev E. D. et al. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agrobusiness), *Perm', FGBOU VPO Permskaya GSKhA*, 2012, 335 p.
12. Zuziev U. G., Delaev U. A., Vlasenko M. V. Energeticheskaya effektivnost' vzdelyvaniya soi pri razlichnykh sposobakh poseva i normakh vyseva (Energy effectiveness of soy cultivation under various seeding methods and sowing rates), *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2015, No.2(38), pp. 99–104.
13. Ivanov V. M., Mordvintsev N. V. Reaktsiya sortov soi na normu vyseva i glubi-nu osnovnoi obrabotki pochvy na chernozemakh Volgogradskoi oblasti (Reaction of soy varieties on sowing rate and primary tillage depth on chernozem of Volgogradskaya Oblast), *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No.6-3, pp. 526–530.
14. Milenko O. G. Produktivnost' agrofytotsenoza soi v zavisimosti ot sorta, norm vyseva semyan i sposobov ukhoda za posevami (Soy agrophytocenosis according to the variety, seed sowing rate and care methods), *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, No.1(21), pp. 50–57.
15. Toshkina E. A. Sravnitel'naya produktivnost' zernobobovykh kul'tur pri raznykh priemakh vzdelyvaniya (Comparative productivity of grain legume crops under different cultivation methods), *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.86, Ch.1, pp. 124–130.
16. Omarov F. B., Gamidova N. Kh. Kachestvo semyan soi v zavisimosti ot shiriny mezhduryadii i norm vyseva (The quality of soy seeds according to interrow width and sowing rate), *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, Estestvennye i tochnye nauki*, 2015, No.4(33), pp. 64–67.
17. Ozyakova E. N., Popolzhukhina N. A. Urozhainost' i kachestvo zerna soi v zavisi-mosti ot deistviya abioticheskikh faktorov i genotipicheskikh osobennosti (Yield capacity and quality of soy grain according to abiotic factors and genotypic aspects), *Omskii nauchnyi vestnik*, No.2(134), 2014, pp. 213–217.
18. Fehr W. R., Hammond E. G. Soybean having low linolenic acid content and method of production, *Biotechnology Advances*, 1997, T. 15, No.1, pp. 275–276.

УДК 631.5; 631.8

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

**М. М. Сабитов**, канд. с.-х. наук,

ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,

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

E-mail: [m\\_sabitov@mail.ru](mailto:m_sabitov@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях лесостепи Поволжья в 2015–2016 гг. изучали влияние предшественников (озимая пшеница, горох, картофель) на урожайность и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы без внесения минеральных удобрений и на удобренном фоне. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с

повышенным содержанием гумуса. Возделывание яровой пшеницы по всем предшественникам обеспечивало оптимальное сложение пахотного слоя ( $0,93-1,08 \text{ г/см}^3$ ). Наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были отмечены по всем предшественникам на удобренном фоне –  $176,8-195,0 \text{ мм}$ . Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по всем предшественникам, удобрениям яровой пшеницы было на уровне  $3,49-5,30 \text{ мг/100 г}$  почвы, где наибольшее её содержание отмечено по гороховому полю. Содержание подвижного фосфора и калия в опытах было высоким и варьировало от  $185$  до  $273$  и от  $44$  до  $97 \text{ мг/кг}$  почвы соответственно. Наименьшая засоренность посевов малолетними и многолетними сорняками яровой пшеницы была отмечена по предшественнику гороху –  $22,7-23,7 \text{ шт./м}^2$ . От применения гербицидов в опытах численность малолетних и многолетних сорняков значительно снизилась по сравнению с исходной засоренностью соответственно на  $74,3-91,2\%$ . Наибольшая урожайность яровой пшеницы была отмечена по предшественнику гороху на удобренном фоне –  $3,35 \text{ т/га}$ , где прибавка относительно неудобренного фона составила  $0,72 \text{ т/га}$ . Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по разным предшественникам показала, что производственные затраты увеличивались при внесении удобрений на  $18,3\%$ . Наиболее высокий уровень рентабельности производства зерна яровой пшеницы достигнут по гороху на удобренном фоне –  $90,0\%$ .

*Ключевые слова:* яровая пшеница, плотность почвы, влажность почвы, пищевой режим почвы, засорённость посевов, урожайность, экономическая эффективность.

**Введение.** Много дискуссий ведётся по вопросу современных схем севооборотов, которые должны обеспечить высокую рентабельность и экологическую безопасность производства. Поэтому адресная работа по грамотному использованию различных севооборотов, а также и других факторов должна быть в приоритетах любого хозяйства. В настоящее время повсеместно наблюдается высокий удельный вес в структуре посевных площадей зерновых культур. Поэтому важным вопросом является биологизация севооборотов.

В связи с этим разработана оптимальная структура посевных площадей и усовершенствованные севообороты для товаропроизводителей различной специализации в условиях лесостепи Среднего Поволжья, обеспечивающих повышение плодородия почвы, эффективное использование технологического процесса, сокращение затрат и получение продукции с наименьшей себестоимостью, являются актуальными [1, 2].

Целью исследований являлось изучение влияния предшественников яровой пшеницы и удобрений на её продуктивность и экономическую эффективность возделывания для разработки оптимальной структуры посевных площадей в условиях лесостепи Поволжья.

**Методика.** Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый со следующей агрохимической характеристикой:  $\text{pH}_{\text{сол.}} - 6,8$ ; сумма

поглощенных оснований –  $48,6 \text{ мг экв./100 г}$  почвы, содержание гумуса –  $6,35\%$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  (по Чирикову):  $\text{P}_2\text{O}_5 - 225 \text{ мг}$ ,  $\text{K}_2\text{O} - 119 \text{ мг/кг}$  почвы.

Учетная площадь делянки  $120 \text{ м}^2$  ( $4\text{м} \times 30\text{м}$ ). Повторность трехкратная. Размещение делянок систематическое.

Для решения поставленных задач в полевом опыте проводились следующие учеты, наблюдения и анализы по общепринятым методикам.

Учет засоренности посевов проводился согласно методике по определению засоренности полей методом учетных площадок в три срока (до обработки гербицидами, через 30 дней после обработки гербицидами и перед уборкой) [3].

Динамика влажности почвы определялась методом высушивания в термостате при температуре  $105^\circ\text{C}$  до постоянного веса в слое  $0-30 \text{ см}$  (ГОСТ 27548-97) [4].

Динамика плотности сложения почвы определялась методом режущих колец, путем отбора проб с ненарушенным сложением ( $\text{г/см}^3$ ) [5].

Пищевой режим почвы. Подвижные формы  $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  определялись ежегодно в почвенных образцах, отобранных в пахотном слое цилиндрическим буром марки Р 05.07. С помощью отбойного молотка с бензиновым двигателем цилиндрический бур погружали в землю на глубину  $0-30 \text{ см}$ . Нитратный азот определялся

методом Тюрина и Кононовой, подвижный фосфор – по Чирикову, обменный калий – на пламенном фотометре по методу Масловой.

Учет урожая проводился путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном СК-5 с пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность (ГОСТ 27548-97).

Статистическая обработка данных проводилась по Доспехову Б. А. с использованием приложения Microsoft Excel, а также программы STATISTIKA 5.5 [6].

Экономическая эффективность определялась расчетно-нормативным методом и проводилась по принятым нормативам и расценкам [7].

В опытах изучалась яровая пшеница по разным предшественникам и фонам удобрений.

Фактор А. Предшественник. Предшественниками яровой пшеницы являлись озимая пшеница, горох и картофель.

Фактор В. Удобрения. В опыте изучались варианты с минеральными удобрениями:

1) Без удобрений; 2)  $N_{76}P_{16}K_{16}$ .

В опытах солома использовалась как органическое удобрение, и после уборки культур под солому и пожнивные остатки дополнительно вносились минеральные удобрения в виде аммиачной селитры с компенсирующей дозой 10 кг/га д.в.

Минеральные удобрения вносились дробно: под основную обработку, под культивацию и при посеве. Орудиями для внесения минеральных удобрений служили разбрасыватель AMAZON и сеялка зерновая СЗ-3,6. Минеральные удобрения использовались в виде сложных удобрений – азофоски с содержанием  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и азотных – аммиачной селитры  $N_{34}$ .

Минеральные удобрения вносились перед основной обработкой в дозе  $N_{30}$ , под культивацию  $N_{30}$ , при посеве  $N_{16}P_{16}K_{16}$ .

Вслед за уборкой предшественника проводилось лущение стерни. После чего шла основная обработка почвы. Она проводилась в оптимальные сроки орудием ПН-4,35 на глубину 23–25 см. Предпосевные и весенне-летние обработки почвы на всех вариантах одинаковые и общепринятые для условий Ульяновской области. Закрытие влаги проводилось тяжелыми зубовыми боронами БЗТС-1,0 в два следа, предпосевную культивацию осуществляли культиватором КПС-4,0 на 5–6 см.

Посев проводился в конце третьей декады апреля сеялкой СЗ-3,6 на глубину 5–6 см.

В борьбе с сорной растительностью на яровой пшенице в опыте использовался системный гербицид (Балерина с нормой расхода препарата 0,5 л/га в баковой смеси Мортира с нормой расхода препарата 15 г/л) против однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4 Д и МЦПА, и некоторых многолетних корнеотпрысковых сорняков; системный фунгицид (двухкомпонентный системный фунгицид Колосаль Про, 0,3 л/га) – для борьбы с комплексом заболеваний стебля, листьев и колоса; инсектицид (двухкомпонентный инсектицид Борей, 0,1 л/га) – для борьбы с широким спектром грызущих и сосущих вредителей; микробиологическое удобрение Экстрасол, 1 л/га применялся для защиты растений от широкого спектра патогенной микрофлоры, повышения иммунитета, устойчивости к стрессам, стимуляции роста растений пшеницы.

Все препараты вносились в определенные фазы развития культуры в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200. Яровая пшеница обрабатывалась в фазе кушения до начала трубка культуры.

Уборка урожая проводилась однофазным способом комбайном СК-5 «Нива». Опыты закладывали на полях отдела земледелия ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ».

Метеорологические условия за вегетационный период 2015 года характеризовались повышенным температурным режимом, приведшим с начала мая до конца второй декады июля к засушливой погоде средней интенсивности и осадкам в отдельные дни. Сумма осадков за апрель-сентябрь составила 256,3 мм при норме 307 мм. В результате ГТК составил 0,7 при норме 1,0.

По показателям атмосферного увлажнения гидротермического коэффициента (ГТК) хорошие атмосферные условия в 2016 году наблюдались в апреле (ГТК 0,8-1,2) и третьей декаде июля. Слабо увлажненный период (ГТК 0,7-0,6) – в третьей декаде июня. Средне засушливые дни (ГТК 0,5-0,4) приходились на первую и третью декады мая, вторую декаду июля. Сильно засушливыми (ГТК 0-0,3) оказались вторая декада июня и весь август. Избыточно увлажненной погодой (ГТК  $\geq$  1,3) характеризовались вторая декада мая, первые декады июня и июля.

**Результаты.** В условиях недостаточного увлажнения большое значение имеет сложение почвы. Если почва сильно уплотнена, то создаются неблагоприятные условия для роста и развития растений. Если почва имеет рыхлое сложение, то происходит излишняя потеря влаги за счет испарения [8].

Возделывание яровой пшеницы по различным предшественникам обеспечивало оптимальное сложение ( $0,93-1,08 \text{ г/см}^3$ ) пахотного слоя и не ухудшало состояние для роста и их развития. При этом можно отметить, что по гороховому полю плотность почвы формировалась на уровне верхнего предела оптимального уровня –  $0,93 \text{ г/см}^3$ .

В различных природно-экономических зонах страны и за рубежом влага часто является первым ограничивающим урожайность фактором, хотя за последние годы происходит заметное повышение количества осадков, особенно в зимнее и осеннее (сентябрь) время, что несколько снижает ее дефицит. В условиях глобального потепления зимы стали более теплыми, и вероятность повреждений растений в целом уменьшилась [9, 10].

Наблюдения за водным режимом почвы показали, что весенние запасы влаги накапливались в основном за счет зимних осадков. Хорошая влагозарядка почвы отмечена по всем изучаемым вариантам. Следует отметить, что наибольшие запасы влаги в метровом слое почвы были выявлены по удобренному фону –  $176,8-195,0 \text{ мм}$ . Следует отметить, что количество влаги по гороховому полю было наименьшим, но запасов влаги было достаточно как в пахотном, так и в метровом слоях почвы для формирования хорошей густоты посевов яровой пшеницы.

К периоду уборки культуры содержание доступной влаги в метровом слое почвы находилось в пределах  $43,1-74,4 \text{ мм}$ , наименьшее ее количество было на вариантах по удобренному фону. Это указывает на то, что к фазе полной спелости корневая система яровой пшеницы выглядела более мощной по сравнению с неудобренным фоном, так как её растения забирали из почвы большее количество влаги для формирования урожая.

Обеспеченность растений доступными питательными веществами является одним из

основных признаков, характеризующих эффективное плодородие почвы [11, 12, 13].

Исследования за 2015–2016 гг. показали, что содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по всем предшественникам, фонемам удобрений яровой пшеницы было на уровне  $3,49-5,91 \text{ мг/100 г}$  почвы, где наибольшее ее содержание отмечено по гороховому полю.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в опытах было достаточно высоким –  $194-246$  и  $44-97 \text{ мг/кг}$  почвы соответственно.

Анализ фитосанитарного состояния агроэкосистем свидетельствует о том, что основной проблемой является засоренность посевов зерновых культур.

В составе сорной растительности за период вегетации яровой пшеницы преобладали злаковые растения (куриное просо, виды щетинников), однолетние двудольные растения (марь белая, подмаренник цепкий, живокость полевая, щирица запрокинутая, ярутка полевая, горец вьюнковый), в меньших количествах встречались многолетние сорняки (бодяк полевой, вьюнок полевой, осот желтый).

Наименьшее количество сорняков в посевах яровой пшеницы было отмечено по предшественнику гороху –  $22,7-23,7 \text{ шт./м}^2$ .

Засоренность посевов яровой пшеницы по предшественникам озимой пшенице и картофелю увеличивалась практически в  $1,5-2,0$  раза. По-видимому, это связано с тем, что предшественником озимой пшеницы был горох, а предшественником картофеля – ячмень. В том и другом случаях эти культуры слабо противостоят сорным растениям, особенно многолетним корнеотпрысковым, и они неконкурентоспособны, поэтому сорняки, развиваясь, оставляют большой шлейф семян сорных растений в севообороте. В связи с этим необходимо вести борьбу с сорной растительностью химическими способами [14, 15, 16].

Применение средств защиты от сорняков в опытах позволило значительно их снизить по сравнению с исходной засоренностью на  $74,3-91,2\%$ .

Наибольшая урожайность яровой пшеницы была отмечена по предшественнику гороху –  $2,67-3,35 \text{ т/га}$  (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественников и удобрений, т/га, среднее за 2015-2016 гг.

Предшественник (А)	Система удобрений (В)		
	Без удобрений	N <sub>76</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	±
Озимая пшеница	2,53	3,25	0,72
Горох	2,67	3,35	0,68
Картофель	2,62	3,15	0,53
НСР <sub>05</sub>	А-0,093; В-0,059; АВ-0,083; Р-1,56%		

На удобренном фоне урожайность яровой пшеницы была выше на 0,53–0,72 т/га по сравнению с неудобренным.

Анализ экономической эффективности возделывания яровой пшеницы по разным

предшественникам показал, что производственные затраты были ниже по неудобренному фонду по сравнению с удобренным и составили 11908–11929 руб./га (табл. 2).

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости предшественника и удобрений, среднее за 2015–2016 гг.

Предшественник	Фон удобрений	Показатели			
		Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Озимая пшеница	без удобрений	11908	4707	8332	70
	N <sub>76</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	14093	4336	11907	84
Горох	без удобрений	11929	4468	9431	79
	N <sub>76</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	14117	4214	12683	90
Картофель	без удобрений	11921	4550	9039	76
	N <sub>76</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	14100	4476	11100	79

Затраты по удобренному фонду были выше на 18,3%. Наибольший чистый доход был получен по предшественнику гороху и удобренному фонду 12683 руб./га.

Наибольший уровень рентабельности был получен по предшественнику гороху и удобренному фонду – 90%.

**Выводы.** 1. Возделывание яровой пшеницы по различным предшественникам обеспечивало оптимальное сложение пахотного слоя (0,93–1,08 г/см<sup>3</sup>).

2. Наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были отмечены по всем предшественникам удобренному фонду – 176,8–195,0 мм.

3. Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по всем предшественникам, удобрениям яровой пшеницы было на уровне 3,49–5,30 мг/100 г почвы, где наибольшее ее содержание отмечено по занятому гороховому полю. Содержание подвижного фосфора и ка-

лия в опытах было высоким и варьировало от 185 до 273 и от 44 до 97 мг/кг почвы соответственно.

4. Наименьшая засоренность посевов яровой пшеницы малолетними и многолетними сорняками была отмечена по предшественнику гороху – 22,7–23,7 шт./м<sup>2</sup>. При применении гербицидов в опытах, численность малолетних и многолетних сорняков значительно снизилась по сравнению с исходной засоренностью соответственно на 74,3–91,2%.

5. Наибольшая урожайность яровой пшеницы была отмечена по предшественнику гороху на удобренном фоне – 3,35 т/га, где прибавка относительно к не удобренному фонду составила 0,72 т/га.

6. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по разным предшественникам показала, что производственные затраты увеличивались при внесении удобрений на 18,3%.



Наиболее высокий уровень рентабельности производства зерна яровой пшеницы достигнут по предшественнику гороху на удобренном фоне – 90,0%.

*Предложение производству.* Для повышения продуктивности посевов и повышения экономической эффективности производства

зерна яровой пшеницы рекомендуется возделывать её по предшественнику гороху по удобренному фону в дозе  $N_{76}P_{16}K_{16}$ . Это позволит повысить продуктивность и конкурентоспособность производства зерна яровой пшеницы в современных рыночных условиях.

#### Литература

1. Сабитов М. М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 20–23.
2. Сабитов М. М. Влияние разных уровней интенсификации на продуктивность яровой пшеницы // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2016. № 4 (16). С. 48–55.
3. Методические рекомендации по учету засоренности посевов и почвы в полевых опытах. Курск, 1983. 64 с.
4. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге // Методы изучения водного режима почв. Л. : Гидрометеоздат, 1969. С. 287.
5. Федоровский М. Т. К вопросу о глубине вспашки черноземов под озимые культуры в степи Украины // Почвоведение. 1985. № 2. С. 16–31.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат. 1985. 351 с.
7. Единые нормы выработки и расходы топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. М. : Колос, 1992. 416 с.
8. Казаков Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье // Развитие адаптивных почвозащитных систем земледелия в Поволжье : материалы науч.-практич. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. А. И. Бараева. НИИСХ Юго-Востока. Саратов. 1999. С. 36–38.
9. Ehsan Euyshi Rezaei, Stefan Siebert, Frank Ewert. Climate and management interaction cause diverse crop phenology trends // Agricultural and Forest Meteorology. Volume 233. 15 February 2017. P. 55–70.
10. Bista P, Machado S., Ghimire R., Del Grosso S.J., Reyes-Fox M. Simulating soil organic carbon in a wheat–fallow system using the daycent model // Agronomy journal. Vol. 108 n 6. P. 2554–2565.
11. Сабитов М. М., Науметов Р. В., Шарипова Р. Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засоренность яровой пшеницы // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2015. № 3 (11). С. 25–32.
12. Esther N. Masvaya, Justice Nyamangara, Katrien Descheemaeker, Ken E. Giller. Tillage, mulch and fertiliser impacts on soil nitrogen availability and maize production in semi-arid Zimbabwe // Soil and Tillage Research. Volume 168, May 2017. P. 125–132.
13. Siri Pugesgaard, Soren O. Petersen, Ngonidzashe Chirinda, Jorgen E. Olesen. Crop residues as driver for  $N_2O$  emissions from a sandy loam soil // Agricultural and Forest Meteorology. Volume 233, 15 February 2017. P. 45–54.
14. Сабитов М. М. Применять вердикт выгодно // Защита и карантин растений. 2016. № 5. С. 49–50.
15. Науметов Р. В., Сабитов М. М. Влияние способов основной обработки залежных земель на засоренность почвы и посевов озимой и яровой пшеницы // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2016. № 3 (15). С. 59–64.
16. Lauren B., Coleman, Sushila Chaudhari, Katherine M. Jennings, Jonathan R. Schultheis. Evaluation of Herbicide Timings for Palmer Amaranth Control in a Stale Seedbed Sweetpotato Production System. Volume 30. Issue 3. September 2016. P. 725–732.

## PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SPRING WHEAT IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE VOLGA REGION

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

Ulianovsk Research Institute of Agriculture

19 Institutskaya St., Timiriazevskii, Ulianovskii rayon, Ulianovskaia oblast, 433315 Russia

E-mail: [m\\_sabitov@mail.ru](mailto:m_sabitov@mail.ru)

#### ABSTRACT

The abstract deals with the influence of different predecessors such as winter wheat, pea and potato on the yield capacity and economic efficiency of spring wheat cultivation on fertilized and mineral non-fertilized ground, carried out in forest-steppe of the Volga region 2015-2016. The soil of experimental plot was medium leached medium loamy Chernozem with high humus content. The cultivation of spring wheat on various predecessors provided the optimal structure of the plough layer (0.93-

1.08 g/cm<sup>3</sup>). The largest reserves of productive moisture in a meter layer of soil were observed on the fertilized ground of 176.8-195.0 mm. The content of nitrate nitrogen in the plough layer at all predecessors, fertilizers of spring wheat was at the level of 3.49-5.30 mg/100 g of soil, where the most of its content was marked in the pea field. The content of mobile phosphorus and potassium in the experiments was high and ranged from 185 to 273 and from 44 to 97 mg/kg of soil, respectively. The least infestation of crops by young and perennial weeds of spring wheat was noted at pea predecessor and amounted 22.7-23.7 PCs./m<sup>2</sup>. Due to herbicides application, the number of young and perennial weeds decreased significantly by 74.3-91.2% in compare of the original infestation. The highest yield of spring wheat was observed at pea predecessor on the fertilized ground of 3.35 t/ha, where the increase relative to non-fertilized ground was of 0.72 t/ha. Economic efficiency of spring wheat cultivation on various predecessors showed that production costs increased with the fertilization by 18.3%. The highest level of profitability of spring wheat grain production – 90.0% was achieved by pea predecessor on the fertilized ground.

*Key words: spring wheat, soil density, soil moisture, soil nutrient status, crops infestation, yield, economic efficiency.*

#### References

1. Sabitov M. M. Vozdelyvanie yarovoi pshenitsy pri raznykh urovnyakh intensifikatsii (The cultivation of spring wheat at different levels of intensification), *Zashchita i karantin rastenii*, 2017, No.3, pp. 20–23.
2. Sabitov M. M. Vliyanie raznykh urovnei intensifikatsii na produktivnost' yarovoi pshenitsy (Influence of different intensification levels on productivity of spring wheat), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, 2016, No.4 (16), pp. 48–55.
3. Metodicheskie rekomendatsii po uchetu zasorennosti posevov i pochvy v polevykh opytakh (Methodical recommendations for accounting of contamination of crops and soil in field experiments), Kursk, 1983, 64 p.
4. Rode A. A. Osnovy ucheniya o pochvennoi vlage (Fundamentals of soil moisture), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1969, 287 p.
5. Fedorovskii M. T. K voprosu o glubine vspashki chernozemov pod ozimye kul'tury v stepi Ukrainy (To the question about the depth of plowing of the topsoil under winter crops in the steppe of Ukraine), *Pochvovedenie*, 1985, No.2, pp. 16–31.
6. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia) (The Field Experiment Method (With bases of statistical processing of results), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.
7. Edinye normy vyrabotki i raskhody topliva na mekhanizirovannye polevye raboty v sel'skom khozyaistve (Unified standards and the cost of fuel for the mechanized field work in agriculture), Moscow, Kolos, 1992, 416 p.
8. Kazakov G. I. Obrabotka pochvy v Srednem Povolzh'e (Tillage in the middle Volga region), *Razvitie adaptivnykh pochvozashchitnykh sistem zemle-deliya v Povolzh'e*, Nauch.-prakt. konf., posvyashchennaya 90-letiyu so dnya rozhdeniya akad. A.I. Baraeva, NIISKh Yugo-Vostoka, Saratov, 1999, pp. 36–38.
9. Ehsan Eyshi Rezaei, Stefan Siebert, Frank Ewert. Climate and management interaction cause diverse crop phenology trends, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 233, 15 February 2017, pp. 55–70.
10. Bista P, Machado S., Ghimire R., Del Grosso S.J., Reyes-Fox M. Simulating soil organic carbon in a wheat–fallow system using the daycent model, *Agronomy journal*, Vol. 108, No. 6, pp. 2554–2565.
11. Sabitov M. M., Naumetov R. V., Sharipova R. B. Vliyanie kompleksnogo primeneniya sredstv khimizatsii na osnovnye zabolevaniya i zasorennost' yarovoi pshenitsy (Complex application of chemicals on spring wheat for optimum environment-friendly balance of nutrients and high productivity), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, 2015, No.3 (11), pp. 25–32.
12. Esther N. Masvaya, Justice Nyamangara, Katrien Descheemaeker, Ken E. Giller. Tillage, mulch and fertiliser impacts on soil nitrogen availability and maize production in semi-arid Zimbabwe, *Soil and Tillage Research*, Volume 168, May 2017, pp. 125–132.
13. Siri Pugsgaard, Soren O. Petersen, Ngonidzashe Chirinda, Jorgen E. Olesen. Crop residues as driver for N<sub>2</sub>O emissions from a sandy loam soil, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 233, 15 February 2017, pp. 45–54.
14. Sabitov M. M. Primenyat' verdikt vygodno (Use of Verdict is profitable), *Zashchita i karantin rastenii*, 2016, No.5, pp. 49–50.
15. Naumetov R. V., Sabitov M. M. Vliyanie sposobov osnovnoi obrabotki zaleznykh zemel' na zasorennost' pochvy i posevov ozimoi i yarovoi pshenitsy (Influence of fallow lands tillage on soil and winter and spring wheat crops contamination), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, 2016, No.3 (15), pp. 59–64.
16. Lauren B., Coleman, Sushila Chaudhari, Katherine M. Jennings, Jonathan R. Schultheis. Evaluation of Herbicide Timings for Palmer Amaranth Control in a Stale Seedbed Sweetpotato Production System, Volume 30, Issue 3, September 2016, pp. 725–732.

## К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В СЕВООБОРОТЫ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**М. И. Яковлева**, канд. с.-х. наук; **В. Л. Димитриев**, канд. с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА,  
ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, Россия, 428003  
E-mail: [Marina24.01@yandex.ru](mailto:Marina24.01@yandex.ru)

*Аннотация.* В воспроизводстве плодородия почвы важная роль принадлежит бобовым культурам, способным фиксировать азот атмосферы. Среди зерновых бобовых культур большой интерес вызывает люпин узколистный. Эта культура с успехом может возделываться как сидеральная, так и кормовая – на зерно и зеленую массу. Повышение доли люпина однолетнего в качестве зернобобового компонента в структуре посевных площадей позволяет резко повысить содержание кормового белка естественного растительного происхождения в концентрированных кормах. Одновременно происходит экологизация круговорота азота в агроэкосистеме за счет биологической фиксации азота воздуха. Полевые опыты проводятся с 2008 г. на светло-серых лесных среднесуглинистых почвах с содержанием подвижного фосфора и обменного калия соответственно по 189 мг и 140 мг на 1 кг почвы и рН<sub>сол</sub>, равной 5,7, в условиях УНПЦ «Студенческий» (Чебоксарский район Чувашской республики). Последействие люпина изучали в звеньях: люпин узколистный – картофель – ячмень и люпин узколистный – яровая пшеница – ячмень. Контрольным предшественником определена озимая рожь. Повторность опыта 3-кратная, площадь делянок 108 м<sup>2</sup> (10,8x10,0 м), ширина защитных полос 70 см. Проведённые исследования показали, что более продуктивными по всем показателям являются звенья севооборота с участием люпина узколистного. По наиболее важному показателю для кормовых культур – по сбору переваримого протеина – люпин однолетний превосходит озимую рожь на 377,5 кг/га (или в 2,5 раза), а в целом по звеньям обеспечивает превышение на 601,6 и 482,6 кг/га соответственно с участием картофеля и яровой пшеницы (или в 2,0 и 1,8 раза).

*Ключевые слова:* люпин узколистный, звено севооборота, продуктивность звеньев севооборота, зерновая единица, кормовая единица, переваримый протеин.

**Введение.** В воспроизводстве плодородия почвы важная роль принадлежит бобовым культурам, способным фиксировать азот атмосферы. Среди зерновых бобовых культур большой интерес вызывает люпин узколистный [3, 4, 5].

Люпин узколистный с успехом может возделываться как сидеральная, так и кормовая культура – на зерно и зеленую массу. Эта культура, как и другие зернобобовые культуры, способствует решению проблемы кормового белка в рационах кормления сельскохозяйственных животных без значительных инвестиций в виде минеральных азотных удобрений. Таким образом, повышение доли люпина однолетнего в качестве зернобобового компонента в структуре посевных площадей позволяет резко повысить содержание кормо-

вого белка естественного, растительного происхождения в концентрированных кормах (зернофураже) собственного производства, что способствует снижению затрат на обеспечение сбалансированных рационов кормления сельскохозяйственных животных. Одновременно происходит экологизация круговорота азота в агроэкосистеме за счет биологической фиксации азота воздуха.

В настоящее время, в связи с выведением безалкалоидных, детерминантных, устойчивых к фузариозу и антракнозу высокоурожайных сортов люпина узколистного появляется перспектива их успешного внедрения в производство и расширение площадей под ним.

Люпин (*Lupinus L.*) – растение семейства бобовых. В состав рода входят однолетники, многолетники, полукустарники и кустарники.

В России в культуре возделывают три вида однолетних люпинов: белый (*L. albus* L.), желтый (*L. luteus* L.), узколистный (синий) (*L. angustifolius* L.) и один многолетний вид – (*L. polyphyllus* Lindl.).

В зерне наиболее распространенной в Российской Федерации зернобобовой культуры – гороха посевного – содержание белка находится на уровне 20%, тогда как люпина узколистного – до 40%.

При благоприятных условиях симбиоза за год количество азота, фиксируемого, например, горохом, достигает 100–130 кг, кормовыми бобами – 120–200 кг, соей – 220 кг, люпином – до 300 кг на 1 га. В связи с этим в решении проблемы растительного белка зернобобовым культурам принадлежит весьма важная, если не решающая роль.

Целью наших исследований явилось определение особенностей внедрения люпина узколистного в сельскохозяйственное производство Чувашской Республики.

Зеленое удобрение несколько снижает кислотность почвы, уменьшает подвижность алюминия, повышает буферность и емкость поглощения. При заашке зеленой массы растений улучшается структура, уменьшается объемная масса пахотного слоя и плотность сложения почвы. Это очень важно, так как при этом устраняются отрицательные последствия уплотнения пахотного слоя почвы тяжелой техникой. При заашке сидератов значительно увеличивается водопроницаемость и влагоемкость почвы, вследствие чего снижается поверхностный сток осадков и резко возрастает содержание влаги в почве. Благодаря этому активизируется жизнедеятельность почвенных микроорганизмов [1, 2].

В предыдущих наших работах приведены исследования по использованию люпина узколистного и озимой ржи как предшественников для внедрения в полевые севообороты [6, 7, 8, 9].

**Методика.** Полевые опыты проводятся с 2008 года по настоящее время на светло-серых лесных среднесуглинистых почвах с содержанием подвижного фосфора и обменного калия соответственно по 189 мг и 140 мг на 1 кг почвы и  $pH_{\text{сол}}$ , равной 5,7, в условиях УНПЦ «Студенческий» (Чебоксарский район Чувашской республики).

Последствие люпина изучали в звеньях: люпин узколистный – картофель – ячмень и люпин узколистный – яровая пшеница – ячмень. Контрольным предшественником определена озимая рожь.

Для посева использовали следующие сорта сельскохозяйственных культур, рекомендованных для возделывания в условиях Чувашской Республики: озимая рожь Кировская-89, люпин узколистный Кристалл, картофель Удача, пшеница яровая Приокская, ячмень Биос 1. Повторность опыта 3-кратная, площадь делянок 108 м<sup>2</sup> (10,8х10,0 м), ширина защитных полос 70 см.

Технологические приемы ухода за растениями в опытах в течение вегетационного периода – общепринятые в Чувашской Республике. Закладка опыта, учеты и наблюдения проводили по стандартным методикам. Перевод урожайности в сопоставимые единицы – по справочным данным. Достоверность данных по урожайности сортов определена методом дисперсионного анализа.

Качественные показатели определяли по следующим методикам: содержание клейковины в зерне (ГОСТ Р 54478-2011); биохимический состав зерна и соломы зерновых культур – на приборе ИК-анализатор «Spectra Star-2400».

Клубни в лабораторных условиях подвергали анализу на содержание сухого вещества – методом высушивания, содержание крахмала – по удельной массе клубней, содержание нитратов – по методу ЦИНАО.

Содержание сырого белка в зерне различных сортов люпина однолетнего и яровой пшеницы определяли пересчетом по количеству азота.

**Результаты.** По сбору сырого протеина с 1 га сорта люпина узколистного значительно превосходили озимую рожь, хотя и уступали по урожайности зерна. Известно, что одной из задач кормопроизводства является обеспечение сборов белка на уровне 1 т/га.

Следует отметить более высокую технологичность люпина узколистного по сравнению, например, с горохом посевным, растения не полегают, и уборка урожая происходит без особых затруднений, бобы после созревания не растрескиваются.

Клубеньки на корнях люпина узколистного формировались без инокуляции посевного

материала эффективными штаммами клубеньковых бактерий – за счет их аборигенных (местных) популяций. Тем не менее, существует возможность активизации биологической фиксации за счет инокуляции люпинов культурными штаммами *Rhizobium lupini*.

Можно предположить, что при инокуляции посевного материала люпина узколистного высокоэффективными штаммами клубеньковых бактерий эффективность люпиноризобиального симбиоза будет выше. На опытах с люпином узколистным, проводимых на кафедре земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Чувашской ГСХА на дерново-подзолистых суглинистых почвах (СХПК «Рассвет» Красноармейского района) на корнях клубеньки не формировались, и урожайность была ниже.

Люпин узколистный при оценке как предшественник по сравнению с озимой рожью оказывал более существенное воздействие на развитие картофеля в течение всего вегетационного периода.

Продуктивность картофеля по фону люпина однолетнего составила 23,71 т/га, а по фону озимой ржи – 17,92 т/га (НСР<sub>05</sub> = 1,38 т/га). На 21.08 урожайность картофеля по люпину достигла уровня 40,33 т/га и на 16,1 т/га превысила урожайность по озимой ржи (НСР<sub>05</sub> = 6,02 т/га). Качество клубней картофеля по фону люпина однолетнего было несколько выше, чем по фону озимой ржи, и соответственно составляло: по содержанию сухого вещества – 24,3% и 24,8%, а по содержанию крахмала – 17,0% и 17,5% .

Отмечается некоторое повышение массы 1000 семян яровой пшеницы по фону люпина и более существенное – количества белковых компонентов в зерне яровой пшеницы на ва-

риантах, где в качестве предшественника выступает люпин однолетний. Содержание сырого протеина в зерне на этом варианте увеличилось на 3,1% (повышение в 1,3 раза), а клейковины – на 9,0% (повышение в 1,5 раза), что напрямую связано с биологической фиксацией азота воздуха в симбиозе люпина однолетнего с клубеньковыми бактериями и последствием его растительных остатков, богатых азотом.

Урожайность яровой пшеницы по люпину однолетнему составляла 3,61 т/га, тогда как по озимой ржи – всего 2,83 т/га при НСР<sub>05</sub> = 0,72 т/га.

Таким образом, велико значение люпина однолетнего не только как кормовой культуры с высоким содержанием белка, но и как хорошего предшественника картофеля и яровой пшеницы.

Отмечается повышение продуктивности и качества урожая по третьей культуре севооборота – яровому ячменю.

В соответствии с целью наших исследований проведены расчеты по определению продуктивности звеньев севооборота (люпин узколистный – яровая пшеница – ячмень; люпин узколистный – картофель – ячмень; озимая рожь – яровая пшеница – ячмень и озимая рожь – картофель – ячмень) в сопоставимых единицах – сборах зерновых и кормовых единиц и переваримого протеина с единицы площади.

Из изучаемых звеньев севооборота за три года максимальные сборы питательных веществ обеспечивало звено люпин узколистный – картофель – ячмень. По этому звену сборы зерновых единиц составили 16,6 т/га, выход кормовых единиц – 19,7 т/га и сбор переваримого протеина – 1481,4 т/га.

Таблица

Продуктивность различных звеньев севооборота

Звено севооборота	Сбор зерновых единиц, т/га	Выход кормовых единиц, т/га	Сбор переваримого протеина, кг/га
1 Озимая рожь	3,2	3,5	247,5
Картофель	6,1	7,5	340,5
Ячмень	3,0	3,6	225,4
По звену	12,3	14,6	813,4
2 Озимая рожь	3,2	3,5	247,5
Яровая пшеница	3,7	4,3	381,9
Ячмень	2,3	2,7	171,6
По звену	9,2	10,5	801,0

## Продуктивность различных звеньев севооборота

Звено севооборота	Сбор зерновых единиц, т/га	Выход кормовых единиц, т/га	Сбор переваримого протеина, кг/га
3 Люпин однолетний	2,5	2,5	625,0
Картофель	10,1	12,5	564,6
Ячмень	4,0	4,7	295,1
По звену	16,6	19,7	1484,1
4 Люпин однолетний	2,5	2,5	625,0
Яровая пшеница	4,8	5,5	487,0
Ячмень	3,3	4,6	245,2
По звену	10,6	12,6	1357,2

По звену озимая рожь – яровая пшеница – ячмень показатели продуктивности были минимальными и соответственно составили 9,2 т/га, 10,5 т/га и 801,0 кг/га. Следует отметить, что звенья севооборота с участием картофеля были более продуктивными, чем звенья с яровой пшеницей как с озимой рожью в качестве первой культуры, так и с люпином узколиственным.

**Выводы.** 1. Значение люпина узколистного возрастает в использовании его именно в качестве предшественника. Более продуктивными по всем показателям являются звенья

севооборота с участием этой культуры. В то же время продуктивность по зерновым и кормовым единицам самого люпина узколистного значительно ниже по сравнению с контрольным предшественником – озимой рожью (соответственно на 0,7 и 1,0 т/га).

2. По наиболее важному показателю для кормовых культур – сбору переваримого протеина – люпин однолетний превосходит озимую рожь на 377,5 кг/га (или в 2,5 раза), а в целом по звеньям обеспечивает превышение на 601,6 и 482,6 кг/га соответственно с участием картофеля и яровой пшеницы (или в 2,0 и 1,8 раза).

## Литература

1. Димитриев В. Л., Егоров В. А., Иванов В. В. Влияние горчицы белой на плодородие почвы // Молодёжь и инновации : материалы 13 Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов: г. Чебоксары, 19-20 апреля 2017. С. 32–34.
2. Димитриев В. Л., Егоров В. А., Иванов В. В. Влияние сидеральных культур на плодородие серых лесных почв // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 80-летию со дня рожд. засл. работника сельского хозяйства Российской Федерации, почётного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича (г. Чебоксары, 2 июня 2017 г.). Чебоксары, 2017. С. 88–90.
3. Кузнецов А. И., Ласкин П. В., Яковлева М. И. Люпин узколистый – ценный предшественник картофеля // Картофель и овощи. 2013. № 8. С. 24–25.
4. Кузнецов А. И., Ласкин П. В., Яковлева М. И. Последствие звеньев севооборота с озимой рожью и люпином на урожайность ячменя и картофеля // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 4. С. 109–111.
5. Кузнецов А. И., Ласкин П. В., Яковлева М. И. Продуктивность полевых севооборотов с люпином узколистым на серых лесных почвах Чувашии // Вестник Ульяновской ГСХА. 2015. № 4 (32). С. 25–29.
6. Салюкова Н. Н., Яковлева М. И., Васильева А. В. Внедрение новых бобовых культур в севообороты Чувашской Республики // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села», посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. Чебоксары, 2016. С. 82–85.
7. Яковлева М. И., Дементьев Д. А., Салюкова Н. Н. Действие и последствие зернобобовых культур в звеньях севооборота // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2017. № 2 (18). С. 91–96.
8. Яковлева М. И., Салюкова Н. Н. Динамика формирования урожая картофеля в последствии по звеньям севооборота // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 80-летию со дня рожд. засл. работника сельского хозяйства Российской Федерации, почётного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича (г. Чебоксары, 2 июня 2017 г.). Чебоксары, 2017. С. 49–53.
9. Салюкова Н. Н., Яковлева М. И., Дементьев Д. А. Совершенствование системы обработки почвы в звене севооборота: «горох - озимая рожь» // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 80-летию со дня рожд. засл. работника сельского хозяйства Российской Федерации,

почётного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича (г. Чебоксары, 2 июня 2017 г.). Чебоксары, 2017. С. 125–129.

10. Такунов И. П. Состояние и проблемы научного обеспечения люпиносеяния в Российской Федерации // Тезисы докладов международной научно-практической конференции. Брянск : ВНИИ люпина, 2005. С. 4–12.

11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1987. 351 с.

12. Bochmann H. Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfruechten // Nachrichtenb. Deutsch Hflanzenschutz. 1976. № 28. S. 1–4.

13. Trukmann K., Reintam E., Kuht J. Uheaastase lupiini kasvatamisese mojust tihedaks tallatud mullale : Докл. [Conference on the Faculty of Agronomy of EAU]. 2005. № 220. S. 27–29.

## TO THE QUESTION OF INTRODUCTION OF BLUE LUPINE IN THE CROP ROTATION IN THE CHUVASH REPUBLIC

**M. I. Yakovleva**, Cand. Agr. Sci.

**V. L. Dimitriev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Chuvash State Agricultural Academy

29, Karla Marxa St., Cheboksary, 428003 Russia

E-mail: [Marina24.01@yandex.ru](mailto:Marina24.01@yandex.ru)

### ABSTRACT

In the reproduction of soil fertility the important role belongs to leguminous crops that can fix atmosphere nitrogen. Among the grain legumes lupine is of great interest. This crop can be successfully cultivated as green manure and forage crops for grain and green mass. The increase in the share of annual lupine, as bean component in the structure of sown areas can dramatically increase the amount of feed protein of natural, vegetable origin in concentrated feed. At the same time, ecologization of the nitrogen cycle in the agroecosystem through biological fixation of atmospheric nitrogen takes place. Field experiments have been conducted since 2008 on light grey forest medium loam soils with a content of mobile phosphorus and exchangeable potassium, respectively 189 mg and 140 mg per 1 kg of soil and  $pH_{rsol}$  equal to 5.7, in conditions of ESPC (Cheboksarsk District of the Chuvash Republic). The residual effect of lupine was studied in the links: blue lupine – potato – barley and blue lupine – spring wheat – barley. As controlling pre-seeding crop winter rye is defined. The repetition of experiences 3-fold, square plots is 108 m<sup>2</sup> (10.8x10.0), the width of protective strips 70 cm. The studies showed that the links of a crop rotation involving blue lupine are more productive on all indicators. The most important indicator for forage crops – collection of digestible protein – annual lupine exceeds rye by 377.5 kg/ha (or 2.5 times), but in general, the link provides in excess of 601.6 and 482.6 kg/ha, with the participation of potatoes and spring wheat, respectively (or 2.0 and 1.8 times).

*Key words: lupinus angustifolia, link rotation, efficiency of crop rotation links, grain unit, feed unit, digestible protein.*

### References

1. Dimitriev V. L., Egorov V. A., Ivanov V. V. Vliyanie gorchitsy beloi na plodorodie pochvy (Effect of white mustard on soil fertility), Molodezh' i innovatsii, materialy 13 Vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh, aspirantov i studentov, g. Cheboksary, 19-20 aprelya 2017, pp. 32–34.

2. Dimitriev V. L., Egorov V. A., Ivanov V. V. Vliyanie sideral'nykh kul'tur na plo-dorodie serykh lesnykh pochv (The effect of green manure crops on the fertility of grey forest soils), Ratsional'noe prirodopol'zovanie i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie sel'skikh territorii kak osnova effektivnogo funktsionirovaniya APK regiona, materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posv. 80-letiyu so dnya rozhd. zasl. rabotnika sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, pochetno-go grazhdanina Chuvashskoi Respubliki Aidaka Arkadiya Pavlovicha (g. Cheboksary, 2 iyunya 2017 g.), Cheboksary, 2017, pp. 88–90.

3. Kuznetsov A. I., Laskin P. V., Yakovleva M. I. Lyupin uzkolisty – tsennyi pred-shestvennik kartofelya (Lupin as a valuable potato precursor), Kartofel' i ovoshchi, 2013, No. 8, pp. 24–25.

- 
4. Kuznetsov A. I., Laskin P. V., Yakovleva M. I. Posledeistvie zven'ev sevooborota s ozimoi rozh'yu i lyupinom na urozhainost' yachmenya i kartofelya (Aftereffect of links of a crop rotation with winter rye and lupine on the yield of barley and potatoes), *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2013, No. 4, pp. 109–111.
  5. Kuznetsov A. I., Laskin P. V., Yakovleva M. I. Produktivnost' polevykh sevooborotov s lyupinom uzkolistnym na serykh lesnykh pochvakh Chuvashii (Productivity of field crop rotation with lupine on the grey forest soils of the Chuvash Republic), *Vestnik Ul'yanovskoi GSKhA*, 2015, No. 4 (32), pp. 25–29.
  6. Salyukova N. N., Yakovleva M. I., Vasil'eva A. V. Vnedrenie novykh bobovykh kul'-tur v sevooboroty Chuvashskoi Respubliki (Introduction of new legumes in the crop rotation of the Chuvash Republic), *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i sotsial'noi infrastruktury sela»*, posvyashch. 85-letiyu FGBOU VO Chuvashskaya GSKhA, Cheboksary, 2016, pp. 82–85.
  7. Yakovleva M. I., Dement'ev D. A., Salyukova N. N. Deistvie i posledeistvie zer-nobobovykh kul'tur v zven'yakh sevooborota (Effect and the residual effect of leguminous crops in crop rotation link), *Nauchno-prakticheskii zhurnal «Permskii agrarnyi vestnik»*, 2017, No. 2 (18), pp. 91–96.
  8. Yakovleva M. I., Salyukova N. N. Dinamika formirovaniya urozhaya kartofelya v po-sledeistvii po zven'yam sevooborota (Dynamics of formation of the potato crop in consequence at the links of crop rotation), *Ratsional'noe prirodopol'zovanie i sotsial'noekonomicheskoe razvitie sel'skikh territorii kak osnova effektivnogo funktsionirovaniya APK regiona : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posv. 80-letiyu so dnya rozhd. zasl. rabotnika sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, pochetno-go grazhdanina Chuvashskoi Respubliki Aidaka Arkadiya Pavlovicha (g. Cheboksary, 2 iyunya 2017 g.)*, Cheboksary, 2017, pp. 49–53.
  9. Salyukova N. N., Yakovleva M. I., Dement'ev D. A. Sovershenstvovanie sistemy ob-rabotki pochvy v zvene sevooborota: «gorokh - ozimaya rozh'» (Improving of soil tillage system in crop rotation link: "pea - winter rye"), *Ratsional'noe prirodopol'zovanie i sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie sel'skikh territorii kak osnova effektivnogo funktsionirovaniya APK regiona, materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhd. zasl. rabotnika sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, pochetnogo grazhdanina Chuvashskoi Respubliki Aidaka Arkadiya Pavlovicha (g. Cheboksary, 2 iyunya 2017 g.)*, Cheboksary, 2017, pp. 125–129.
  10. Takunov I. P. Sostoyanie i problemy nauchnogo obespecheniya lyupinoseyaniya v Rossiiskoi Federatsii (Status and problems of scientific support of luminosity in the Russian Federation), *Tezisy dokladov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Bryansk, VNI lyupina, 2005, pp. 4–12.
  11. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field experiment method), Moscow, Agropromizdat, 1987, 351 p.
  12. Bochmann H. Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfruechten, *Nachrichtenb. Deutsch Hflanzenschutz*, 1976, No. 28, pp. 1–4.
  13. Trukmann K., Reintam E., Kuht J. Uheaastase lupiini kasvatamisesse mojust tihedaks tallatud mullale, *Dokl. [Conference on the Faculty of Agronomy of EAU]*, 2005, No. 220, pp. 27–29.
-



## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.2.034

**ВЫРАЩИВАНИЕ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА  
ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ  
В ООО «ЭВИКА-АГРО» ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**И. Е. Иванова**, канд. с.-х. наук, доцент;  
**М. Г. Волынкина**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,  
ул. Республики, д 7, г. Тюмень, Россия, 625003  
E-mail: [danik1969@mail.ru](mailto:danik1969@mail.ru)

*Аннотация.* Дан анализ технологии выращивания ремонтного молодняка при пониженных температурах в условиях хозяйства Северного Зауралья. Целью исследований является изучение эффективности выращивания телят, используя холодный метод содержания. Было изучено влияние условий содержания на рост и развитие молодняка. Проанализирована сохранность и физиологическое состояние организма телят. Правильно организованная система содержания и полноценное кормление телят в раннем молочном периоде способствует выращиванию крепких, хорошо развитых животных молочного типа. Применяется технология выращивания молодняка при пониженных температурах. Ремонтный молодняк по возрастным особенностям распределен в технологические группы. Изучаемая группа телят – молозивные, молочные и телята периода отъема (от рождения до 2-месячного возраста). Основная цель технологических групп этого периода – закладка и формирование иммунной системы и формирование рубца и костяка в высоту. Новорожденные телята в течение 5 дней находятся в профилактории в индивидуальных клетках с подстилкой из соломы. По истечении этого периода молодняк переводят в индивидуальные клетки-домики на открытом воздухе, где телята находятся до 2-месячного возраста. При переводе телят в группу переходного периода показатели роста телят при холодном методе выращивания превосходят планируемые показатели на 20,73%. Содержание новорожденных телят в индивидуальных клетках-домиках на открытом воздухе позволяет выращивать здоровый молодняк и значительно повышать его сохранность. Сохранность молодняка при холодном методе содержания в целом по хозяйству – 99,25%. В картине крови к концу молочного периода наблюдается увеличение содержания общего белка на 4,11%,  $\gamma$ -глобулиновой фракции – на 61,88%, а также гемоглобина и оксигемоглобина и числа эритроцитов. Это указывает на интенсивность процессов белкового обмена в тканях в условиях пониженных температур. Правильно организованная система содержания телят в индивидуальных домиках при пониженных температурах, в том числе и полноценное кормление, способствует выращиванию крепких, хорошо развитых животных молочного типа и значительному повышению сохранности.

*Ключевые слова:* ремонтный молодняк, голштинская порода, холодный метод выращивания, молозиво, сохранность, приросты, кровь.

**Введение.** Система выращивания молодняка включает в себя комплекс мероприятий: получение здоровых, с крепкой конституцией животных, обладающих способностью высокой продуктивности; рациональную организацию их кормления, содержания и подготовки к производству продукции в конкретных технологических условиях. Основной путь реализации этих требований – направленное выращивание животных.

В соответствии с тем, для каких целей выращиваются телята, составляют план направленного выращивания молодняка [8].

Факторы направленного выращивания ремонтного молодняка позволяют получать крупных и здоровых животных с хорошо развитыми системами сердечно-сосудистой, пищеварения, дыхания [7].

Условием рациональной системы выращивания телят является выбор метода содержа-

ния или создание оптимальных условий для реализации генетического потенциала животного. В Тюменской области имеется опыт выращивания телят при пониженных температурах, но в условиях закрытого помещения, где телята содержатся даже в теплое время года [3].

**Методика.** Целью наших исследований является изучение эффективности выращивания телят, используя холодный метод содержания или выращивания телят при пониженных температурах.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявить влияние условий содержания на рост и развитие молодняка.
2. Изучить сохранность и физиологическое состояние организма телят.

Экспериментальная часть работы была выполнена в ООО «Эвика-Агро» Тюменской области. Объектом исследования являлся молодняк голштинской породы, отобранный в количестве 20 голов в возрасте 5-10 дней. Подбор телят осуществлялся с учётом породности, живой массы, возраста, пола и общего состояния здоровья. Уровень кормления и условия содержания были одинаковы, животные выращивались «холодным методом».

Контроль за изменением живой массы животных проводился путем индивидуального ежемесячного обмера с момента рождения до 2-месячного возраста. По этим результатам рассчитывали среднесуточный, абсолютный и относительный приросты. Определение живой массы телят проводили способом Фровейна, путем взятия следующих промеров сантиметровой лентой: косая длина туловища и обхват груди за лопатками. Затем по таблице определяли живую массу теленка.

Абсолютный, относительный и среднесуточные приросты рассчитывались согласно общепринятым методикам [1, 2, 6].

О влиянии на организм животных условий содержания судили по биохимическим показателям крови. Кровь для изучения была взята дважды: в начале и в конце изучаемого периода. Изучали уровень общего белка и его фракции, гемоглобина и оксигемоглобина и количество эритроцитов. Исследование крови проводилось в клинико-диагностической лаборатории ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» на полуавтоматическом анализаторе «Clima MC15».

Эффективность выращивания телят определялась в сравнении со стандартом породы.

**Результаты.** ООО «Эвика-Агро» занимается содержанием и разведением крупного рогатого скота голштинской породы черно-пестрой и красно-пестрой масти, который нетелями был завезен в 2009–2010 годах из Словакии. По результатам проведенной бонитировки в 2016 году в животноводческом комплексе насчитывалось 1025 коров, продуктивность которых является одной из самых высоких в Тюменской области – 9690 кг молока [9, 10].

В хозяйстве применяется технология выращивания молодняка при пониженных температурах. Согласно этой технологии ремонтный молодняк по возрастным особенностям распределен в технологические группы. Содержание телят в каждой технологической группе предусматривает определенную цель и соответствующее кормление животных. Изучаемая группа телят от рождения до 2-месячного возраста – молозивные, молочные и телята периода отъема. Основная цель технологических групп этого периода – закладка и формирование иммунной системы и формирование рубца и костяка в высоту.

Новорожденные телята в течение 5 дней находились в профилактории и содержались в индивидуальных клетках с подстилкой из соломы. По истечении этого периода молодняк переводили в индивидуальные клетки-домики на открытом воздухе, где телята находились до 2-месячного возраста.

По мнению многих исследователей, одним из важных факторов, влияющих на рост и развитие крупного рогатого скота в ранний постэмбриональный период, является температурный режим среды обитания [4].

Биологические особенности роста и развития телят в различные периоды выращивания необходимо учитывать при определении потребности в энергии и питательных веществах. У телят в первые шесть месяцев жизни происходит значительная функциональная перестройка органов пищеварения. Молозивный и молочный периоды являются критическими, так как подвержены воздействию различных стрессов, что может привести к ослаблению защитных сил организма и замедлению роста телят [2, 5].

Для новорожденных телят молозиво является источником питательных веществ и защитных антител до тех пор, пока не зарабо-

тает собственная иммунная система теленка. Выпойка молозива проводилась в течение первых 2 часов принудительно через пищеводную трубку. В соответствии со схемой, применяемой в хозяйстве, существует 3-разовая выпойка по 1,5 литра в течение

5 дней. Использовали только свежесвыдоенное молозиво с температурой 37-38 °С.

С мая по ноябрь молодняк содержится индивидуально в клетках 2×1,2 м. Клетки расположены на улице, в том месте, где нет сквозняков и сильного ветра.



Рис. 1. Содержание телят в клетках-домиках

В зимний период, клетки находятся в аrochenнике облегченного типа, где температура не опускается ниже -3-0°С при достаточно низких температурах наружного воздуха. Содержатся телята на глубокой несменяемой подстилке, что обеспечивает животным сухое теплое ложе.

Параметры микроклимата влияют не только на общее состояние животных, но и на их приросты. Опыт зарубежных и отечественных хозяйств показывает, что в холодное время года теленка согревает не теплое помещение, а богатый энергией концентрированный корм, который должен постоянно находиться в кормушке [1, 11, 12].

Приучение и использование стартера (К-2 комбикорм-концентрат для телят от 0 до 6 месяцев) начинали со второй декады жизни в количестве 0,2 кг. Приучение телят в раннем возрасте к поеданию концентрированных энергетических кормов оказывает влияние на

развитие ворсинок и увеличение рубца. Поступающие в рубец концентраты ферментируются, способствуют утолщению его слизистой оболочки и стимулируют развитие ее сопочков. При этом происходит увеличение поверхности стенок рубца и площади. При брожении глюкозы образуются летучие жирные кислоты, укрепляющие микронную основу стенок кишечника [6, 12].

Особенностью кормления телят является тот факт, что применяется не заменитель цельного молока, а цельное пастеризованное молоко. По схеме использовали 2-разовую выпойку молока: по 2 литра – летом и по 2,5 литра – зимой.

Основными параметрами перевода животных в другую группу служили: живая масса не ниже 60 кг и поедание теленком стартера в количестве не менее 1 кг. В таблице 1 представлена динамика живой массы телят. Изменение проводилось способом Фровейна.

Таблица 1

Динамика живой массы телят

Показатель	Значение
Живая масса телят при рождении, кг	39,0 ± 3,86
Живая масса в возрасте 30 дней, кг	60,00 ± 2,50
В возрасте 60 дней, кг	82,00 ± 3,40
Абсолютный прирост, кг	43,00
Относительный прирост, %	110

К 2-месячному возрасту изучаемая группа телят имела живую массу в среднем 82,0 кг, что выше планируемых показателей на 17 кг или на 20,73%. За 2 месяца абсолютный прирост живой массы животных составил 43 кг.

Относительный прирост также оказался высоким, телята обладают хорошей энергией роста. В таблице 2 представлены показатели среднесуточных приростов телят.

Таблица 2

Динамика среднесуточных приростов, г

Показатель	Значение	Стандарт
1 месяц	700,0±15,40	–
2 месяц	733,3±10,10	–
За весь период	716,6±9,25	0,660

Показатели роста телят, содержащихся холодным методом выращивания, превосходят планируемые показатели роста при переводе телят в группу переходного периода.

При изучении технологии содержания телят в клетках-домиках была определена сохранность молодняка. Изучаемая группа телят в количестве 20 голов имела хорошее состояние здоровья, падежа не наблюдалось. В целом, по хозяйству в начале изучаемого периода в группе телят молочного периода находилось 400 голов. К концу периода выбраковка составила 3 головы или 0,75%, а сохранность молодняка в целом по хозяйству – 99,25%.

Добиваться высокой сохранности молодняка возможно лишь при соблюдении определенных требований, таких как содержание в клетке только одного теленка, систематическое пополнение сухой подстилки, исключение сквозняков и сырости.

Анализ биохимических исследований крови свидетельствует о том, что все показатели как в начале опыта, так и в конце – находились в пределах физиологической нормы.

Наблюдается увеличение содержания белков в крови молодых растущих животных, что указывает на интенсивность процессов белкового обмена в тканях в условиях пониженных температур. Содержание общего белка к концу молочного периода увеличивается на 4,11%. В крови животных постоянно присутствуют антитела в виде  $\gamma$ -глобулинов, которые обеспечивают иммунитет к инфекционным заболеваниям. В период усиленного роста у телят наблюдается не только повышение общего белка, но и содержание  $\gamma$ -глобулиновой фракции, которая увеличивается на 61,88%. Значительно повышается в крови уровень гемоглобина и оксигемоглобина и увеличивается число эритроцитов.

**Выводы.** Правильно организованная система содержания телят в индивидуальныхдомиках при пониженных температурах, в том числе и полноценное кормление, способствует выращиванию крепких, хорошо развитых животных молочного типа и значительному повышению сохранности.

**Литература**

1. Волюнкина М. Г., Ковалева О. В., Иванова И. Е. Рекомендации по использованию заменителей цельного молока в кормлении телят. Тюмень : Изд-во ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 2012. 153 с.
2. Дмитrochenко А. П., Пшеничный П. Д. Кормление сельскохозяйственных животных. Л. : Колос, 1975. 342 с.
3. Иванова И. Е. Технология выращивания племенного молодняка в учебно-опытном хозяйстве ТГСХА Тюменской области // Вестник ГАУ Северного Зауралья. 2014. № 4 (27). С. 10–13.
4. Иванов В., Мельников С. «Холодный – жаркий» способ содержания телят: что хорошо, а что плохо // Молочное и мясное скотоводство. 2009. №3. С. 61.
5. Клейменов Н. И. Кормление молодняка крупного рогатого скота. М. : Агропромиздат, 1987. 271 с.
6. Клюев Н. В., Карелин А. И. Результаты холодного метода выращивания телят в индивидуальныхдомиках на открытой площадке // Сб. «Актуальные проблемы зоогигиены в промышленном животноводстве и птицеводстве». М., 1987. С. 38–40.
7. Костомахин Г. Н. Практические советы выращивания ремонтного молодняка в скотоводстве // Главный зоотехник. 2012. №2. С. 25–27.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. М., 2003. 456 с.

9. Чупров И. Если бы все российские коровы жили в таких условиях [Электронный ресурс] // Вслух.ру. Режим доступа URL: <http://www.vsluh.ru/news/economics/274523/> (дата обращения: 2.10.2017).
10. Dairy News: новости молочного рынка каждый день [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://www.dairynews.ru/company/evika-agro-ooohttp> (дата обращения 2.10.2017).
11. Bates D. W., Anderson J.F. Their heifers do better in cold housing // Hoard, s Dairyman. 1984. №129 (18). P. 1086.
12. Richard A. U., Muller L. D., Heinrichs A. J. Ad libitum or twice daily feeding of acidified milk replacer to calves housed individually in warm and cold environments // J. Dairy Sc. 1988. №71 (8). P. 2193–2202.

## **BREEDING REPLACEMENTS AT LOW TEMPERATURES ON THE BASE OF «EVIC-AGRO» LIVESTOCK FARM OF TYUMEN OBLAST**

**I. E. Ivanova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
**M. G. Volynkina**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
State agrarian University of Northern Zauralye  
7 Respubliki St., Tyumen 625003 Russia  
E-mail: [danik1969@mail.ru](mailto:danik1969@mail.ru)

### **ABSTRACT**

Efficiency of breeding replacements at low temperatures was studied under conditions of Tyumen Oblast. The article examines 40 Holstein replacements at 5-10 days old. The calves were selected according to their breed, live weight, age, gender and general state of health. The level of feeding and animal welfare was identical. Changes in live weight were managed through individual measurement every month from birth to 2 months. The calves live weight was determined by measurements of body length and girth. Biochemical parameters of blood reflected the influence of animal welfare on their organism. According to the age peculiarities, the replacements were divided into 3 groups. The investigated group was represented by calves of the colostrum period, bobby and weaned calves (from birth to 2 months). New born calves were placed in single boxes with straw bedding for 5 days. After this period they were transferred to open air single boxes till 2 months. During this transfer growth performance of calves keeping by the cold method overshoot expected performance by 20.73%. Safety of young animals keeping by the cold method at the farm was 99.25%. To the end the content of total protein in blood of bobby calves increased by 4.11%,  $\gamma$ -globulin fraction by 61.88%. Increase of hemoglobin, oxygenated hemoglobin and number of red blood cells also were observed. This indicates the intensity of protein metabolism in tissues at low temperatures. A well-organized system of keeping calves in single boxes at low temperatures as well as good nutrition promotes the breeding of strong, well-evolved dairy animals and significantly increases their safety.

*Key words: Replacements, Holstein breed, cold method of raising, colostrum, safety, rate of growth, blood.*

### **References**

1. Volynkina M. G., Kovaleva O. V., Ivanova I. E. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu zamenitelei tsel'nogo moloka v kormlenii telyat (Guidelines for use of calf milk replacer), Tyumen', Izd-vo FGBOU VPO «Gosudarstvennyi agrarnyi universitet Severnogo Zaural'ya», 2012, 153 p.
2. Dmitrochenko A. P., Pshenichnyi P. D. Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Feeding of farming animals), Leningrad, Kolos, 1975, 342 p.
3. Ivanova I. E. Tekhnologiya vyrashchivaniya plemennogo molodnyaka v uchebno-opytnom khozyaistve TGSKhA Tyumenskoi oblasti (Breeding technology of young breeders in study and trial farming TGSKhA of Tyumenskaya oblast), Vestnik GAU Severnogo Zaural'ya, 2014, No. 4 (27), pp. 10–13.
4. Ivanov V., Mel'nikov S. «Kholodnyi – zharkii» sposob soderzhaniya telyat: chto khorosho, a chto plokho (Cold-warm method of calves breeding. Advantages and disadvantages), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2009, No.3, p. 61.
5. Kleimenov N. I. Kormlenie molodnyaka krupnogo rogatogo skota (Feeding of young cattle), Moscow, Agropromizdat, 1987, 271 p.
6. Klyuev N. V., Karelin A. I. Rezul'taty kholodnogo metoda vyrashchivaniya telyat v individual'nykh domikakh na otkrytoi ploshchadke (The breeding results of calves keeping by the cold method in single outdoors boxes), Sb. «Aktual'nye problemy zoogigieny v promyshlennom zhivotnovodstve i ptitsevodstve», Moscow, 1987, pp. 38–40.
7. Kostomakhin G. N. Prakticheskie sovety vyrashchivaniya remontnogo molodnyaka v skotovodstve (Practical suggestions of replacements breeding in cattle production), Glavnyi zootekhnik, 2012, No.2, pp. 25–27.
8. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh (Feeding rates and diets for farming animals), spravochnoe posobie, pod red. A. P. Kalashnikova, V. I. Fisinina, V. V. Shcheglova, N. I. Kleimenova, Moscow, 2003, 456 p.

9. Chuprov I. Esli by vse rossiiskie korovy zhili v takikh usloviyakh, Elektronnyi resurs, Vslukh.ru, Rezhim dostupa URL: <http://www.vslukh.ru/news/economics/274523/> (data obrashcheniya: 2.10.2017).

10. Dairy News: novosti molochnogo rynka kazhdyi den', Elektronnyi resurs, Rezhim dostupa URL: <http://www.dairynews.ru/company/evika-agro-ooohttp> (data obrashcheniya 2.10.2017).

11. Bates D. W., Anderson J.F. Their heifers do better in cold housing, Hoard, s Dairyman, 1984, No.129 (18), P. 1086.

12. Richard A. U., Muller L. D., Heinrichs A. J. Ad libitum or twice daily feeding of acidified milk replacer to calves housed individually in warm and cold environments, J. Dairy Sc., 1988, No.71 (8), pp. 2193–2202.

УДК 636.09

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И ЛЕЧЕБНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ СЛАДЖ-СИНДРОМЕ СОБАК

**Е. П. Краснолобова**, канд. ветеринар. наук;

**К. А. Сидорова**, д-р биол. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья,

ул. Республики, д 7, г. Тюмень, Россия, 625003

E-mail: [e\\_krasnolobova@mail.ru](mailto:e_krasnolobova@mail.ru)

*Аннотация.* В статье описано явление сладж-синдрома, которое является предшественником камнеобразования. Сладжи являются также причинами застоя желчи и затрудненного желчеотделения. Вследствие этого у животных возникают все симптомы, характерные для острого холецистита, но истинной причиной будет являться накопление сладжей. Исследования проводились на базе ветеринарных клиник города Тюмени. Были исследованы собаки с клиническими признаками острого холецистита. После проведенного ультразвукового исследования впервые была дана классификация сладжей в зависимости от консистенции. Также рассмотрено влияние препаратов урсодезоксихолевой кислоты на растворение сладжей. Для этого собакам были назначены препараты, содержащие эту кислоту и определена эффективность урсодезоксихолевой кислоты в терапии. В результате проведенного ультразвукового исследования установили, что билиарные сладжи у собак встречаются в 3 различных формах, наиболее распространенной из них является эхо-неоднородная желчь с наличием различной плотности сгустков (82,3%), в меньшей степени встречаются микролитиаз (0,8%) и сочетание замазкообразной желчи с микролитами (2,4%). При назначении урсодезоксихолевой кислоты все типы сладжей рассасывались. Курс терапии у собак составлял от 14 до 60 дней.

*Ключевые слова:* собаки, билиарный сладж, урсодезоксихолевая кислота, ультразвуковая диагностика, терапия, классификация, желчь, растворение.

**Введение.** Холециститы являются достаточно распространенным заболеванием у собак [1, 6, 7, 12]. От общей патологии печени они занимают 18,97% [3]. Однако в медицинской практике известно, что симптомы холецистита может вызывать не только истинное воспаление стенок желчного пузыря, но и сладж-синдром (или билиарный сладж) [11].

Билиарный сладж (от латинского «biliaris» – желчный и английского «sludge» – грязь, тина, ледяная каша, ил, взвесь) – это скопление кристаллов холестерина, пигментных кристаллов и солей кальция в одном образовании, возникающее в билиарных протоках и желчном пузыре. Термином “билиарный

сладж” обозначают любую неоднородность желчи, выявляемую при эхографическом исследовании.

Билиарные сладжи являются предшественником камнеобразования, а также одной из причин затрудненного желчеотделения. Поэтому на ранних стадиях развития заболевания очень важна профилактика.

В настоящее время в мировую гепатологическую практику широко внедряются препараты урсодезоксихолевой кислоты (УДКХ) – третичной желчной кислоты, важный клинический эффект которой при синдроме внутривисцерального холестаза в целом связан с конкурентным замещением токсич-

ных желчных кислот [4, 5, 8, 9, 10]. В ветеринарной практике указанный препарат используется, но эффективность его недостаточно изучена. В доступной научной ветеринарной литературе отсутствуют сведения по классификации билирных сладжей.

**Цель исследования** – изучить влияние урсодезоксихолевой кислоты на рассасывание билирных сладжей у собак.

**Методика.** Научно-исследовательская работа выполнялась в 2016-2017 гг. на кафедре анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья», а также в производственных условиях на базе ветеринарной клиники «Акуна Матата» в г.Тюмени. Клинические исследования животных проводили по общепринятым методикам, анализировали морфологические и биохимические показатели крови, осуществляли УЗИ-диагностику на

ультразвуковом сканере Medison SonoAce R3 конвексным, микроконвексным и линейным датчиками с частотой 2-8 МГц. Для решения поставленной задачи были обследованы 123 собаки с наличием билирных сладжей.

**Результаты.** Российские гастроэнтерологи выделяют 3 основных типа билирного сладжа [2]:

- микролителиаз;
- эхо-неоднородная желчь с наличием различной плотности сгустков;
- сочетание замазкообразной желчи с микролитами.

В соответствии с представленной классификацией у обследованных собак (рис. 1) было выявлено, что основную часть занимает эхо-неоднородная желчь с наличием различной плотности сгустков – 82,3%, остальные типы встречаются в меньшей степени.

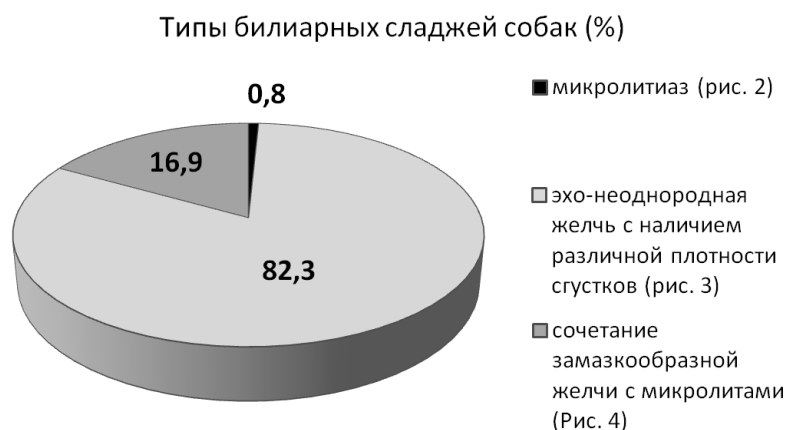


Рис. 1. Типы билирных сладжей собак



Рис. 2. Микролителиаз



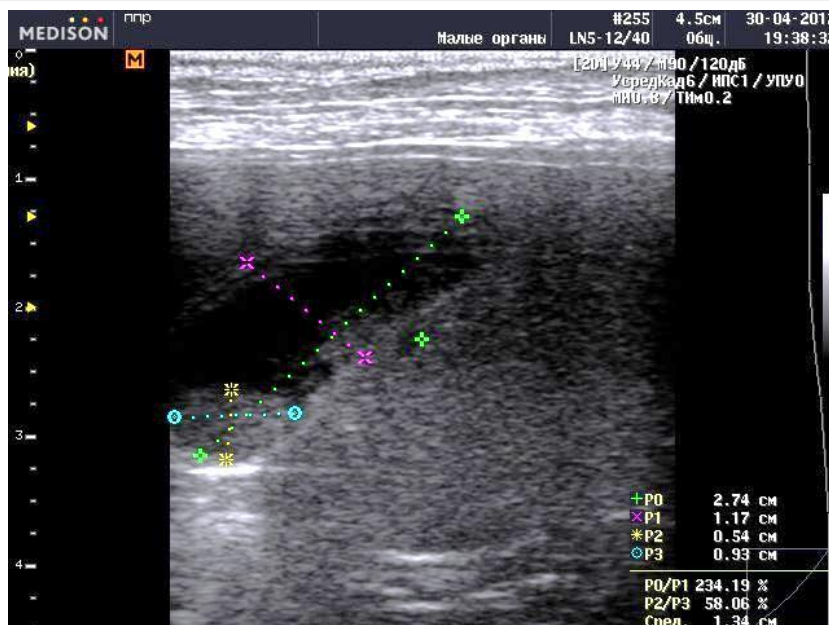


Рис. 3. Эхо-неоднородная желчь с наличием различной плотности сгустков

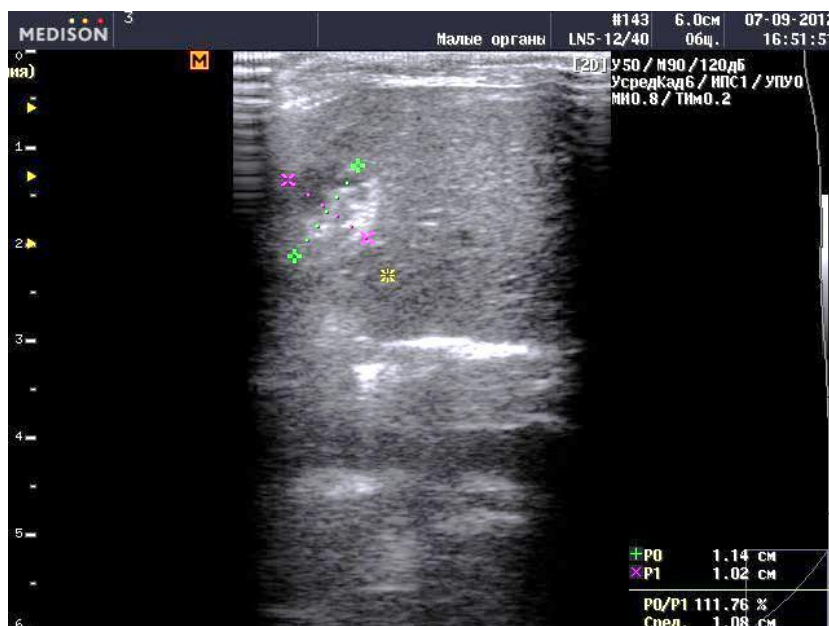


Рис. 4. Сочетание замазкообразной желчи с микролитами

После постановки диагноза всем животным в качестве терапии был назначен препарат урсодезоксихолевой кислоты в дозе 10 мг/кг веса 2 раза в день в течение 60 дней. При оценке влияния препарата на организм учитывалось отсутствие или наличие клинических признаков, проведение ультразвуковой диагностики осуществляли на 14, 30 и 60 дни.

В результате проведенных исследований было выяснено, что у животных с эхо-неоднородной желчью со сгустками различной плотности происходило уменьшение сгустков уже

на 14 день исследования, а у 86,4% на 30-й день опыта они полностью отсутствовали.

У собак с замазкообразной желчью с микролитами на 14 день лечения происходило уменьшение сладжа, у 33,3% животных наблюдался переход в тип эхо-неоднородной желчи со сгустками. На 30 день у всех исследуемых животных произошло растворение микролитов, а к 60 дню полностью отсутствовали сладжи в желчном пузыре.

У собак с микролитами на 30 день установлено значительное их уменьшение, полное растворение наблюдалось на 60 день.



**Выводы.** На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Билиарные сладжи у собак встречаются в 3 различных формах, наиболее распространенной из них является эхо-неоднородная желчь с наличием различной плотности сгуст-

ков (82,3%), в меньшей степени встречаются микролитиаз (0,8%) и сочетание замазкообразной желчи с микролитами (2,4%).

2. Урсодезоксихолевая кислота является эффективным средством для растворения билиарных сладжей.

#### Литература

1. Домацкий В. Н., Глазунов Ю. В., Глазунова Л. А. Особо опасные болезни животных (учебник) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-2. С. 188–189.
2. Ильченко А. А., Делюкина О. В. Клиническое значение билиарного сладжа // Consil. Medicum. Гастроэнтерология. 2005. №2. С. 14–19.
3. Краснолобова Е. П. Распространение и этиология гепатопатий собак в условиях г. Тюмени // Фундаментальные исследования. 2012. № 9–1. С. 44–46.
4. Минушкин О. Н. Урсодезоксихолевая кислота (УДХК) в клинической практике // Медицинский совет. 2010. №1-2. С. 12–16.
5. Саблин О. А., Ильчишина Т. А., Ледовская А. А. Заболевания желчного пузыря: возможности терапии препаратами урсодезоксихолевой кислоты : метод. пособие. СПб. : АбсолютН, 2013. 34 с.
6. Татарникова Н. А., Беккер А. А. Ультраструктурные изменения печени и почек при хламидийной инфекции // Аграрный вестник Урала. 2011. № 12–2. С. 52–53.
7. Чегодаева М. Г., Татарникова Н. А. Вопросы онкологической патологии мелких домашних животных // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 10-5 (17). С. 43–45.
8. Bang S. Natural course and treatment strategy of gallbladder polyp // KoreanJ. Gastroenterol. 2009. Vol. 53. P. 336–340.
9. Cabezas Gelabert R. Effect of ursodeoxycholic acid combined with statins in hypercholesterolemia treatment : a prospective clinical trial // Rev. Clin. Esp. 2004. Vol. 204(12). P. 632–635.
10. Gallahan W., Conway J. Diagnosis and management of gallbladder polyps // Gastroenterol.Clin. North Am. 2010. Vol. 39. P. 359–367.
11. Shiffman M., Kaplan G., Brinkman-Kaplan V., Vickers F. Prophylaxis against gallstone formation with ursodeoxycholic acid in patients participating in a very-low-calorie diet program // Ann. Intern.Med. 1995. Vol. 15. P. 899–905.
12. State of the body of rabbits suffering from psoroptosis receiving sel-plex / С. А., Sidorova, E. N. Maslova, N. A. Cheremenina [и др.] // Biology and Medicine. 2014. Т. 6. № 3. С. ВМ-043-14.

## SLUDGE-SYNDROME DIAGNOSTIC AND TREATMENT MEASURES IN DOGS

**E. P. Krasnolobova**, Cand. Vet. Sci.

**K. A. Sidorova**, Dr Bio. Sci., Professor

State agrarian University of Northern Zauralye

7 Respubliki St., Tyumen 625003 Russia

E-mail: e\_krasnolobova@mail.ru.

#### ABSTRACT

In 2016-2017 the Department of Anatomy and Physiology of the Northern Trans-Ural State Agricultural University as well as veterinary clinics of Tyumen examined the impact of ursodeoxycholic acid on biliary sludge dispersal in dogs. Clinical examination was carried out by established methods through biochemical and morphological parameters, diagnostics on Medison SonoAce R3 ultrasound scanner by convex, micro convex and linear transducer at a frequency of 2-8 MHz. 123 dogs with biliary sludge were investigated. First sludge classification according to its consistence was presented after ultrasound investigation. The article deals with the impact of ursodeoxycholic acid on biliary sludge dispersal. Drugs with ursodeoxycholic acid were given to dogs to determine its effectiveness during the therapy. Three different kinds of biliary sludge were found in dogs. Echo-inhomogeneous bile with clots of different density (82,3%) was the most abundant, microlithiasis (0,8%) as well as thick bile with microliths (2,4%) were spread to a lesser extent. Ursodeoxycholic acid show good performance by dissolving all kinds of sludge at 10 mg/kg per os 2 times a day. Dog therapy ranged from 14 to 60 days.

*Key words:* dogs, biliary sludge, ursodeoxycholic acid, ultrasonic diagnostics, therapy, classification, bile solubility.

## References

1. Domatskii V. N., Glazunov Yu. V., Glazunova L. A. Osobo opasnye bolezni zhivotnykh (uchebnik) (The most dangerous animal diseases), Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya, 2015, No. 8-2, pp. 188–189.
2. Il'chenko A. A., Delyukina O. V. Klinicheskoe znachenie biliarnogo sladzha (Clinical mean of biliary sludge), Consil. Medicum, Gastroenterologiya, 2005, No.2, pp. 14–19.
3. Krasnolobova E. P. Rasprostranenie i etiologiya gepatopatii sobak v usloviyakh g. Tyumeni (Spread and etiology of dog hepatopathy under the conditions of Tyumen), Fundamental'nye issledovaniya, 2012, No. 9-1, pp. 44–46.
4. Minushkin O. N. Ursodezoksikholevaya kislota (UDKhK) v klinicheskoi praktike (Ursodeoxychenodeoxycholic acid (UDKhK) in clinical practice), Meditsinskii sovet, 2010, No.1-2, pp. 12–16.
5. Sablin O. A., Il'chishina T. A., Ledovskaya A. A. Zabolevaniya zhelchnogo puzyrya: vozmozhnosti terapii preparatami ursodezoksikholevoi kisloty (The diseases of gallbladder: opportunities of the therapy including drugs with ursodeoxychenodeoxycholic acid), metod. posobie, Saint-Petersburg, AbsolyutN, 2013, 34 p.
6. Tatarnikova N. A., Bekker A. A. Ul'trastrukturnye izmeneniya pecheni i pochek pri khlamidiinoi infektsii (Ultrastructural changes of liver and kidneys under chlamydial infection), Agrarnyi vestnik Urala, 2011, No. 12-2, pp. 52–53.
7. Chegodaeva M. G., Tatarnikova N. A. Voprosy onkologicheskoi patologii melkikh domashnikh zhivotnykh (Oncologic pathology issues of pets), Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal, 2013, No. 10-5 (17), pp. 43–45.
8. Bang S. Natural course and treatment strategy of gallbladder polyp, KoreanJ, Gastroenterol, 2009, Vol. 53, pp. 336–340.
9. Cabezas Gelabert R. Effect of ursodeoxycholic acid combined with statins in hypercholesterolemia treatment : a prospective clinical trial, Rev. Clin. Esp., 2004, Vol. 204(12), pp. 632–635.
10. Gallahan W., Conway J. Diagnosis and management of gallbladder polyps, Gastroenterol.Clin., North Am., 2010, Vol. 39, pp. 359–367.
11. Shiffman M., Kaplan G., Brinkman-Kaplan V., Vickers F. Prophylaxis against gallstone formation with ursodeoxycholic acid in patients participating in a very-low-calorie diet program, Ann. Intern.Med., 1995, Vol. 15, pp. 899–905.
12. Sidorova C. A., Maslova E. N., Cheremenina N. A., Domatsky V. N., Glazunova L. A. State of the body of rabbits suffering from psoroptosis receiving sel-plex, Biology and Medicine, 2014, T. 6, No. 3, pp. BM-043-14.

УДК 636.043:636.087.72 (470.53)

## ВЛИЯНИЕ ТИПА КОРМЛЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СОБАК В УСЛОВИЯХ ГОРОДКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ СЛУЖЕБНЫХ СОБАК

**Д. В. Плотников**, аспирант; **В. А. Ситников**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [denis-plotnikov00@rambler.ru](mailto:denis-plotnikov00@rambler.ru)

*Аннотация.* Изучали влияние типа кормления на физиологическое состояние собак в условиях городка для содержания служебных собак Пермского института Федеральной службы исполнения наказаний. Проведен научно-хозяйственный опыт на трех группах служебных собак. Контрольной группе скармливался рацион, основанный на традиционной корме, приготовляемом из натуральных продуктов на кормокухне питомника. Опытным группам собак скармливались готовые полнорационные сухие корма «Стаут» и «Pedigree». Используемые во всех трех группах корма соответствовали норме потребностей собак по сухому веществу, но по содержанию протеина не соответствовали норме кормления на 15–20%. Уровень энергии в первой и второй опытных группах был ниже нормы и в основном за счет жира, а в контрольной – за счет углеводов. Клетчатка во всех рационах была в дефиците. Минеральный состав рационов совпал с нормой кормления только в контрольной и второй опытной группах. Биохимический анализ крови собак контрольной группы по большинству показателей соответствовал норме: уровень глюкозы – на 8,53% от нормы, содержание фосфора в крови больше нормы на 4,00%, креатинина – на 10,65%. Биохимический состав крови собак опытных групп отличался более качественными показателями и отвечал нормативам здоровых животных. Несмотря на удовлетво-

рение потребностей собак в питательных веществах, только в контрольной группе выявлена положительная динамика увеличения живой массы животных при среднесуточном приросте 5,3 г ( $P < 0,01$ ). В обеих опытных группах у собак, потреблявших готовые сухие корма, выявлена отрицательная тенденция: на корме СТАУТ – 0,3 г/сутки; Pedigree – 1,7 г/сутки.

*Ключевые слова:* собаки, корма, рацион, кормление, кровь, живая масса.

**Введение.** Проведено много исследований о влиянии типов кормления на организм собак в России и за рубежом, но данные довольно противоречивы. В государственных и частных питомниках широкое использование находят традиционные (приготавливаемые) корма, которые готовятся путем варки супа-кашицы в котлах на кормокухнях специальным персоналом [4; 5; 6]. В последние годы в крупных промышленных центрах в связи с появлением готовых кормов (Pedigree, Royal Canin, Hill's, Pronatur и др.) у собак участились случаи заболеваний, связанных с погрешностью в кормлении.

В связи с тем, что в России взято направление на импортозамещение, в том числе и в использовании готовых сухих кормов зарубежного производства, руководство ФСИН России поставило задачу определить наиболее эффективный корм отечественного производства, что и послужило выбором темы исследования.

Цель исследований заключалась в определении влияния полнорационных кормов «Стаут», «Pedigree» на фоне приготавливаемого

на биохимические показатели крови и живую массу служебных собак породы немецкая овчарка.

**Методика.** Объектом исследования послужило поголовье животных городка для содержания служебных собак, где животным давали пищу, приготовленную в условиях кормокухни.

Методикой исследования предусматривалось проведение научно-хозяйственного опыта методом пар-аналогов по схеме (таблица 1); зоотехнический анализ кормов в биохимическом отделе ГБУВК «Пермский ветеринарный диагностический центр» по методике Е.А. Петухова и др., [8]; расчет питательности рационов собак и сравнение их с нормами кормления по С.Н. Хохрину [12] и Н.Е. Шалаботу [13]; отбор проб крови и определение биохимического состава в этой же лаборатории по методике П.Т. Лебедева, А.Т. Усовича [7]; расчет обменной энергии ( $OЭ_{расч.}$ ) рационов по коэффициентам Атвотера [4]; обработка полученных результатов на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel по методике Н.А. Плохинского [9].

Таблица 1

Схема опыта

Группа	n	Возраст, мес.	Живая масса, кг	Условия кормления	Длительность наблюдения, дней
Контрольная	8	25,25±7,75	32,07±2,27	Приготавливаемый	90
1 Опытная	8	24,25±9,75	28,37±1,49	«Стаут»	90
2 Опытная	8	24,87±8,13	29,88±1,95	«Pedigree»	90

*Достоверность разницы обозначали знаком: \* при  $P < 0,05$ , \*\* при  $P < 0,01$ , \*\*\* при  $P < 0,001$ , а между опытными группами; ^ при  $P < 0,05$ , ^^ при  $P < 0,01$*

**Результаты.** В связи с различным содержанием воды в сравниваемых кормах, полученные результаты пересчитывали на содержание в абсолютно сухом веществе.

На основании этих данных произвели расчет питательности используемых рационов и сравнили их с нормами кормления по Н.Е. Шалаботу и С.Н. Хохрину (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что в рационах исследуемых групп собак имелись отклонения от рекомендуемых норм.

В группе собак, получавших приготавливаемый корм, обменная энергия превышает норму на 0,92%, соответственно, углеводы – на 25,51%, но по протеину рацион не удовлетворял норму на 13,79%, жиру – на 23,33%, клетчатке – на 35,00%; кальций и фосфор оставались в пределах нормы.

Рацион, основанный на корме «Стаут», удовлетворял норму кормления по обменной энергии на 97,41 %, протеину – на 85,87%, углеводам – на 94,36 %, клетчатке – на

33,75%, кальцию – на 69,62 % и фосфору – на 83,33%.

Рацион, базирующийся на «Pedigree», обеспечивал потребность собак в обменной

энергии на 91,40%, в углеводах – на 97,60%, протеине – на 64,06%, но превышал норму кормления по содержанию жира на 27,55%, кальция – на 2,53%, фосфора – на 16,66%.

Таблица 2

Состав рациона кормления собак (живая масса 30 кг)

Показатель	Норма кормления	Корм		
		Приготавливаемый корм	Стаут	Pedigree
Влажность, %	-	86,53	8,0	9,0
Суточная дача, г	-	4120	600	600
Сухое вещество, г	-	555	552	546
Обменная энергия (расчетная), кДж	10350	10445	10089	9464
Сырой протеин, г	175,5	135,4	150,7	129,1
Сырой жир, г	45,0	30,9	69,0	57,4
БЭВ (углеводы), г	315,9	355,1	298,1	308,4
Сырая клетчатка, г	24,0	14,0	8,1	12,2
Кальций, г	7,9	8,1	5,5	8,1
Фосфор, г	6,6	6,2	5,5	7,7

Кальций-фосфорное соотношение было ближе к норме у приготавливаемого корма 1,31:1, в корме «Pedigree» – 1,05:1, в «Стаут» – 1:1, что может привести к выведению кальция из костей у собак опытных групп.

Для собак, выполняющих служебную работу, при их содержании в неотапливаемых помещениях, количества сырого протеина во всех рационах недостаточно, что может вызывать азотное голодание, нарушение регенера-

ции, разрушение белков организма, его истощение, патологические изменения в нервной системе и органах внутренней секреции, а при критических отклонениях в метаболизме или гомеостазе – гибель животных.

Исходя из анализа полученных результатов крови собак, кормление которых осуществлялось сухими кормами, можно сделать предположение о неполной их сбалансированности (таблица 3).

Таблица 3

Биохимический состав крови, n=8 (X±Sx)

Показатель	Норма	Группа		
		контрольная	1 опытная	2 опытная
Общий белок, г/л	59,0-76,0	62,90±1,56	65,84±1,36	66,64±2,67
Альбумин, %	48,0-57,0	26,42±5,17	49,89±1,99***	44,32±6,01*
α глобулин, %	20,0-25,0	36,57±4,41	20,55±1,33*	23,55±5,64**
β глобулин, %	10,0-16,0	16,84±1,87	10,66±3,29	10,52±1,61*
γ глобулин, %	10,0-14,0	20,06±0,66	18,89±2,50	21,48±1,78
Глюкоза, ммоль/л	3,4-5,6	3,11±0,16	3,20±0,34	2,70±0,36
Кальций, ммоль/л	2,5-3,13	2,53±0,21	2,69±0,20	2,68±0,13
Фосфор, ммоль/л	1,0-2,0	2,08±0,30	2,09±0,17	2,16±0,31
АСТ, Ед/л	8,9-48,5	18,68±2,05	29,32±7,97*	34,22±2,34***
АЛТ, Ед/л	8,2-37,3	8,13±1,52	9,27±3,16	8,05±1,70
Амилаза, Ед/л	269-1462	312,67±3,02	328,82±38,094	320,92±69,17
Холестерин, ммоль/л	3,0-6,6	4,90±0,31	5,68±0,67	6,28±0,74
Креатинин, мкмоль/л	44,0-138,0	152,70±5,82	146,81±11,48	132,69±15,44

У собак контрольной группы выявлено превышение в сравнении с нормой содержания фракций белка: α глобулина – на 46,28%, β глобулина – на 5,25%, γ глобулина – на 43,28%; фосфора – на 4,00%, креатинина – на 10,65%, при понижении белка альбумина на 44,96% и глюкозы – на 8,53%.

В то же время в крови собак первой опытной группы, напротив, большее количество показателей соответствовали норме, за исключением незначительного превышения: фракции белка γ глобулина на 34,93%, фосфора – на 4,50%, креатинина – на 6,38%, при понижении глюкозы на 5,88%.

В крови собак второй опытной группы выявлено превышение содержания фракции белка  $\gamma$  глобулина на 53,43%, фосфора – на 8,00% при понижении глюкозы на 20,59%, фермента аланинаминотрансферазы – на 1,83%.

В сравнении с результатами анализов контрольной группы животных показатели первой опытной группы по содержанию белка альбумина превышали контрольные на 88,83 % ( $P < 0,001$ ), а второй опытной группы – на 67,75% ( $P < 0,05$ ). Установлены достоверные превышения по фракции белка  $\alpha$ -глобулина между контрольной и первой опытной группой на 77,95% ( $P < 0,05$ ), и второй опытной группой на 64,40% ( $P < 0,01$ ).

Уровень глюкозы в первой опытной группе был выше контрольной на 0,09 ммоль/л, а во второй – ниже на 0,41 ммоль/л.

Выявлено незначительное превышение содержания кальция по сравнению с контрольной группой: в первой опытной группе – на 0,16 ммоль/л, во второй опытной группе – на

0,15 ммоль/л; фосфора соответственно 0,01 ммоль/л и 0,08 ммоль/л.

Ферменты крови: аспартатаминотрансфераза был более активен в крови собак первой опытной группы на 56,95% ( $P < 0,05$ ), а во второй – на 83,72% ( $P < 0,001$ ) в сравнении с кровью контрольной группы; аланинаминотрансфераза был более активен в первой опытной группе на 14,02%, и менее активен во второй группе на 0,99%.

При некоторых расхождениях показателей крови собак контрольной и опытных групп основные показатели животных, содержащихся на приготовляемом корме, находились в пределах нормативных значений.

У собак контрольной группы в ходе научно-производственного опыта за 90 дней (таблица 4) выявлено увеличение в живой массе при среднесуточном приросте 5,3 г ( $P < 0,01$ ), а у животных, в рационе которых использовались готовые корма, прослеживается снижение живой массы у собак 1-й опытной группы – на 0,3 г, 2-й опытной группы – на 1,7 г.

Таблица 4

Динамика живой массы

Группа	n	Живая масса, кг		Прирост живой массы, кг	Среднесуточный прирост, г
		на начало опыта	по окончании		
Контрольная	8	32,07±2,27	32,55	0,48	5,3
1 опытная	8	28,37±1,49	28,34	-0,03	-0,3**
2 опытная	8	29,88±1,95	29,73	-0,15	-1,7**

В связи с тем, что время проведения эксперимента совпало с зимними погодными условиями, снижение живой массы собак опытных групп, по-видимому, связано с частичным недостатком энергии в их рационах.

**Выводы.** Использование готовых сухих кормов «Pedigree» и «Стаут» в количествах, предусмотренными нормами, не удовлетворяли суточную потребность собак в питательных веществах.

У животных, содержащихся на готовых сухих кормах, биохимический состав крови отвечал нормативным показателям здоровых собак, при оптимальном кальций-фосфорном отношении.

Недостаточное количество питательных веществ, содержащихся в 600 граммах сухих кормов (количество, предусмотренное нормами), привело к снижению средней живой массы собак в обеих опытных группах на 0,03 и 0,15 кг, что негативно скажется на выполнении ими служебных функций.

Для сбалансирования приготовляемого корма по протеину необходимо увеличить протеиновую составляющую, путем ввода в состав рациона мясокостной или рыбной муки.

При использовании в кормлении служебных собак корма Стаут необходимо суточную норму увеличить на 5 %, а корма «Pedigree» – на 10%.

**Литература**

1. Антонова В. С., Топурия Г. М., Косилов В. И. Методология научных исследований в животноводстве : учебное пособие. Оренбург : Изд-во ОГАУ, 2011. 246 с.
2. Бурмистров Е. Н. Клиническая лабораторная диагностика. Основные исследования и показатели. М. : Шанс, 2002. 18 с.
3. Ерохин А. С. Кормление собак // Кролиководство и звероводство. 2005. №5. С. 25.
4. Заводчиков П. А. Справочная книга по собаководству / П. А. Заводчиков, В. В. Курбатов, А. П. Мазовер [и др.]. М.-Л. : Сельхозгиз, 1960. 320 с.
5. Загорский А. Пищевые концентраты – домашнее питание: поиск компромисса // Друг. 1993. №3. С. 29–30.
6. Лебедев П. Т., Усович А. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М. : Россельхозиздат, 1976. 389 с.
7. Петухова Е. А. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессарабова, Л. Д. Халенева [и др.]. М. : Агропромиздат, 1989. 239 с.
8. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.
9. Керил Дж. Хсрли Кормление собак. Waltham Focus, 2003. V.2. С. 1–4.
10. Хохрин С. Н. Кормление собак : учебник. СПб. : Лань, 2001. 192 с.
11. Кормление домашней собаки (эволюционные, этологические и физиологические аспекты) : учебник / Н. Е. Шалабот [и др.]. Пермь : РИА «СтильМГ», 2010. 400 с.
12. Biourge Vincent Улучшение абсорбции нутриентов и микробиологии кишечника / Vincent Biourge et al. // Waltham Focus. Спец. выпуск. 2000. С. 37.
13. Biourge Vincent, Bourgeois Hermann, Dethioux Fabienne. Нововведение в клиническую диетологию // Waltham Focus. 2004. 72 с.
14. Louise Mc Neil PhD BSc (Hons), Loes Spit. Влияние возраста и породы собаки на гематологические показатели // Waltham Focus. Том 12. № 2 Специальный выпуск. 2002. С. 38–41.

## **THE INFLUENCE OF FEEDING SYSTEM ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF DOGS UNDER THE CONDITIONS OF SPECIAL TOWN FOR SERVICE DOGS**

**D. V. Plotnikov**, Post-Graduate

**V. A. Sitnikov**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Perm State Agro-Technological University

23 Petropavlovskaya St., Perm, 614990, Russia

E-mail: [denis-plotnikov00@rambler.ru](mailto:denis-plotnikov00@rambler.ru)

### **ABSTRACT**

The article describes the influence of feeding system on the psychological state of dogs under the conditions of special town for service dogs in Perm Institute of Federal Service for the Execution of Sentences. 3 groups of dogs were investigated within the scientific and economic experiment. The control group was on a diet based on traditional fodder from natural products prepared in nursery kitchen. Experimental groups of dogs were fed by "Stout" and "Pedigree" complete dry fodder. Fodders in all three groups met the standard rate of dry solid in dogs but protein content did not complied with the feeding rate by 15-20 %. The energy level in the first and second groups was below the standard due to fat content but in the control group due to carbohydrates. All diets suffered from lack of Fiber. Mineral composition of diets satisfied the feeding rate only in the control and second experimental groups. Biochemical blood analysis of dogs in the control group met the standard by the most indicators: glucose level - by 8.53% from the standard, phosphorus content in the blood was beyond the standard by 4.00%, creatinine - by 10.65%. Biochemical blood analysis of dogs in the experimental groups was distinguished by more quality indicators and satisfied health standard of animals. Despite of the satisfaction the dog nutrients requirements, only the control group performed a positive dynamics in the increase of animal live weight at average daily gain of 5.3 g/day ( $P < 0.01$ ). In both experimental groups of dogs fed by complete dry fodder the negative tendency was revealed: Stout fodder - 0.3 g/day; Pedigree - 1.7 g/day.

*Keywords: dogs, fodder, diet, feeding, blood, live weight.*

### **References**

1. Antonova V. S., Topuriya G. M., Kosilov V. I. Metodologiya nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve (Research techniques in animal husbandry), uchebnoe posobie, Orenburg, Izd-vo OGAU, 2011, 246 p.
2. Burmistrov E. N. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. Osnovnye issledovaniya i pokazateli (Clinical laboratory diagnostics. Basic investigations and parameters), Moscow, Shans, 2002, 18 p.
3. Erokhin A. S. Kormlenie sobak (Dogs feeding), Krolikovodstvo i zverovodstvo, 2005, No.5, p. 25.
4. Zavodchikov P. A., Kurbatov V. V., Mazover A. P. et al. Spravochnaya kniga po sobakovodstvu (Reference book for dog breeding), Moscow-Leningrad, Sel'khozgiz, 1960, 320 p.

5. Zagorskii A. Pishchevye kontsentraty – domashnee pitanie: poisk kompromissa (Food concentrates – home nutrition: in search of compromise), Drug, 1993, No. 3, pp. 29–30.
6. Lebedev P. T., Usovich A. T. Metody issledovaniya kormov, organov i tkanei zhivotnykh (Research methods of fodders, animals' organs and tissues), Moscow, Rossel'khozizdat, 1976, 389 p.
7. Petukhova E. A., Bessarabova R. F., Khaleneva L. D. et al. Zootekhnicheskii analiz kormov (Zootechnical analysis of fodders), Moscow, Agropromizdat, 1989, 239 p.
8. Plokhinskii N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov (Guidance on biometry for zootechnicians), Moscow, Kolos, 1969, 256 p.
9. Keril Dzh. Khrli Kormlenie sobak (Dogs feeding), Waltham Focus, 2003, V.2, pp. 1–4.
10. Khokhrin S. N. Kormlenie sobak (Dogs feeding), uchebnik, Saint-Petersburg, Lan', 2001, 192 p.
11. Shalobot N. E. et al. Kormlenie domashnei sobaki (evolyutsionnye, etologicheskie i fiziologicheskie aspekty) (Domesticated dogs feeding. Evolutionary, ethological and physiological aspects), uchebnik, Perm', RIA «Stil'MG», 2010, 400 p.
12. Biourge Vincent et al. Uluchshenie absorptsii nutrientov i mikroekologii kishechnika (Improvement of nutrient absorption and microecology of gastrointestinal tract) Waltham Focus, Spets. vypusk, 2000, p. 37.
13. Biourge Vincent, Bourgeois Hermann, Dethioux Fabienne. Novovvedenie v klinicheskuyu dietologiyu (Innovation in clinical dietology), Waltham Focus, 2004, 72 p.
14. Louise Mc Neil PhD BSc (Hons), Loes Spit. Vliyanie vozrasta i porody sobaki na gematologicheskie pokazateli (The influence of age and breed on hematological factors), Waltham Focus, Tom 12, No. 2, Spetsial'nyi vypusk, 2002, pp. 38–41.

УДК 636.4.082.265:636.053(470.53)

## ВЛИЯНИЕ МЕЖПОРОДНОГО СКРЕЩИВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНЕЙ

**А. С. Семенов**, д-р с.-х. наук, профессор;

**О. Ю. Кавардакова**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

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

E - mail: [semenov50-50@mail.ru](mailto:semenov50-50@mail.ru), [Kavardakova.69@mail.ru](mailto:Kavardakova.69@mail.ru)

*Аннотация.* В условиях ООО «Свинокомплекс Пермский» Краснокамского района Пермского края проведены исследования по изучению эффективности различных вариантов скрещивания и проверки на сочетаемость пород, используемых в промышленном свиноводстве, с целью получения высокопродуктивных животных, отличающихся хорошими откормочными и мясными качествами. Для исследования были сформированы 3 группы свиноматок по 20 голов в каждой: контрольная группа – чистопородные свинки крупной белой породы, I опытная и II опытная (помесные свинки крупная белая × ландрас) с хряками породы дюрок и синтетической линии МАХGRO (MG). Хряки данной линии выведены компанией «Hermitage» (Ирландия) с использованием свиней породы пьетрен, характеризующейся отличной мясностью туш, высоким убойным выходом, ярко выраженными мясными формами, высокой конверсией корма, высокой скороспелостью, выходом постного мяса высокого качества. В период проведения исследований животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. В ходе опыта было установлено, что лучшими воспроизводительными качествами обладали чистопородные свиноматки крупной белой породы, их многоплодие составило 11,7 гол. По крупноплодности, сохранности поросят к отъему выделялись помесные свиноматки. Животные II-й опытной группы отличались хорошо выраженными мясными качествами. Они достоверно ( $p \leq 0,001$ ) превосходили своих чистопородных сверстников по площади мышечного глазка на 7,5 см<sup>2</sup> и толщине шпика над 6–7 грудным позвонком – на 2,5 мм, соответственно. Животные II-й опытной группы имели также высокую скороспелость – 167,2 дня, наилучший среднесуточный прирост живой массы – 817,9 г и конверсию корма – 3,62 к. ед. Они превосходили по скороспелости животных контрольной группы на 20,4 дня ( $p \leq 0,001$ ) и на 3,3 дня ( $p \leq 0,001$ ) животных I-й опытной группы. Таким образом, использование трехпородного ((КБ × Л) × MG) скрещивания позволяет улучшить воспроизводительные качества свиноматок, мясные и откормочные качества молодняка.

*Ключевые слова:* свиньи, генотип, воспроизводительные, мясные и откормочные качества.

**Введение.** В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (2010 г.) было определено пороговое значение удельного веса отечественной мясной продукции – 85%. Сегодня этот показатель составляет 76%. За последние 10 лет объем выпуска мяса вырос более чем в пять раз (с 420 тыс. т до 2 млн 289 тыс. т), и впервые за прошедшие 25 лет потребление мяса в России достигло дореформенного уровня (1990 г.) – 75 кг на человека в год [9].

По медицинским нормам доля свинины в общем количестве потребляемого мяса должна составлять около 25%, или 21–24 кг/чел. в год. В некоторых странах свинина составляет до 70% от общего объема производства мяса [2, 6].

Перевод свиноводства на промышленную основу повысил требования к уровню и направлению продуктивности свиней, что привело к необходимости решения ряда задач, одной из которых является рациональное использование генетических ресурсов, направленное на улучшение откормочных и мясных качеств товарного молодняка при сохранении высокой воспроизводительной способности исходных пород. Как свидетельствует опыт мирового свиноводства, все эти качества трудно объединить в одной паре из-за низкой эффективности одновременной селекции по многим признакам. Поэтому селекционная программа должна базироваться не только на чистопородном разведении, но и на скрещивании и гибридизации [3, 5, 8, 13].

Важную роль играет использование животных различных зарубежных пород. Помесный молодняк по сравнению с чистопородными сверстниками обладает более высокой скороспелостью, адаптационной пластичностью и лучше приспособлен к выращиванию на свинокомплексах [4, 5, 10].

Выведение новых высокопродуктивных пород и линий свиней, непредсказуемость проявления эффекта гетерозиса требуют проведения систематической оценки разных вариантов межпородных сочетаний [12, 14].

В связи с этим вопросы изучения эффективности различных вариантов скрещивания и проверки на сочетаемость пород, используемых в промышленном свиноводстве, с целью получения высокопродуктивных животных, являются актуальными.

Цель исследований заключалась в определении влияния межпородного скрещивания на воспроизводительные, мясные и откормочные качества свиней.

**Методика.** Экспериментальные, научно-хозяйственные исследования проводили в период 2013–2016 гг. (на участке воспроизводства №1 СВК – 1) в условиях ООО «Свинокомплекс Пермский» Краснокамского района Пермского края.

Объектом исследования служили свиноматки и молодняк, полученный в результате скрещивания нескольких пород. Во время научно-производственного опыта были сформированы по методу сбалансированных групп-аналогов 3 группы свиноматок по 20 голов в каждой: контрольная группа – чистопородные свинки крупной белой породы, I опытная и II опытная – помесные свинки крупная белая х ландрас (Овсянников А. И., 1976). В качестве отцовских пород использовались животные породы дюрок (в I опытной группе) и синтетическая линия хряков MAXGRO (MG) (во II опытной группе). Данная линия выведена компанией «Hermitage» (Ирландия) с использованием свиней породы пьетрен.

Условия кормления и содержания всех групп животных были одинаковыми и соответствовали принятой на комплексе технологии. Опыты проводили на клинически здоровых животных.

Оценку воспроизводительных качеств чистопородных и помесных свиноматок проводили по следующим показателям: оплодотворяемости, многоплодию, крупноплодности, массе гнезда при рождении, количеству отнятых поросят, живой массе одного поросенка при отъеме, сохранности поросят к отъему.

На участке доращивания поголовье всех трех групп выращивалось до живой массы 30 кг, затем подвинки переводились на участок откорма и ставились в групповые клетки для проведения оценки мясных и откормочных качеств методом контрольного откорма.

Мясные качества изучали на основе проведенных контрольных убоев на убойном пункте учреждения. Для этого из каждой группы отбирали по 3 головы. По результатам контрольных убоев определяли следующие показатели: живая масса при снятии с откорма, масса парной туши, убойный выход туши, длина туши, толщина шпика над 6–7-м груд-



ным позвонком, масса окорока, по методике ВИЖ (1977).

Оценку откормочных качеств подсвинков при откорме до 100 кг проводили по следующим показателям: живая масса при постановке на откорм, среднесуточный прирост на откорме, скороспелость, затраты корма [3].

В течение всего производственного опыта совместно с ветеринарными специалистами велись клинические наблюдения за подопытными животными.

Результаты исследований обрабатывали биометрически по методикам Н. А. Плохин-

ского (1969) и Е. К. Меркурьевой (1970) с использованием программы Excel.

**Результаты.** Оплодотворяемость свиноматок во многом зависит от своевременного выявления маток в охоте, использования качественной спермопродукции, хорошего состоянием здоровья свиноматок, сбалансированного кормления свиноголовья предприятия [7, 11]. Анализ полученных данных показал, что во II-й опытной группе оплодотворяемость составила 100 %, это на 5,0 % выше показателей по данному признаку у свиноматок контрольной и I-й опытной групп (табл. 1).

Таблица 1

Воспроизводительная способность свиноматок

Показатель	Группа		
	Контрольная	I-опытная	II-опытная
Осеменено, гол	20	20	20
Опоросилось, гол	19	19	20
Оплодотворяемость, %	95	95	100
Многоплодие, гол	11,7±0,5	10,5±0,2	11,3±0,4
Крупноплодность, кг	1,45±0,06	1,54±0,03	1,61±0,02*
Масса гнезда при рождении, кг	16,9±0,35	16,2±0,32	18,2±0,27
Кол-во поросят к отъему, гол	9,8±0,15	9,1±0,20	10,7±0,18***
Средняя живая масса 1 гол. к отъему, кг	7,8±0,26	8,1±0,21	8,3±0,16
Среднесуточный прирост, г	226,8±6,34	234,3±4,25	241,0±4,42*
Сохранность поросят к отъему, %	84,1	86,3	87,7

Примечание: \* $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*\*\*  $p \leq 0,001$  и далее

Одним из главных критериев оценки продуктивных качеств свиноматок является воспроизводительная способность, которую определяют на основе показателей многоплодия, крупноплодности, молочности, сохранности поросят. От этого зависит рентабельность товарного свиноводства.

Лучшим многоплодием отличались свиноматки контрольной группы – 11,7 поросят на опорос, что на 0,4–1,2 головы выше, чем у свиноматок II-й опытной и I-й опытной групп. Эти данные свидетельствуют о том, что чистопородные свиноматки крупной белой породы в условиях промышленной технологии способны сохранить высокое многоплодие.

Анализируя показатели крупноплодности свиноматок, следует отметить, что самой высокой крупноплодностью отличались свиноматки II-й опытной группы – 1,61 кг, что выше на 0,16 и 0,07 кг, чем у свиноматок контрольной и I-й опытной групп. Показатели крупноплодности в целом у всех групп свиноматок соответствуют технологическим параметрам.

Установлено, что за период подсоса самый высокий среднесуточный прирост живой массы был получен у поросят II-й опытной группы (КБ х Л) х МГ, который составил 241,0 гр., самый низкий среднесуточный прирост был отмечен у потомства контрольной группы – 226,8 гр.

Средняя живая масса 1 головы при отъеме во II-й опытной группе составила 8,3 кг, это лучший результат среди других групп, больше на 0,5 кг по сравнению с животными контрольной группы и на 0,2 кг – с животными I-й опытной группы.

По количеству поросят к отъему самый низкий результат был получен в I-й опытной группе – 9,1 гол, что на 0,7 гол. меньше по сравнению с контрольной группой. Самое большое количество поросят к отъему было у животных II-й опытной группы – 10,7 гол.

Результаты отъема показали, что наиболее жизнеспособными были поросята II-й опытной группы, у поросят этой группы самая высокая сохранность – 87,7%.

Таким образом, лучшими воспроизводительными качествами обладали: по многоплодию – чистопородные свиноматки контрольной группы, по крупноплодности, сохранности поросят к отъему – свиноматки II-й опытной группы.

Мясные качества свиней во многом зависят от их скорости роста, что обусловлено изменением характера роста органов и тканей, протеканием обменных процессов в ходе роста и развития животных. Скрещивание сви-

ней крупной белой породы с мясными породами свиней (дюрок, ландрас) является одним из путей решения задачи по улучшению мясных качеств свиней (табл. 2).

В ходе опыта было установлено, что наибольшая масса парной туши и лучший убойный выход был у помесного молодняка II-й опытной группы и составил 65,8 кг и 64,8% соответственно, что на 3,9 кг и 2,3% выше, чем у чистопородных животных контрольной группы.

Таблица 2

Мясные и откормочные качества молодняка

Показатель	Группа		
	Контрольная	I-опытная	II-опытная
Живая масса при постановке на откорм, кг	29,7	30,1	30,5
Живая масса при снятии с откорма, кг	99,0±1,60	100,4±1,33	101,6±1,17
Масса парной туши, кг	61,9±1,52	64,5±1,29	65,8±1,18*
Убойный выход, %	62,5±1,75	64,2±1,54	64,8±1,39
Длина туши, см	95,4±1,42	97,1±1,29	98,2±1,36*
Толщина шпика над 6-7 грудным позвонком, мм	24,6±0,28	22,5±0,20	22,1±0,23
Масса окорока, кг	9,4±0,32	10,2±0,18**	10,8±0,13***
Площадь мышечного глазка, см <sup>2</sup>	38,1±1,24	41,3±1,08*	45,6±1,15***
Возраст достижения 100 кг, дн	187,6±2,23	170,5±1,77***	167,2±1,85***
Среднесуточный прирост, г	710,3±5,46	762,4±6,12***	817,9±6,51***
Затраты корма на 1 кг прироста, к.ед.	4,01±0,11	3,76±0,18	3,62±0,15*

Сравнительное изучение мясных качеств чистопородного и помесного молодняка показало, что наибольшая длина туш была у животных II-й опытной группы – 98,2 см, что на 2,8 см больше, чем у животных контрольной группы.

Установлено, что самая большая масса окорока была у животных II-й опытной группы и составила 10,8 кг, что на 1,4 кг больше, чем у животных контрольной группы.

Площадь «мышечного глазка» является показателем, характеризующим мясные качества свиней. По этому показателю так же лучшими были животные II-й опытной группы, площадь мышечного глазка у них составила 45,6 см<sup>2</sup>, что на 7,5 см<sup>2</sup> больше, чем у животных контрольной группы, при этом, данная группа имела наименьшую толщину шпика – 22,1 мм.

Анализ оценки мясных качеств подсвинок контрольной и опытных групп показал, что наиболее выраженными мясными качествами отличались животные II-й опытной группы – (КБ х Л) х МГ.

Важным показателем продуктивности свиней является их способность трансформировать питательные вещества кормов в мясо и

жир при низких затратах кормов на единицу прироста. Это качество значительно определяет эффективность откорма свиней.

За критерий скороспелости в свиноводстве принимают количество дней, затрачиваемых для достижения живой массы 100 кг. Лучший возраст достижения живой массы 100 кг имели свиньи II-й опытной группы – 167,2 дня. Они превосходили по скороспелости животных контрольной группы на 20,4 дня (12,2%) и на 3,3 дня (1,9%) животных I-й опытной группы.

Наиболее высокий среднесуточный прирост живой массы в период откорма был получен у животных II-й опытной группы и составил 817,9 г. Животные контрольной и I-й опытных групп уступали сверстникам по данному показателю на 107,6 г и 55,5 г соответственно.

Лучшими показателями по затратам кормов на 1 кг прироста живой массы отличался молодняк свиней II-й опытной группы – 3,62 к. ед., по сравнению со сверстниками контрольной и I-й опытной групп этот показатель был достоверно выше на 0,39 (p≤0,05) – 0,14 к. ед. или на 9,37 % и 3,7 % соответственно.

**Выводы.** Таким образом, в условиях промышленных комплексов наиболее эффективно использовать межпородное скрещивание, позволяющее улучшить воспроизводительные качества свиноматок, мясные и откормочные качества молодняка, где в качестве материнских форм используются свиноматки крупной белой породы и ландрас а в качестве отцовской породы – хряки синтетической линии ирландской селекции (Максгро).

#### Литература

1. Абдулмуталибов Г. Г., Гарай В. В., Павлова С. В. Совершенствование линий и типов свиней с использованием методов внутрипопуляционной селекции : методическое пособие. М. : ФГБОУ «РИАМА», 2011. 30 с.
2. Федоренкова Л. А., Петухова М. А. Белорусская свинина и ее качество // Свиноводство. 2015. №3. С. 28–31.
3. Васильченко С. С. Свиноводство – практикум. Минск : Бестпринт, 2003. 224 с.
4. Гарай В. В., Абдулмуталибов Г. Г., Павлова С. В. Использование общей и специфической комбинационной способности для оценки и прогноза эффекта гетерозиса в свиноводстве: методические рекомендации. М. : ФГБОУ «РИАМА», 2012. 28 с.
5. Зацаринин А. А. Влияние хряков специализированных мясных пород на продуктивные качества свиней крупной белой породы // Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ : сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практич. конф. по свиноводству. Ульяновск. 2010. С. 56–61.
6. Дунин И. М., Гарай В. В. Краткие итоги работы племенного и товарного свиноводства России за 2011 год // Свиноводство. 2012. № 5. С. 8–11.
7. Михайлов Н. В. Мамонтов Н. Т., Свиначев И. Ю. Технология интенсивного свиноводства. Курган : Изд-во «Зауралье», 2008. 276 с.
8. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве, М. : Колос, 1976. 303 с.
9. Первойко Ж. А. Улучшение воспроизводительных качеств свиноматок методом внутривидовой селекции // Зоотехния. 2013. № 3. С. 28–29.
10. Постельга А. А., Максимов Г. В., Максимов А. Г. Продуктивность свиноматок КБ в связи со скрещиванием, стрессоустойчивостью и сочетаемостью с хряками разных генеалогических линий // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России : материалы Междунар. науч.-практич. конф.; в 4-х томах. п. Персиановский : ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2012. Т. 1. С. 183–185.
11. Прокопенко Е. Производить свинину сегодня выгодно // Животноводство. 2016. № 1. С. 22–23.
12. Развитие и генетические особенности помесных свиней крупной белой и йоркширской пород / А. В. Беженев, В. И. Фролова, В. С. Деева [и др.] // Свиноводство. 2013. № 5. С.13–15.
13. Севрюгин А. Сравнительная оценка свиней по воспроизводительным качествам при двухпородном скрещивании // Свиноводство. 2003. №3. С. 6–8.
14. Bishop S., MacKenzie K. Genetic selection for disease resistance // Int. Pig.Top. 2000. №1. P. 7–11.
15. Rydhmen L. Genetics of sow reproduction, including puberty, pregnancy, farrowing and lactation // Elsevier Science B.V. 2000. P. 1–9.
16. Fischer H. E. Heterosis. Berlin, 1978. S. 64–69.

## THE CROSSBREEDING INFLUENCE ON PRODUCTIVE QUALITIES OF SWINE

**A. S. Semenov**, Dr. Agr. Sci., Professor.

**O. Iu. Kavardakova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaja St., Perm 614990 Russia

E - mail: [semenov50-50@mail.ru](mailto:semenov50-50@mail.ru), [Kavardakova.69@mail.ru](mailto:Kavardakova.69@mail.ru)

### ABSTRACT

The article examines the effectiveness of different crossing variants and compatibility test of industrial swine production breeds for obtaining the highly productive animals with excellent fattening and meat qualities at the enterprise ООО «Svinocomplex Permskiy» of Perm Krai. 3 groups of sows with 20 heads per each were formed for investigation. Control group was represented by purebred Large White swine, I and II experimental groups (crossbred swine Large White x Landrace) consisted of Duroc boars and MAXGRO (MG) synthetic line. «Hermitage» company (Ireland) selected boars of this line through the Pietrain breed that is characterized by its excellent meat content, high slaughter yield, pronounced meat shapes, high feed conversion rate, high maturing rate and lean meat yield of a high quality. During the research all animals were under the same feeding and keeping conditions. The experiment determined that purebred Large White sows had the best reproductive qualities with prolificacy of 11.7 heads. Crossbred sows show good performance of big foetus and piglet safety to the weaning period. Animals from II experimental group were distinguished by pronounced meat

qualities. They reliably ( $p \leq 0,001$ ) exceeded their herdmates by loin eye area by  $7.5 \text{ cm}^2$  and backfat above 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> scapula vertebrae by 2.5 mm. Animals of II group had an equal maturing rate – 167.2 days, the highest average daily gain of life weight – 817.9 gr. and feed conversion of 3.62 f.u. They exceeded control group by maturing rate for 20.4 days ( $p \leq 0.001$ ) and animals of I group for 3.3 days ( $p \leq 0.001$ ). Three breed crossing therefore ((Large White x Landrace) x MG) allows to increase the reproductive qualities of sows as well as meat and fattening qualities of young piglets.

*Key words: swine, genotype, reproductive, meat and feeding qualities*

#### References

1. Abdulmutalibov G. G., Garai V. V., Pavlova S. V. Sovershenstvovanie linii i tipov svinei s ispol'zovaniem metodov vnutripopulyatsionnoi selektsii (Improvement of lines and types of swine by inter-population selection method), metodicheskoe posobie, Moscow, FGBOU «RIAMA», 2011, 30 p.
2. Fedorenkova L. A., Petukhova M. A. Belorusskaya svinina i ee kachestvo (White Russian swine meat and its quality), Svinovodstvo, 2015, No.3, pp. 28–31.
3. Vasil'chenko S. S. Svinovodstvo – praktikum (Swine production – practicum), Minsk, Bestprint, 2003, 224 p.
4. Garai V. V., Abdulmutalibov G. G., Pavlova S. V. Ispol'zovanie obschei i spetsificheskoi kombinatsionnoi sposobnosti dlya otsenki i prognoza efekta geterozisa v svinovodstve (Use of common and specific combination ability for evaluation and forecasting heterosis in swine production), metodicheskie rekomendatsii, Moscow, FGBOU «RIAMA», 2012, 28 p.
5. Zatsarinin A. A. Vliyaniye khryakov spetsializirovannykh myasnykh porod na produktivnyye kachestva svinei krupnoi beloi porody (Influence of meat boars on productive qualities of Large White swine breed), Sovremennyye problemy intensivizatsii proizvodstva svininy v stranakh SNG, sb. nauch. tr. XVII Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. po svinovodstvu, Ul'yanovsk, 2010, pp. 56–61.
6. Dunin I. M., Garai V. V. Kratkie itogi raboty plemennogo i tovarnogo svinovodstva Rossii za 2011 god (Brief output of breeding and goods swine production in Russia in 2011), Svinovodstvo, 2012, No. 5, pp. 8–11.
7. Mikhailov N. V. Mamontov N. T., Svinarev I. Yu. Tekhnologiya in-tensivnogo svinovodstva (Technology of intensive swine production), Kurgan, Izd-vo «Zaural'e», 2008, 276 p.
8. Ovsyannikov A. I. Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve (Fundamentals of practices in animal breeding), Moscow, Kolos, 1976, 303 p.
9. Perevoiko Zh. A. Uluchsheniye vosproizvoditel'nykh kachestv svinomatok metodom vnutripородnoi selektsii (Improvement of productive qualities in sows by the method of interbreed selection), Zootekhniya, 2013, No. 3, pp. 28–29.
10. Postel'ga A. A., Maksimov G. V., Maksimov A. G. Produktivnost' svinomatok KB v svyazi so skreshchivaniem, stressoustoichivost'yu i sochetayemost'yu s khryakami raznykh genealogicheskikh linii (Productivity of sows in connection with crossing, stress resistance and compatibility with boars of different genealogic lines), Problemy i tendentsii innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i agrarnogo obrazovaniya Rossii, materialy Mezhdunar. nauch.-praktich. konf.; v 4-kh tomakh, p. Persianovskii, FGBOU VPO DGAU, 2012, T. 1, pp. 183–185.
11. Prokopenko E. Proizvodit' svininu segodnya vygodno (Swine breeding is profitable nowadays), Zhivotnovodstvo, 2016, No. 1, pp. 22–23.
12. Bekenev A. V., Frolova V. I., Deeva V. S. et al. Razvitiye i geneticheskie osobennosti pomesnykh svinei krupnoi beloi i iorkshirskoi porod (Development and genetic features of cross-bred swine of Large White and Yorkshire breeds), Svinovodstvo, 2013, No. 5, pp. 13–15.
13. Sevryugin A. Sravnitel'naya otsenka svinei po vosproizvoditel'nykh kachestvam pri dvukhpородnom skreshchivanii (Comparative assessment of swine on reproductive qualities at two-breed mating), Svinovodstvo, 2003, No. 3, pp. 6–8.
14. Bishop S., MacKenzie K. Genetic selection for disease resistance, Int. Pig.Top, 2000, No. 1, pp. 7–11.
15. Rydhen L. Genetics of sow reproduction, including puberty, pregnancy, farrowing and lactation, Elsevier Science B.V., 2000, pp. 1–9.
16. Fischer H. E. Heterosis, Berlin, 1978, pp. 64–69.

УДК 68.39.19

## ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ТЕЛОК И ИХ ПОСЛЕДУЮЩИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА

**И. М. Хаертдинов**, канд. с.-х. наук; **М. Р. Сайфутдинов**, научный сотрудник,  
ФГБНУ Удмуртский НИИСХ,  
ул. Ленина, д. 1, с. Первомайский, Завьяловский район, Удмуртская Республика, 427007,  
E-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru)

*Аннотация.* Исследования проводились в 2012–2016 гг. на базе хозяйства АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Целью исследований было изучить динамику роста телок холмогорской породы до 18-месячного возраста и определить взаимосвязь с показателями их воспроизводительных качеств. Для проведения исследований методом пар-

аналогов были сформированы 6 групп телочек по 5 голов в каждой, взятых с момента рождения, с учетом генотипа, возраста и живой массы. Кровность по голштинской породе всех животных составила 78%. В 18 месяцев имелось достоверное различие по живой массе телок между III и II группами, которое составило 8,0 кг. Наибольшие среднесуточные приросты телок в среднем по группам получены до 6-месячного возраста – 770,1 г, в возрасте с 6 до 12 месяцев – на 71,6 г меньше, с 12 до 18 месяцев – на 148,1 г меньше. Имеется достоверная разница между II и III, II и V группами телок по среднесуточному приросту соответственно 14,9 г и 9,5 г. Средний возраст 1-го осеменения в группах составил 15,5 месяца при живой массе 382,8 кг. Продолжительность сервис-периода во всех группах оказалась выше нормы, при этом наименьшая – в VI группе коров, равная 154,4 дня, наибольшая – во II группе – 225,8 дня. Коэффициент воспроизводительной способности в среднем равен 0,79, при этом лидировали животные VI группы, которые превысили этот показатель на 0,05. В процессе формирования стада следует учитывать интенсивность роста телок, влияющую на последующие воспроизводительные качества холмогорского скота.

*Ключевые слова:* холмогорская порода, группа, живая масса, прирост, сервис-период, индекс осеменения, взаимосвязь.

**Введение.** Воспроизводительная способность крупного рогатого скота зависит от генетических и паратипических факторов [1-4]. Из генетических факторов наибольшее влияние на воспроизводительную способность коров оказывает породная и линейная принадлежность животных, а также уровень репродуктивной способности их матерей. От паратипических факторов напрямую зависит степень проявления генетического влияния на функцию репродукции коров. К ним относятся: возраст и живая масса животных при первом осеменении, способ содержания, уровень кормления, параметры микроклимата и др. [5].

Для управления процессами развития сельскохозяйственных животных необходимо знать закономерности морфофункционального роста и специфических свойств организма на каждом периоде жизни [6]. Критическими фазами принято считать стадию новорожденности (от рождения до возраста 10...15 суток), молочную стадию (в возрасте 1...1,5 месяца), переходную (в возрасте 6...6,5 месяцев) и стадию половой зрелости (в возрасте 10...12 месяцев) [7, 8]. Интенсивное выращивание телок в эти периоды, своевременное осеменение и правильная подготовка их к отелу являются основными условиями создания высокопродуктивных стад крупного рогатого скота с неплохими воспроизводительными качествами. При этом необходимо четко контролировать показатели роста телок, так как даже чрезмерно большие приросты живой массы в период выращивания могут отрицательно сказываться на их последующей молочной продуктивности [9–11].

Цель исследований – изучить динамику роста телок холмогорской породы до 18-месячного возраста и определить взаимосвязь с их показателями воспроизводительных качеств.

**Методика.** Для изучения влияния показателей роста телок на их воспроизводительные качества в 2012-2016 гг. были проведены исследования на племенном заводе АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики, специализирующийся на разведении чистопородного скота холмогорской породы. Методом пар-аналогов сформировали 6 групп телочек по 5 гол. в каждой, взятых в опыт с момента рождения, с учетом генотипа, возраста и живой массы [12]. В I и II группу входили дочери быков Неаполя 5791 и Рондо 62151302 линии Уес Идеал 933122 соответственно, в III – быка Версаля 79552467 линии Монтвик Чифтейн 95679, в IV и V – Блеска 228 и Лазурита 61968904 линии Рефлекшн Соверинг 198998 соответственно, в VI группу – Эликсир 678 линии Пабст Говернер 882993. Кровность по голштинской породе всех животных составила 78 %. Животные находились в одинаковых условиях содержания, кормления и выращивались по принятой в хозяйстве технологии.

Интенсивность роста телок определяли путем проведения ежемесячных взвешиваний на весах согласно методике С. Н. Ижболдиной [13]. Для оценки воспроизводительных качеств животных использовали первичную зоотехническую документацию. Коэффициент воспроизводительной способности (КВС) рассчитывали по формуле Н.М. Крамаренко [14]:

$$KBC=365 / MOП,$$

где МОП – длительность межотельного периода коровы (дней).

Биометрическую обработку полученных данных проводили с использованием персонального компьютера в программе «Microsoft Excel» [15].

**Результаты.** Правильное выращивание ремонтных телок – это предпосылка для высоких надоев и длительного использования коров [16]. Контроль весового роста телок осуществляли по показателям живой массы (табл. 1) и расчетам среднесуточных приростов телок до 18-месячного возраста (рис.).

Таблица 1

Динамика живой массы телок до 18-месячного возраста ( $X \pm m_x$ )

Возраст	Быки-производители						Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	
При рождении	38,0± 0,45	38,3± 0,37	38,1± 0,29	37,8± 0,51	38,0± 0,27	37,8± 0,49	38,0± 0,16
6 мес.	177,5± 1,33	178,2± 0,58	180,6± 0,98	178,5± 1,72	180,1± 1,63	178,9± 1,78	179,0± 0,56
12 мес.	305,0± 2,72	304,1± 1,86	310,4± 2,01	308,0± 3,03	307,9± 2,65	305,4± 2,80	306,8± 1,03
18 мес.	419,7± 3,21	417,5± 1,53	425,5± 3,04	420,4± 3,14	422,4± 1,75	418,3± 1,61	420,6± 1,05
Абсолютный прирост 0–18 мес.	381,7± 2,98	379,2± 1,44	387,4± 2,76	382,4± 2,85	384,4± 1,59	380,5± 1,20	382,6± 0,98

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что при рождении, в возрасте 6 и 12 месяцев достоверной разницы по живой массе телок не наблюдалось. Однако в 18 месяцев имелась достоверная разница по живой массе телок между III и II группами, которая составила 8,0 кг при  $P < 0,05$ . Значительную роль на интенсивность роста телок оказали быки Вер-

саль 79552467 и Лазурит 61968904, дочери которых по живой массе имели наивысшие показатели. От этих же животных за весь период выращивания получено больше на 4,8 кг и 1,8 кг абсолютного прироста живой массы соответственно по сравнению со средним значением (382,6 кг).

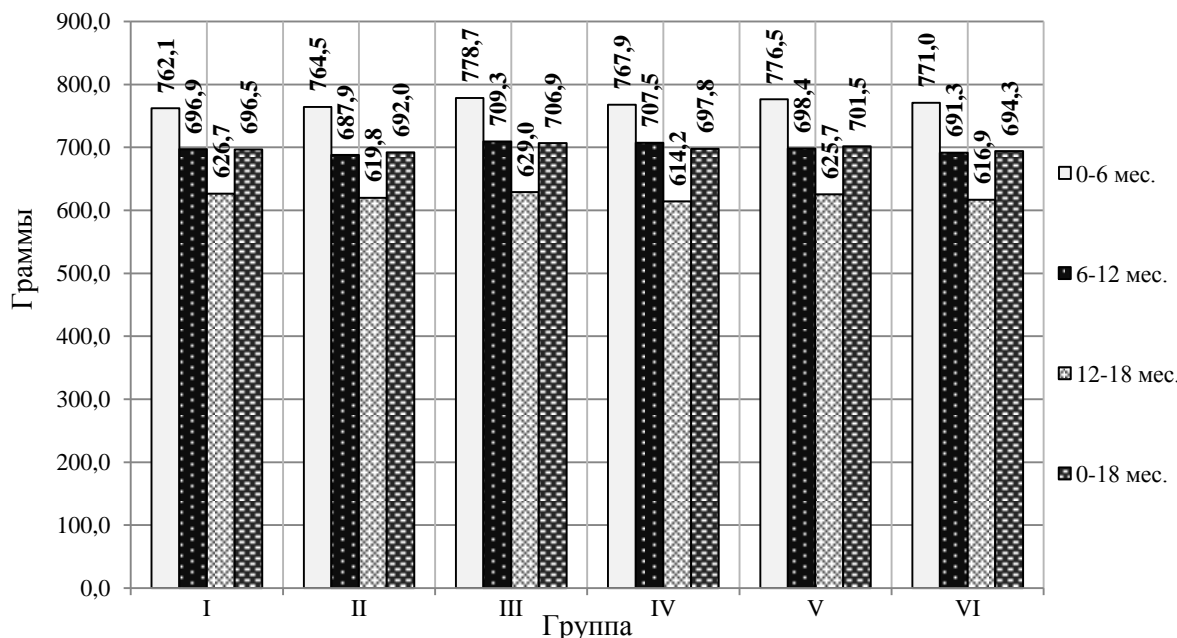


Рис. Среднесуточные приросты живой массы телок, г

О высокой энергии роста животных можно судить и по их уровню среднесуточного

прироста живой массы. Так, наибольшие приросты получены до 6-месячного возраста те-

лок, которые составили в среднем по группам 770,1 г, в возрасте с 6 до 12 месяцев – меньше на 71,6 г, с 12 до 18 месяцев – меньше на 148,1 г. Во все возрастные периоды лидировали дочери у быка Версаля 79552467 и Лазурита 61968904. Выявили достоверную разницу между II и III, II и V группами телок по среднесуточному приросту за 18 месяцев,

которая составила соответственно 14,9 г ( $P<0,05$ ) и 9,5 г ( $P<0,05$ ).

Интенсивность роста телок по-разному повлияла на показатели их последующих воспроизводительных качеств, от которых, по мнению многих авторов [17, 18], напрямую зависит рентабельность производства при разведении молочного скота (табл. 2).

Таблица 2

Воспроизводительные качества животных ( $X\pm m_x$ )

Показатель	Группа						Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	
Возраст 1-го осеменения, мес.	16,6± 0,55	15,8± 0,97	14,6± 0,37	15,2± 0,37	16,2± 1,07	14,5± 0,15	15,5± 0,29
Живая масса при 1-м осеменении, кг	392,7± 15,14	375,4± 12,75	360,1± 10,38	368,2± 11,95	388,0± 23,40	352,3± 11,05	372,8± 6,11
Сервис-период, дни	184,6± 21,73	225,8± 30,37	196,2± 25,20	184,0± 24,83	197,1± 26,71	154,4± 14,33	190,4± 9,87
Индекс осеменения	2,2± 0,67	2,8± 0,50	3,2± 0,55	1,8± 0,45	3,0± 0,35	1,2± 0,15	2,4± 0,22
Межотельный период, дни	466,2± 29,01	503,8± 40,22	473,8± 32,90	468,0± 22,43	479,1± 36,31	437,9± 25,20	471,5± 12,29
Коэффициент воспроизводительной способности	0,79± 0,05	0,74± 0,06	0,79± 0,05	0,79± 0,04	0,78± 0,06	0,84± 0,05	0,79± 0,02

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что в хозяйстве телок начинали искусственно осеменять в возрасте 15,5 месяца при живой массе 372,8 кг. При этом раньше осеменели телок из III и VI групп. Разница достоверная по возрасту 1-го осеменения между I и III, I и VI группами, составила соответственно 2,0 ( $P<0,05$ ) и 2,1 мес. ( $P<0,01$ ). Также установлено, что величина живой массы телок в 18-месячном возрасте имела отрицательную корреляционную связь с возрастом 1-го осеменения ( $r = -0,06$ ). Многие авторы [19, 20] считают, что раннему оплодотворению ремонтных телок и получению высокопродуктивных телят способствует интенсивное выращивание телят с раннего возраста.

Наиболее информативным показателем, определяющим уровень воспроизводительной способности коров, является сервис-период [21, 22]. Сервис-период – это период от отела до плодотворного осеменения. Оптимальная продолжительность сервис-периода, позволяющая получать от каждой коровы в год по теленку, – не более 80-90 дней [23]. Как укороченный до 30 дней, так и увеличенный сервис-период более 90 дней отрицательно влияют на продуктивность и воспроизводительные функции животных [24]. В нашем исследовании продолжительность сервис-периода оказалась выше нормы во всех группах, при этом

наименьшая – в VI группе телок, равная 154,4 дня, наибольшая – во II группе – 225,8 дня.

Установлена прямая корреляционная связь между сервис-периодом и индексом осеменения коров ( $r = 0,79$ ). На одно плодотворное осеменение коров потребовалось в среднем 2,4 спермодозы. Разница достоверная по индексу осеменения между VI и II, VI и V группами, составила соответственно 1,6 ( $P<0,05$ ) и 1,8 ( $P<0,01$ ) спермодоз. В I, II, III и V группах коров показатель выше 2,0 спермодоз, что, по мнению авторов [25], считается удовлетворительной результативностью осеменений. Индекс осеменения имел нестабильный характер и, на наш взгляд, зависел от паратипических показателей, таких как кормление, содержание и ветеринарное обслуживание. Это также согласуется с выводами многих авторов [26, 27], которые указывают на вышеперечисленные факторы. Из проведенного нами опыта следует, что в хозяйстве осеменять коров после отела необходимо не позднее второго полового цикла, а высокопродуктивных животных – не позднее третьего.

Следующим важным показателем является межотельный период, который в среднем равен 471,5 дня. Более высокая продолжительность этого периода у животных во

II группе связана с нарушением функции яичников одной из коров, в III и V группах – вероятно, была обусловлена более высокой молочной продуктивностью и превалированием молочной доминанты над половой [28, 29]. В результате коэффициент воспроизводительной способности в указанных группах коров составил 0,74–0,79, а наибольший коэффициент, равный 0,84, – в VI группе. Рассчитанная корреляция между сервис-периодом и межотельным показала наличие высокой положительной связи ( $r = 0,99$ ), что нужно учитывать селекционерам хозяйств в племенной работе с холмогорским скотом.

**Выводы.** 1. Наиболее интенсивно росли телки из III и V групп, они имели среднесуточный прирост живой массы до 18-месячного возраста, равный 701,5–706,9 г. Имелось достоверное различие по живой массе телок в 18 месяцев между III и II группами, которое составило 8,0 кг при  $P < 0,05$ . Между показателями телок II и III, II и V групп имеются различия по среднесуточному приросту за

18 месяцев, равные соответственно 14,9 г ( $P < 0,05$ ) и 9,5 г ( $P < 0,05$ ).

2. Искусственно осеменяли телок в среднем в возрасте 15,5 месяца при живой массе 382,8 кг. Продолжительность сервис-периода во всех группах оказалась выше нормы, при этом наименьшая – в VI группе телок, равная 154,4 дня, наибольшая – во II группе – 225,8 дня. Коэффициент воспроизводительной способности в среднем равен 0,79, при этом лидировали коровы из VI группы, которые превысили этот показатель на 0,05.

3. Величина живой массы телок в 18-месячном возрасте имела отрицательную корреляционную связь с возрастом 1-го осеменения ( $r = -0,06$ ), положительную связь имел сервис-период и индекс осеменения коров ( $r = 0,79$ ), сервис- и межотельный период ( $r = 0,99$ ). Рекомендуем селекционерам в процессе формирования стада учитывать интенсивность роста телок, влияющие на последующие воспроизводительные качества холмогорского скота.

#### Литература

1. Якименко Л. Воспроизводительные функции телок и первотелок в зависимости от их кормления // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 2. С. 28–29.
2. Иванова Н. И., Гайсин Р. Р., Фетисова А. В. Особенности воспроизводства крупного рогатого скота холмогорской породы при круглогодичном стойлово-выгульном содержании // Зоотехния. 2013. № 3. С. 27–28.
3. Улимбашев М. Б., Хуранов А. М. Технологическая обусловленность плодовитости красной степной породы крупного рогатого скота // Известия Горского ГАУ. 2016. № 53 (4). С. 89–92.
4. Kadokawa H., В Martin G. A New Perspective on Management of Reproduction in Dairy Cows: the Need for Detailed Metabolic Information, an Improved Selection Index and Extended Lactation // Journal of Reproduction and Development. 2006. Vol. 52. No. 1. P. 161–168.
5. Ковалева Г. П., Лапина М. Н., Сулыга Н. В., Витол В. А. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные способности крупного рогатого скота // Известия Горского ГАУ. 2017. № 54 (2). С. 93–97.
6. Агалакова Т. В., Тяпугин Е. А. Методы интенсификации воспроизводства крупного рогатого скота. Вологда-Молочное : ИЦ ВГМХА, 2013. С. 34.
7. Карпуть И. М., Бабина М. П., Бабина Т. В. Клинико-морфологическое проявление иммунных дефицитов и их профилактика у молодняка // Актуальные проблемы ветер. патологии и морфологии животных : Матер. Междун. науч.-производ. конф. ВНИВИПФиТ. Воронеж : Научная книга, 2006. С. 46–51.
8. Волков Г. К. Технологические особенности получения и выращивания здорового молодняка // Ветеринария. 2000. № 1. С. 3–7.
9. Прохоренко П., Амерханов Х. О мерах по стабилизации роста производства и реализации молока // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 5. С. 2–4.
10. Чомаев А., Текеев М. Влияние живой массы и возраста телок при первом осеменении на их последующую молочную продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 3. С. 11–13.
11. Интенсивность выращивания телок и их последующие воспроизводительные качества / А. А. Некрасов, Н. А. Попов, Н. А. Некрасова [и др.] // Достижения науки и техники. 2013. № 3. С. 43–45.
12. Методики постановки опытов и исследований по молочному хозяйству / Под ред. П. В. Кугенева, Н. В. Барбанщикова. М. : МСХА им. К.А. Тимирязева, 1973. 184 с.
13. Ижболдина С. Н. Практикум по скотоводству: учебное пособие. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 144 с.
14. Крамаренко Н. М. Организация воспроизводства стада и племенной работы в условиях промышленной технологии производства молока. М. : Колос, 1974. 209 с.
15. Погребняк В. А., Стрижанов В. И. Расчет селекционно-генетических параметров в животноводстве. Омск : Изд-во ОмГАУ, 2002. 90 с.
16. Смирнова Л. Совершенствование системы кормления молочных коров и ремонтных телок // Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 3. С. 19–21.
17. Лапина М. Н. Воспроизводительная способность молочного скота чистопородных и помесных генотипов : автореферат дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь : СНИИЖК, 2009. 24 с.



18. Бармина И. П., Шацких Е. В. Реализация генетического потенциала коров черно-пестрой породы американской селекции в условиях СПК «Килачевский» Свердловской области // Аграрное образование и наука. 2015. № 2. С. 15.
19. Щербакова Н. Интенсивное выращивание телок – ускоренный метод реализации их генетических возможностей // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 8. С. 10–11.
20. Fielden E. D., Harris R. E., Macmillan K. L., Shrestha S. L. Some aspects of reproductive performance in selected town supple dairy herds // N.Z. Vet. J. 1980. № 28. P. 141–142.
21. Улимбашев М. Б., Тхашигугова А. С., Гостева Е. Р. Воспроизводительная способность и иммунологический статус симментальского и помесного скота // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. Т. 52. № 2. С. 82–91.
22. Улимбашев М. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивные качества коров // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 8. С. 9–10.
23. Акимбаев Д. Е., Тусупов С. Д. Стимуляция воспроизводительной функции коров // Молодой ученый. 2017. №6. С. 169–171.
24. Абалкасымов Д., Воронина Е., Ульянова Н., Сударев Н. Зависимость продуктивности коров от сервис-периода // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 4. С. 26–27.
25. Маленьких В. А. В помощь специалистам по воспроизводству стада крупного рогатого скота. М. : Изд. Минсельхозпрод МО, 2011. 76 с.
26. Berger G. Einfluss der Milchleistung auf einige Fruchtbarkeitsmerkmale der Kühe einer industriemässig produzierten Anlage // Mh. Veter.-Med. 1981. Bd. 35. № 21. S. 817–818.
27. Lotthammer K., Ahlers D. Biologische Rastzeit p. p. und Nährstoffversorgung bei Leistungskühen (klinische Kurzmittellung) // Dtsch. Tierärztl. Wschr. 1977. Bd. 77. № 3. P. 57–58.
28. Хаертдинов И. М., Файзуллин Р. А. Пригодность холмогорских коров к машинному доению // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-1 (22). С. 89–91.
29. Хаертдинов И. М. Влияние быков на молочную продуктивность коров-первотелок в ОАО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики // Владимирский земледелец. 2015. № 3–4 (74). С. 47–48.

## INTENSITY OF HEIFERS GROWTH AND THEIR FOLLOWING REPRODUCTIVE QUALITIES

**I. M. Haertdinov**, Cand. Agr. Sci.

**M. R. Saifutdinov** Researcher

FSBSI Udmurt Scientific Research Institute

1, Lenina st., p. Pervomaysky, Zavyalovsky District, Udmurt Republic 427007 Russia

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

### ABSTRACT

Investigations were carried out in 2012-2016 at the enterprise AO «Put Ilich» in Zavialovskiy district of Udmurt Republic. The aim of research was to study growth dynamics of Kholmogor breed heifers till their 18 months and determine an interrelation with the indicators of their reproductive qualities. 6 groups of heifers with 5 cows per each selected from their birth were formed for the research in accordance with the genotype, age and live weight. All animals were relative by blood and had 78% of Holstein breed. Heifers from III and II groups in their 18<sup>th</sup> months were distinguished by live weight for 8.0 kg. The highest average weight gain of heifers was reached before their 6 months and amounted 770.1 g, from 6 to 12 months it was by 71.6 g less and from 12 to 18 months – by 148.1 g less. There was a reliable difference in heifers average weight gain between II and III group and II and V groups by 14.9 and 9.5 g, respectively. The average age of the first insemination was 15.5 months with live weight of 382.8 kg. The duration of service period was above the standard in all groups, the least for 154.4 days was in VI group of cows, the longest for 225.8 days in II group. Coefficient of reproductive capacity equals 0.79, in this the animals from VI group excelled the indicator by 0.05. The intensity of heifers growth that affects the following reproductive qualities of Kholmogor cattle should be considered in the process of herd formation.

*Key words:* Kholmogor breed, group, life weight, gain, service period, insemination rate, interrelation.

### References

1. Yakimenko L. Vosproizvoditel'nye funktsii telok i pervotelok v zavisimosti ot ikh kormleniya (Reproduction functions of heifers and first-calf heifers according to their feeding), Molochnoe i myasnoe skotovodstvo, 2009, No. 2, pp. 28–29.
2. Ivanova N. I., Gaisin R. R., Fetisova A. V. Osobennosti vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota kholmogorskoj porody pri kruglogodovom stoilovo-vygul'nom sodержanii (Features of Kholmogor cows reproduction at round-the-year stall-pasture keeping), Zootekhnika, 2013, No. 3, pp. 27–28.

3. Ulimbashev M. B., Khuranov A. M. Tekhnologicheskaya obuslovlennost' plodovitosti krasnoi stepnoi porody krupnogo rogatogo skota (Technological dependence of fecundity of red steppe cattle breed), *Izvestiya Gorskogo GAU*, 2016, No. 53 (4), pp. 89–92.
4. Kadokawa H., B Martin G. A New Perspective on Management of Reproduction in Dairy Cows: the Need for Detailed Metabolic Information, an Improved Selection Index and Extended Lactation, *Journal of Reproduction and Development*, 2006, Vol. 52, No. 1, pp. 161–168.
5. Kovaleva G. P., Lapina M. N., Sulyga N. V., Vitol V. A. Vliyanie nekotorykh para-tipicheskikh faktorov na vosproizvoditel'nye sposobnosti krupnogo rogatogo skota (Influence of some paratypical factors on reproductive cattle ability), *Izvestiya Gorskogo GAU*, 2017, No. 54 (2), pp. 93–97.
6. Agalakova T. V., Tyapugin E. A. Metody intensivifikatsii vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota (Intensification method of cattle reproduction), *Vologda-Molochnoe, ITs VGMKhA*, 2013, p. 34.
7. Karput' I. M., Babina M. P., Babina T. V. Kliniko-morfologicheskoe proyavlenie immunnykh defitsitov i ikh profilaktika u molodnyaka ( ), Aktual'nye problemy veter. patologii i morfologii zhivotnykh, *Mater. Mezhdun. nauch.-proizvod. konf., VNIIViFiT, Voronezh, Nauchnaya kniga*, 2006, pp. 46–51.
8. Volkov G. K. Tekhnologicheskie osobennosti polucheniya i vyrashchivaniya zdorovogo molodnyaka (Technological peculiarities of healthy young animals husbandry), *Veterinariya*, 2000, No. 1, pp. 3–7.
9. Prokhorenko P., Amerkhanov Kh. O merakh po stabilizatsii rosta proizvodstva i rea-lizatsii moloka (On measures to stabilize the increase in milk output and sale), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2005, No. 5, pp. 2–4.
10. Chomaev A., Tekeev M. Vliyanie zhivoi massy i vozrasta telok pri pervom osemene-nii na ikh posleduyushchuyu molochnuyu produktivnost' (Effect of heifer the body weight and age at the first insemination on their milk productivity), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2010, No. 3, pp. 11–13.
11. Nekrasov A. A., Popov N. A., Nekrasova N. A., Sulima N. N., Fedotova E. G. Intensivnost' vyrashchivaniya telok i ikh posleduyushchie vosproizvoditel'nye kachestva (Influence of heifer growth intensity on calving well-being and subsequent reproduction ability), *Dostizheniya nauki i tekhniki*, 2013, No. 3, pp. 43–45.
12. Metodiki postanovki opytov i issledovaniy po molochnomu khozyaistvu (Experimental and research methods of dairy husbandry), *Pod red. P. V Kugeneva, N. V. Barabanshchikova, Moscow, MSKhA im. K.A. Timiryazeva*, 1973, 184 p.
13. Izhboldina S. N. Praktikum po skotovodstvu (Cattle breeding - Praktikum), *uchebnoe posobie, Izhevsk, FGOU VPO Izhevskaya GSKhA*, 2007, 144 p.
14. Kramarenko N. M. Organizatsiya vosproizvodstva stada i plemennoi raboty v usloviyakh promyshlennoi tekhnologii proizvodstva moloka (Management of cattle reproduction and stock breeding under industrial technology of milk production), *Moscow, Kolos*, 1974, 209 p.
15. Pogrebnyak V. A., Strizhanov V. I. Raschet selektsionno-geneticheskikh parametrov v zhivotnovodstve (Computation of selective and genetic parameters in animal husbandry), *Omsk, Izd-vo OmGAU*, 2002, 90 p.
16. Smirnova L. Sovershenstvovanie sistemy kormleniya molochnykh korov i remontnykh telok (The development of feeding system for dairy cows and replacement heifers), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2002, No. 3, pp. 19–21.
17. Lapina M. N. Vosproizvoditel'naya sposobnost' molochnogo skota chistoporodnykh i pomesnykh genotipov (Reproduction capacity of dairy cattle of purebred and mixed genotypes), *avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk, Stavropol', SNIIZhK*, 2009, 24 p.
18. Barmina I. P., Shatskikh E. V. Realizatsiya geneticheskogo potentsiala korov cherno-pestroi porody amerikanskoi selektsii v usloviyakh SPK «Kilachevskii» Sverdlovskoi oblasti (Realization of the genetic potential of cows of black-motley breed of American selection in the conditions of SPK «Kilachevsky» of Sverdlovsk region), *Agrarnoe obrazovanie i nauka*, 2015, No. 2, p. 15.
19. Shcherbakova N. Intensivnoe vyrashchivanie telok – uskorennyi metod realizatsii ikh geneticheskikh vozmozhnostei (Intensive heifer breeding – shortcut method of their genetic capacity realization), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2007, No. 8, pp. 10–11.
20. Fielden E. D., Harris R. E., Macmillan K. L., Shrestha S. L. Some aspects of reproductive performance in selected town supple dairy herds, *N.Z. Vet. J.*, 1980, No. 28, pp. 141–142.
21. Ulimbashev M. B., Tkhashigugova A. S., Gosteva E. R. Vosproizvoditel'naya sposobnost' i immunologicheskii status simmental'skogo i pomesnogo skota (Propagation ability and immune status of Simmental and cross-breeding cattle), *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2015, T. 52, No. 2, pp. 82–91.
22. Ulimbashev M. Vliyanie geneticheskikh i paratipicheskikh faktorov na produktivnye kachestva korov (The influence of the genetic and paratypical factors on the productive qualities of the cows), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2009, No. 8, pp. 9–10.
23. Akimbaev D. E., Tusupov S. D. Stimulyatsiya vosproizvoditel'noi funktsii korov (Stimulation of cow reproduction function), *Molodoi uchenyi*, 2017, No. 6, pp. 169–171.
24. Abalkasymov D., Voronina E., Ul'yanova N., Sudarev N. Zavisimost' produktivnosti korov ot servis-perioda (Dependence of cow productivity from service period), *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2009, No. 4, pp. 26–27.
25. Malen'kikh V. A. V pomoshch' spetsialistam po vosproizvodstvu stada krupnogo rogatogo skota (In aid of scientists in cattle reproduction), *Moscow, Izd. Minsel'khozprod MO*, 2011, 76 p.
26. Berger G. Einfluss der Milchleistung auf einige Eruchtbarkeitsmerk-male der Kühe einer industriemässig produzierend Anlage, *Mh. Veter.-Med.*, 1981, Bd. 35, No. 21, pp. 817–818.
27. Lotthammer K., Ahlers D. Biologische Rastzeit p. p. und Nährstoff-sorgung bei leistungskuhnen (klinische Kurzmitte lung), *Dtsch. Tierarztl. Wschr.*, 1977, Bd. 77, No. 3, pp. 57–58.
28. Khaertdinov I. M., Faizullin R. A. Prigodnost' kholmogorskikh korov k mashinnomu doeniyu (Fitness kholmogorskoye cows milking machines), *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2014, No. 3–1 (22), pp. 89–91.
29. Khaertdinov I. M. Vliyanie bykov na molochnuyu produktivnost' korov-pervotelok v OAO «Put' Il'icha» Zav'yalovskogo raiona Udmurtskoi Respubliki (Influence of bulls on dairy efficiency of firstcalf cows in JSC «Put' Ilyicha» in Zavyalovsky Region of the Udmurt Republic), *Vladimirskii zemledelets*, 2015, No. 3–4 (74), pp. 47–48.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 712.4

**НОРМИРОВАНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ  
ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ  
Г. ЕКАТЕРИНБУРГА**

**Л. И. Аткина**, д-р с.-х. наук, профессор; **Л. В. Булатова**, аспирант;  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
ул. Сибирский тр., д. 37, г. Екатеринбург, Россия, 620100  
E-mail: [atkina@mail.ru](mailto:atkina@mail.ru)

*Аннотация.* Озеленение города – одна из важных задач при создании благоприятных условий городской среды. Объект исследования – зеленые насаждения общего пользования Екатеринбурга. В статье произведен расчет площадей зеленых насаждений по административным районам, а также по поясам отдаленности от центра. Количество объектов озеленения общего пользования с лесопарковым кольцом Екатеринбурга составляет 178 (14 лесных парков, 34 городских парка, 106 скверов и 24 бульвара) общей площадью 13144,52 га. Площадь озеленения объектов общего пользования города Екатеринбурга в среднем составляет 5,2 м<sup>2</sup>/чел. Разрастание города происходило от центра к периферии, исходя из этого городскую территорию условно разделили на четыре пояса с радиусами 2,5 км, 5 км, 10 км, далее 10 км до внешних границ. Наименьшая площадь озеленения находится в первом и во втором поясах, и составляет 3,3% и 4% от общей площади пояса и всего 7,3 % от общей площади объектов озеленения. В центре города, в радиусе 2,5 км, на зеленые насаждения приходится 5,7%, это ниже нормы в 2,5-3 раза. Наибольшее количество парков находится в третьем поясе – 77,3%. Основные площади под зелеными насаждениями расположены в 3, 4 поясах г. Екатеринбурга. Это лесные парки. Пространственное распределение объектов городской системы озеленения по территории города распределено неравномерно. Это прослеживается как при делении городской территории на административные районы, так и при делении города на пояса по удаленности от центра. Для создания комплексной зеленой зоны требуется создание в городе зеленых «лучей», которые бы соединяли лесные парки с внутригородскими объектами озеленения.

*Ключевые слова:* объекты озеленения, парки, скверы, бульвары, лесные парки, норма озеленения.

**Введение.** Екатеринбург – один из крупнейших городов Российской Федерации. Его особенностью является компактная структура, несмотря на то, что за последние годы город разрастается по периферии [1]. В условиях повышенных антропогенных нагрузок, планировочного дискомфорта города и загрязнения воздушной среды выбросами автотранспорта и промышленных предприятий благоустройство и озеленение населенных мест приобретает особое значение [2, 3, 4].

Город находится в постоянном развитии, за счет создания новых и реконструкции старых районов территория изменяется. В ре-

зультате единая комплексная зеленая зона с разветвленной структурой внутри городских объектов и внешних лесопарковых и лесных зон соединений между собой системой бульваров, коридорами улиц с активным озеленением не всегда выглядит безупречной [5, 6, 7, 8]. Отчетные нормативные показатели по площади озеленения на одного жителя зачастую завышены за счет уличного и внутриквартального озеленения, а также лесопарковых зон [9, 8]. Превалирующее участие в озеленении прилегающих лесных массивов – вообще характерная черта городов Среднего Урала, как больших, так и малых [10, 11, 12].

Целью работы является анализ системы озеленения по всей территории города: определение структуры зеленых насаждений по градостроительным функциональным зонам и месторасположению в городской структуре от центра к периферии, а также по административным районам г. Екатеринбурга. На основе полученных данных будут определены реальные показатели площади зеленых насаждений на одного человека в г. Екатеринбурге.

**Методика.** Исследования проводили на основании официальных реестров объектов ландшафтной архитектуры (парки, скверы, бульвары, городские леса) городской администрации, а также с подсчётом площадей по картам градостроительного зонирования г. Екатеринбурга. Для определения категории удалённости объектов от центра территория города условно разделена на четыре пояса,

внутри каждого с помощью картографических планов в масштабе 1:2000 была подсчитана общая площадь территорий и площадь ландшафтных объектов на ней. Приведенный в статье анализ определяет лишь современную ситуацию состояния озеленения.

**Результаты.** Зелёный фонд города Екатеринбурга занимает площадь 24,2 тыс. га. Зелёное кольцо вокруг города из 14 лесных парков площадью 14,9 тыс. га представляет исключительно мощный и незаменимый биологический фильтр города [10, 13, 14].

Количество объектов озеленения общего пользования с лесопарковым кольцом Екатеринбурга составляет 178 объектов общей площадью 13144,52 га, из них 14 лесных парков, 34 городских парка, 106 скверов и 24 бульвара (табл.1).

Таблица 1

Объекты озеленения города Екатеринбурга

Объекты озеленения	Кол-во объектов озеленения, шт.	Доля к общему количеству объектов озеленения, %	Площадь объектов озеленения, га	Доля к общей площади объектов озеленения, %
Парки	34	19	604,33	4,6
Скверы	106	60	106,05	0,8
Бульвары	24	13	62,14	0,5
Лесные парки	14	8	12372	94,1
Итого	178	100,0	13144,52	100,0

Наибольшую площадь, занятую объектам озеленения, составляют лесные парки, остальные городские парки занимают лишь 4,6% от общей площади. Наименьшую площадь занимают бульвары (0,5%), хотя это очень динамичная категория, почти в каждом микрорайоне новостроек кроме традиционно-

го уличного озеленения проектируется новый бульвар.

Распределение участков, занятых зелеными насаждениями, исключая внутриквартальное озеленение, расположено неравномерно по семи районам города (табл. 2).

Таблица 2

Распределения ландшафтных объектов по административным районам г. Екатеринбурга

Наименование	Объекты озеленения								
	Парки		Скверы		Бульвары		Всего объекты озеленения		
Административный район г. Екатеринбурга	Кол-во	Площадь, га	Кол-во	Площадь, га	Кол-во	Площадь, га	Кол-во	Доля, %	Общая площадь, га
Железнодорожный	6	48,2	23	20,1	1	0,8	30	18	69,0
Кировский	8	53,8	15	13,7	6	14,7	29	18	82,2
Октябрьский	4	146,4	9	14,3	1	1,0	14	9	161,7
Чкаловский	6	78,8	7	6,0	6	13,4	19	12	98,3
Ленинский район	3	37,1	20	24,7	4	9,46	27	16	71,3
Верх-Исетский	4	20,0	13	12,8	4	14,1	21	13	46,9
Орджоникидзевский	3	219,9	19	14,5	2	8,6	24	15	243,0
Итого	34	604,3	106	106,0	24	62,1	164	100	772,5

Больше всего объектов озеленения представлено на территории Железнодорожного и Кировского районов – по 18% от общего количества, преобладают скверы, имеющие небольшие размеры. Это связано с тем, что оба района массово застраивались в 30–50 годы 20 века как индустриально-спальные с плотной квартальной планировкой, и места общего пользования были не запланированы. Наибольшая площадь озеленения приходится на Октябрьский и Орджоникидзевский районы, здесь расположены крупные лесные парки: парк им. Маяковского, часть лесопарка им. первых лесоводов России, парк Победы, часть Шувакишского лесопарка. На территории Ленинского и Верх-Исетского районов площадь, занятая под объектами общего пользования, составляет менее 2% от общей площади района. Особенностью этих районов является

наличие крупных исторических бульваров. ВИЗ-бульвар является самым старым в городе, ему 180 лет [15, 16, 17, 18]. В Чкаловском районе – 6 парков, причем они все достаточно крупные (парк по улице Чкалова – 11,57га, парк завода «Химмаш» – 25,97 га, парк камвольного комбината – 6,22 га, парк им. Чкалова – 8,04 га, районный парк РТИ – 5,5 га, ботанический сад УРО РАН – 21,5 мга). Образование крупных парков на территории района связано с тем, что район территориально разделён на несколько микрорайонов, сформированных вокруг промышленных предприятий, в каждом имеется свой парк.

Для определения показателя озелененности был произведен расчет площади зеленых насаждений на 1 человека по каждому району и в целом по городу, с учетом и без учета площадей лесопаркового кольца (табл. 3).

Таблица 3

Площадь зеленых насаждений по административным районам

Административный район г. Екатеринбурга	Численность населения, чел	Площадь объектов озеленения общего пользования, га	Площадь озеленения объектов общего пользования, м <sup>2</sup> /чел.
Железнодорожный	141334	69,0	4,9
Кировский	219842	82,2	3,7
Октябрьский	143563	161,7	11,3
Чкаловский	260238	98,3	3,8
Ленинский район	205723	71,2	3,5
Верх-Исетский	219392	46,9	2,1
Орджоникидзевский	307353	243,0	7,9
Общая по Екатеринбургу, без лесопарков	1497445	772,5	5,2
Лесопарки		12372	
Итого по г. Екатеринбург	1497445	13144,5	87,8

В среднем по Екатеринбургу норма озеленения на объектах общего пользования составляет 5,2 м<sup>2</sup>/чел., что не соответствует нормам, приведенным в СНиП 2.07.01-89 [19], для крупнейших и крупных городов она должна составлять 10 м<sup>2</sup>. Этому показателю соответствует лишь один Октябрьский район, где норма озеленения составляет 11,3 м<sup>2</sup>/чел., а также ближе по значению Орджоникидзевский район – 7,9 м<sup>2</sup>/чел. У всех остальных районов площадь озеленения на объектах общего пользования на одного человека менее 5 м<sup>2</sup>. Данные расчета приведены без учета уличного озеленения. С учетом лесопарков площадь озеленения составляет 87,8 м<sup>2</sup>, что также ниже нормы (СНиП 2.07.01-89) [20].

Екатеринбург – компактный полицентричный город, границы административных районов складывались исторически. При формировании системы городских зеленых насаждений применялся различный подход, часть объектов возникла в процессе реконструкции уже существующих лесных массивов, а часть создавалась при застройке новых микрорайонов. Преимущественно разрастание города происходило от центра к периферии, за исключением таких районов, как Верх-Исетский и Нижнеисетский, которые развивались самостоятельно, и затем слились с территорией исторического Екатеринбурга. Исходя из общих закономерностей, городскую территорию условно разделили на четыре пояса (табл. 4).

Таблица 4

Условное разделение территории г. Екатеринбурга на пояса от центра к периферии

№	Зоны поясов от центра к периферии	Площадь, га
1	пояс 1, радиус 2,5 км от центра	1962,5
2	пояс 2, радиус 5 км от центра	5887,5
3	пояс 3, радиус 10 км от центра	23550
4	пояс 4, радиус от 10 км до границ г. Екатеринбург	15400
Общая площадь в границах г. Екатеринбург		46800

Для каждого пояса города был произведен расчет по территориальным градостроительным зонам озеленения (табл. 5).

Таблица 5

Зелёные насаждения общего пользования по поясам г. Екатеринбурга

Территориальные зоны	Распределение показателей озеленения по поясам					Площадь на жителя, м <sup>2</sup> /чел.
	1	2	3	4	Итого	
Территория общего пользования (ТОП) -1, га	52,6	32,4	466,8	52,3	604,0	4
Доля площади зеленых насаждений по ТОП-1, %	8,7	5,4	77,3	8,7	100,0	
<b>Доля от общей площади пояса, %</b>	<b>2,7</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>4,5</b>	
Доля площади от всех зеленых насаждений, %	0,4	0,2	3,6	0,4	4,6	1,1
ТОП-2, га	64,0	65,0	30,0	9,0	168,0	
Доля площади зеленых насаждений по ТОП-2, %	38,1	38,7	17,9	5,4	100,0	
<b>Доля от общей площади пояса, %</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>4,2</b>	82,6
Доля площади от всех зеленых насаждений, %	0,5	0,5	0,2	0,1	1,3	
Лесные парки, га	0	0	6106,0	6266,0	12372,0	
Доля площади зеленых насаждений в лесных парках, %	0	0	49,4	50,6	100,0	87,8
Доля от общей площади пояса, %	0	0	26,0	39,0	65,0	
Доля площади от всех зеленых насаждений, %	0	0	46,5	47,7		
Итого	116,6	97,4	6602,8	6327,3	13144	1497445 чел.
Доля от общей площади пояса, %	5,7	1,6	27,1	39,4		
Доля площади от всех зеленых насаждений, %	0,9	0,7	50,2	48,1	100,0	
Численность населения на 01.03.2017						

Наименьшая площадь озеленения находится в первом и во втором поясах (3,3% и 4% от общей площади поясов). В центре города в радиусе 2,5 км на зеленые насаждения приходится 5,7% (ТОП-1, ТОП-2), что ниже нормы в 2,5-3 раза. Это связано с исторической плотной застройкой, а также с современной точечной застройкой, которая возникает на объектах внутриквартального озеленения. В первом и втором поясах больше бульваров и скверов – 76,8% от общей площади ТОП-2. Наименьшее количество парков находится во втором поясе – 5,4% от общей площади ТОП-1, в первом чуть больше – 8,7%. Наибольшее количество парков находится в третьем поясе (77,3%), также на данной территории расположена половина лесных парков.

**Выводы.** Пространственное распределение объектов городской системы озеленения является отражением градостроительной истории развития города Екатеринбурга, в результате они распределены по территории

крайне неравномерно. Это прослеживается как при делении городской территории на административные районы, так и при делении города на пояса по удалённости от центра. Частично ситуация компенсируется наличием зеленого пояса из лесных парков по периферии города, наличием резервных рекреационных территорий и пригородных лесов. В центральной части города отмечается крайне низкий показатель озелененности территории на одного жителя, а ведь именно в центре присутствует наибольший приток неучтенного населения в дневные часы (служащие, покупатели, гости города), так что реальный показатель будет еще ниже. В настоящее время требуется увеличение площади, а, следовательно, и количества объектов общего пользования регулярного посещения, то есть скверов, садов, бульваров. Необходимо довести показатели озеленения объектов общего пользования (ТОП-1 и ТОП-2) примерно хотя бы 6-8 м<sup>2</sup> на жителя.

Ситуация на периферии города несколько лучше. При создании больших жилых районов оставлены полосы крупных лесных парков. В настоящее время в городе идут разработки новых парков: Преображенского площадью 49,5 га (микрорайон Академический) и трех парков в микрорайоне Солнечный, соединенных между собой широкими бульварами общей площадью 17 га.

В целом, для формирования единого экологического каркаса из объектов зеленой зоны требуется создание в городе зеленых «лучей», которые бы соединяли лесные парки с внутригородскими объектами озеленения. Эта истина

не нова, но осуществляется крайне сложно. В основу планировочной и архитектурно-композиционной структуры генерального плана развития города Екатеринбурга до 2025 года положен принцип органичного включения уникального природного ландшафта в городскую среду с сохранением сложившейся планировки, но это касается преимущественно долин рек внутри города. Остается надеяться, что комплексный подход при градостроительном зонировании и разработке проектов планировки реконструируемых районов позволит не сокращать площади зеленых насаждений, которых сегодня недостаточно, а увеличивать.

#### Литература

1. Горохов В. А. Зеленая природа города : учеб. пособие для студентов вузов по спец. направления «Архитектура». М. : Стройиздат, 2003. 528 с.
2. Chiesura A. The role of urban parks for the sustainable city // *Landscape and Urban Planning*. 2004. № 68. P. 129–138
3. Leo C. and Anderson K. Being Realistic About Urban Growth [Электронный ресурс] // *Journal of Urban Affairs*. 2006. № 28. P. 169–189. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0735-2166.2006.00266.x> (дата обращения: 01.10.2016 г.).
4. Бухарина И. Л., Журавлева А. Н., Большова О. Г. Городские насаждения: экологический аспект : монография. Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 206 с.
5. Nicks S. Designing The Interface: The Role of Urban Design In Reconstructing Apartheid Villages, Towns and Cities [Электронный ресурс] // *Urban Design International*. 2003. № 8. P. 179–205. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000103> (дата обращения: 14.11.2016 г.).
6. Russell W. and McBride J. Landscape Scale Vegetation-Type Conversion and Fire Hazard in the San Francisco Bay Area Open Spaces [Электронный ресурс] // *Landscape and Urban Planning*. 2003. № 64. P. 201–208. Режим доступа URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00233-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00233-5) (дата обращения: 13.10.2017 г.).
7. Burgess J., Harrison C.M., Limb M. People, parks and the urban green: a study of popular meanings and values for open spaces in the city // *Urban Stud.* 1988. № 25. P. 455–473.
8. Карелина Е. О. Анализ дворовых пространств г. Екатеринбурга [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. Вып. № 1-1 Режим доступа URL: <https://viviophica.com/articles/history/140394> (дата обращения: 18.05.2015).
9. Шевелина И. В., Нагимов З. Я., Метелев Д. В. Характеристика лесного фонда зеленой зоны в пределах муниципального образования «г. Екатеринбург» [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. Режим доступа URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (дата обращения: 13.11.2016).
10. Генерального плана развития городского округа — муниципального образования «город Екатеринбург» на период до 2025 года» : [Электронный ресурс] / Администрация г. Екатеринбурга. 2016. URL: <https://екатеринбург.рф> (дата обращения: 01.10.2016 г.).
11. Особенности озеленения улиц с многоэтажной застройкой в г. Нижняя Салда Свердловской области / С. Н. Луганская, С. В. Вишнякова, Л. И. Аткина [и др.] // *Пермский аграрный вестник*. 2016. № 4(16). С. 41–47.
12. Булатова Л. В., Аткина Л. И., Морозов А. М. Анализ планировочной структуры и системы озеленения города Полевской // *Научное творчество молодежи – лесному комплексу России – матер. XI Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. ун-т*, 2015. Ч. 2. С. 28–30.
13. Зайцев О. Б., Поляков В. Е. Особо охраняемые природные территории города Екатеринбурга. Екатеринбург : Из-во «Ажур», 2015. 51 с.
14. Общая площадь зеленых насаждений в пределах городской черты, гектар, значение показателя за год. 2011–2015 гг. : [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. 2016. Режим доступа URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 01.10.2016 г.).
15. Лисина Е. И., Характеристика насаждений бульваров в городах Среднего Урала : автореф. канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2013. 23 с.
16. Сродных Т. Б. Становление системы озеленения г. Екатеринбурга // *Леса России и хозяйство в них*. 2009. № 3(34). С. 47–52.
17. Зорина Л. И., Слукин В. М. Улицы и площади старого Екатеринбурга. Екатеринбург : Баско, 2005. 288 с.
18. Сродных Т. Б., Кайзер Н. В. Основные характеристики исторических бульваров и скверов г. Екатеринбурга в XIX–XXI вв. // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016. Вып. 2(58). С. 42–45
19. Строительные нормы и правила: Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений : СНиП 2.07.01-89\*: Утв. Госстроем СССР 16.05.89; Взамен СНиП П-60-75: Срок введ. в д. 01.01.90 / Разраб. ЦНИИП градостроительства и др. Изд. офиц., Переизд. СНиП 2.07.01-89 с изм. и доп. от 13.07.90, 23.12.92, 25.08.93. М. : ГП ЦПП, 1994. 57 с.
20. Булатова Л. В., Сродных Т. Б. Распределение объектов системы озеленения по территории Екатеринбурга // *Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : материалы XI междунар. научн.-техн. конф. УГЛТУ. Екатеринбург*, 2017. С. 274–278.

## REGULATION AND PLACING OF PUBLIC GREEN SPACES OF YEKATERINBURG

**L. I. Atkina**, Dr. Agr. Sci., Professor.  
**L. V. Bulatova**, Post-Graduate Student  
 Ural State Forestry Engineering University  
 37, Sibirsky trakt St., Yekaterinburg, 620100 Russia  
 E-mail: [atkina@mail.ru](mailto:atkina@mail.ru)

## ABSTRACT

Urban greenery is one of the most important goals for the creation of friendly urban environment. The article examines the public green spaces of Yekaterinburg. It is spoken in detail about the results of the calculations of green spaces areas, considering their location in administrative districts and zones depending on the distance from the city center. Data is given about 178 green public spaces with a total area of 13,144.52 hectares (34 city parks, 106 city squares, 24 boulevards, 14 forest parks around Yekaterinburg). It is established that green area of public objects with forest parks is 5.2 m<sup>2</sup> per person on average. The city has been growing from the center to outskirts, on this basis, the city territory was conditionally divided into four zones depending on the distance from the city center: the central zone with a radius of 2.5 km (1), the zone with a radius of 5 km (2), the zone with a radius of 10 km (3), and more than 10 km to the city perimeter (4). The least green area is located in the first and second zones, it occupies 3.3% and 4% of the total zone area and only 7.3% of the total area of greening objects. In the city center with a radius of 2,5 km green spaces cover 5.7% that is 2,5-3 times below normal. The greatest number of parks (77. 3%) is located in the third zone of the city. The main green areas are represented by forest parks and located in the third and fourth zones of Yekaterinburg. It is stressed that objects of urban greenery system are unevenly distributed throughout the city that is discernable in division of the city into administrative districts and zones depending on the distance from the city center. Recommendations are given for the establishment of an integrated green zone through the creation of green lines that would connect forest parks with public greening objects within the city.

*Key words: greening objects, parks, square parks, boulevards, forest parks, greening rate.*

## References

1. Gorokhov V. A. Zelenaya priroda goroda (Green Nature of the City), ucheb. posobie dlya studentov vuzov po spets. napravleniya «Arkhitektura», Moscow, Stroiizdat, 2003, 528 p.
2. Chiesa A. The role of urban parks for the sustainable city, Landscape and Urban Planning, 2004, No.68, pp. 129–138
3. Leo C. and Anderson K. Being Realistic About Urban Growth, Elektronnyi resurs, Journal of Urban Affairs, 2006, No.28, pp. 169–189, Rezhim dostupa URL: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0735-2166.2006.00266.x> (data obrashcheniya: 01.10.2016 g.).
4. Bukharina I. L., Zhuravleva A. N., Bolyshova O. G. Gorodskie nasazhdeniya: ekologicheskii aspekt (Ecological Aspect of Urban Green Spaces), monografiya, Izhevsk, Izd-vo «Udmurtskii universitet», 2012, 206 p.
5. Nicks S. Designing The Interface: The Role of Urban Design In Reconstructing Apartheid Villages, Towns and Cities, Elektronnyi resurs, Urban Design International, 2003, No.8, pp. 179–205, Rezhim dostupa URL: <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000103> (data obrashcheniya: 14.11.2016 g.).
6. Russell W. and McBride J. Landscape Scale Vegetation-Type Conversion and Fire Hazard in the San Francisco Bay Area Open Spaces, Elektronnyi resurs, Landscape and Urban Planning, 2003, No.64, pp. 201–208, Rezhim dostupa URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00233-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00233-5) (data obrashcheniya: 13.10.2017 g.).
7. Burgess J., Harrison C.M., Limb M. People, parks and the urban green: a study of popular meanings and values for open spaces in the city, Urban Stud, 1988, No.25, pp. 455–473.
8. Karelina E. O. Analiz dvorovykh prostranstv g. Ekaterinburga (Analisis of Yard Spaces in Ekaterinburg), Elektronnyi resurs, Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, Vyp. No. 1-1, Rezhim dostupa URL: <https://vivliophica.com/articles/history/140394> (data obrashcheniya: 18.05.2015).
9. Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya., Metelev D. V. Kharakteristika lesnogo fonda zelenoi zony v predelakh munitsipal'nogo obrazovaniya «g. Ekaterinburg» (Characteristics of Green Area Forest Resources with the «Ekaterinburg» Municipality), Elektronnyi resurs, Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2015, No. 1-1, Rezhim dostupa URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (data obrashcheniya: 13.11.2016).
10. General'nogo plana razvitiya gorodskogo okruga — munitsipal'nogo obrazovaniya «gorod Ekaterinburg» na period do 2025 goda» (General Plan of the City District Development – «Ekaterinburg» Municipality till 2025), Elektronnyi resurs, Administratsiya g. Ekaterinburga, 2016, Rezhim dostupa URL: <https://ekaterinburg.rf> (data obrashcheniya: 01.10.2016 g.).
11. Luganskaya S. N., Vishnyakova S. V., Atkina L. I., Bulatova L. V., Ul'yanova G. S. Osobennosti ozeleneniya ulits s mnogoetazhnoi zastroikoi v g. Nizhnyaya Salda Sverdlovskoi oblasti (Greening Peculiarities of Streets with Multistoried Buildings in Nizhnyaya Salda, Sverdlovsk Oblast), Permskii agrarnyi vestnik, 2016, No.4(16), pp. 41–47.



12. Bulatova L. V., Atkina L. I., Morozov A. M. Analiz planirovochnoi struktury i sistemy ozeleneniya goroda Polevskoi (Analysis of Development Pattern and Urban Greenery System of Polevskoy), Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii, mater. XI Vseros. nauch.-tekhn. konf., Ekaterinburg, Ural'skii gos. lesotekhn. un-t, 2015, Ch. 2, pp. 28–30.
13. Zaitsev O. B., Polyakov V. E. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii goroda Ekaterinburga (Protected Natural Areas of Ekaterinburg), Ekaterinburg, Iz-vo «Azhur», 2015, 51 p.
14. Obshchaya ploshchad' zelenykh nasazhdenii v predelakh gorodskoi cherty, gektar, znachenie pokazatelya za god. 2011–2015 gg. (Total Area of Green Spaces within the City Perimeter, Hectar, the Figure for 2011–2015), Elektronnyi resurs, Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki, 2016, Rezhim dostupa URL: <http://www.gks.ru> (data obrashcheniya: 01.10.2016 g.).
15. Lisina E. I., Kharakteristika nasazhdenii bul'varov v gorodakh Srednego Urala (Characteristics of Boulevard Implantation in the Cities of the Middle Ural), avtoref. kand. s.-kh. nauk, Ekaterinburg, 2013, 23 p.
16. Srodnykh T. B. Stanovlenie sistemy ozeleneniya g. Ekaterinburga (Establishment of Greenery System in Ekaterinburg), Lesa Rossii i hozhajstvo v nih, 2009, No. 3(34), pp. 47–52.
17. Zorina L. I., Slukin V. M. Ulitsy i ploshchadi starogo Ekaterinburga (Streets and Squares of the Old Ekaterinburg), Ekaterinburg, Basko, 2005, 288 p.
18. Srodnykh T. B., Kaizer N. V. Osnovnye kharakteristiki istoricheskikh bul'varov i skverov g. Ekaterinburga v XIX–XXI vv. (The Basic Features of Historic Boulevards and Squares in Yekaterinburg in the XIX–XXI Centuries), Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, Vyp. 2(58), pp. 42–45
19. Stroitel'nye normy i pravila: Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroika gorodskikh i sel'skikh poselenii (Layout and Building of Urban and Rural Settlements), SNiP 2.07.01-89\*, Utv. Gosstroem SSSR 16.05.89, Vzamen SNiP II-60-75, Srok vved. v d. 01.01.90, Razrab. TsNIIP gradostroitel'stva i dr. Izd. ofits., Pereizd. SNiP 2.07.01-89 s izm. i dop. ot 13.07.90, 23.12.92, 25.08.93, Moscow, GP TsPP, 1994, 57 p.
20. Bulatova L. V., Srodnykh T. B. Raspredelenie ob'ektov sistemy ozeleneniya po territorii Ekaterinburga (Allocation of Greenery System Objects within the Territory of Ekaterinburg), Lesnaya nauka v realizatsii kontseptsii ural'skoi inzhenernoi shkoly: sotsial'no-ekonomicheskie i ekologicheskie problemy lesnogo sektora ekonomiki, materialy XI mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf., UGLTU, Ekaterinburg, 2017, pp. 274–278.

УДК 68.43.47

## РАЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫБОРОЧНОЙ РУБКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕНЗОМОТОРНОЙ ПИЛЫ И МИНИ-ТРАКТОРА

**Э. Ф. Герц**, д-р техн. наук, профессор; **Н. Н. Теринов**, д-р с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
ул. Сибирский тр., д. 37, г. Екатеринбург, Россия, 620100  
E-mail: [gerz.e@mail.ru](mailto:gerz.e@mail.ru)

*Аннотация.* Рассмотрен вариант организации выборочной рубки с использованием харвестера при широкопассечной технологии разработки лесосеки. С недостижимых для харвестера частей пасеки заготовку древесины предполагается осуществлять с применением бензомоторной пилы и мини-трактора. В этом случае рассматриваются два варианта организации работ. В первом для выполнения всех операций задействованы двое рабочих. При этом один рабочий выполняет все операции бензомоторной пилой, а второй, управляя мини-трактором, осуществляет погрузку и подтрелевку лесоматериалов к пасечному волоку. Во втором варианте для выполнения всех операций задействован один рабочий, последовательно использующий бензомоторную пилу и мини-трактор. В качестве оценочных критериев рассмотрены нормы времени на выполнение работ. Расчеты показали, что осуществление валки, обрезки сучьев и раскряжевки одним рабочими (первый вариант) позволяет сократить затраты времени на их выполнение, в рассмотренном диапазоне характеристик выборочных рубок, на 0,067–0,069 чел.ч/м<sup>3</sup> или на 9,5–10,9%. Выполнение всего комплекса работ одним рабочим (второй вариант) неизбежно приводит к снижению коэффициента использования мини-трактора и бензомоторной пилы. Один из двух механизмов будет постоянно простаивать, что приведет к снижению их производительности на фоне некоторого увеличения комплексной выработки на рабочего за счет сокращения затрат времени на переходы между деревьями.

*Ключевые слова:* выборочные рубки, мини-трактор, подтрелевка сортиментов к волоку, норма времени.

**Введение.** Принципы устойчивого (неистощительного) лесопользования предполагают переход от сплошных рубок к выборочным, что в полной мере соответствует требованиям интенсификации лесопользования. Наряду с рубками в спелых и перестойных насаждениях, интенсивное лесопользование предусматривает неукоснительное проведение комплекса рубок ухода. Вместе с тем, беглый обзор оборудования, используемого для выполнения рубок, свидетельствует об их ориентации на узкопосечные технологии. Выборочные рубки и рубки ухода предполагают рубку широких пасек с возможностью снижения интенсивности изреживания древостоя до 30–15%. Современные лесозаготовительные машины (ЛЗМ), имеющие вылет манипулятора до 11 м, такой возможности не дают. Радикальное увеличение вылета манипулятора у этих машин невозможно в силу ряда причин, и прежде всего снижения доступности деревьев, назначенных в рубку [1].

Возможным решением является ввод в систему лесосечных машин дополнительного оборудования для работы в удаленных от пасечного волока частях пасеки, недостижимых для манипулятора ЛЗМ. В качестве одного из вариантов в систему машин могут дополнительно включаться бензомоторные пилы для валки, обрезки сучьев и, при необходимости, – раскряжевки на сортименты, а также оборудование для подтрелевки древесины к волокам, в том числе мини-тракторы [2, 3, 4, 5, 6].

**Анализ применяемых технологий.** Технологический процесс разработки боковых лент с применением бензомоторной пилы и мини-трактора может быть организован по двум вариантам: операционным и комбинированным. При операционной организации выполнение каждой операции технологического процесса осуществляется одним рабочим: валка, либо раскряжевка, либо обрубка сучьев, либо трелевка заготовленной древесины. При комбинированной организации степень комбинирования и число операций, выполняемых одним рабочим, могут быть различными [7, 8].

1. *Выполнение комплекса работ двумя рабочими.* Один рабочий выполняет все технологические операции бензомоторной пилой: валит деревья, назначенные в рубку, в том числе осуществляет, при необходимости, отбор деревьев в рубку, обрезает сучья, а при

сортиментной технологии дополнительно раскряжевывает хлыст и окучивает маломерные сортименты. Второй рабочий с мини-трактором осуществляет подбор лесоматериалов, их погрузку и подтрелевку к волоку.

2. *Выполнение одним рабочим* всего комплекса работ на боковых лентах, использующим для этого в необходимой последовательности бензомоторную пилу и пешеходно-управляемый мини-трактор.

Европейский опыт выполнения рубок с использованием пешеходно-управляемых мини-тракторов включает использование обеих технологий [8].

Предпочтительность тому или иному варианту организации труда может быть определена с учетом экономических (технологических), экологических (лесоводственных) и социальных (эргономических) критериев [9, 10]. В качестве оценочных критериев могут использоваться производительность или норма выработки (норма времени) по комплексу операций, риски (вероятность) повреждения компонентов формируемого древостоя и снижение нагрузки на отдельные группы мышц рабочего за счет исключения однообразных и монотонных движений. При этом технологические критерии – производительность или норма выработки (норма времени) – в приведенном перечне критериев можно рассматривать как доминирующие, а другие – в качестве ограничений.

Производительность отдельных операций определяется следующим образом:

Расчетная часовая производительность  $P_p$  операций, выполняемых бензомоторной пилой, определяется по формуле:

$$P_p = \frac{3600V_{cp}^x}{T_{ц}}, \quad (1)$$

где  $V_{cp}^x$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;

$T_{ц}$  – время цикла валки дерева (и/или обрезки сучьев и/или раскряжевки) дерева, с.

Рассмотрим время цикла выполнения каждой из операций, выполняемых бензомоторной пилой «у пня».

Время цикла валки деревьев  $T_{ц}^B$  определяется по формуле:

$$T_{ц}^B = t_{п}^D + t_{с}^D + t_{пм}^{MD}, \quad (2)$$

где  $t_{II}^D$  – время подготовки рабочего места, с;

$t_C^D$  – время спиливания дерева, с;

$t_{II}^{MD}$  – время перехода рабочего с бензопилой между деревьями, с;

Время цикла обрезки сучьев  $T_{II}^{OC}$  составит:

$$T_{II}^{OC} = t_{II}^{MD} + t_{II}^{KBD1} + t_C^C, \quad (3)$$

где  $t_{II}^{KBD1}$  – время движения рабочего от комля до вершины дерева в процессе обрезки сучьев, с;

$t_C^C$  – время срезания сучьев, с.

Время цикла раскряжёвки хлыстов составит:

$$T_{II}^{PX} = t_{II}^{MD} + t_{II}^{KBD2} + t_B^{III}, \quad (4)$$

где  $t_{II}^{KBD2}$  – время движения рабочего вдоль ствола в процессе раскряжёвки;

$t_B^{III}$  – время выполнения поперечных пропилов.

При совмещении технологических операций, выполняемых рабочим с бензодвигательной пилой, время цикла сокращается за счет однократного, в сравнении с операционной организацией работы, перехода рабочего между деревьями. Кроме того, циклы обрезки сучьев с дерева и его раскряжёвки включают перемещение рабочего от комля к вершине. Совмещение выполнения этих операций позволяет дополнительно сократить время цикла, которое составит:

$$T_{II}^{BOCPX} = T_{II}^B + (T_{II}^{OCPX} - t_{II}^{MD}) + (T_{II}^{PX} - t_{II}^{KBD2} - t_{II}^{MD}). \quad (5)$$

Расчётная часовая производительность  $П_p$  мини-трактора определяется по формуле:

$$П_p = \frac{V_{Cp}^{III}}{T_{II}^T}, \quad (6)$$

где  $V_{Cp}^{III}$  – средний объём транспортируемого мини-трактором пакета, м<sup>3</sup>;

$T_{II}^E$  – продолжительность цикла, с.

Продолжительность цикла составляет:

$$T_{II}^T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (7)$$

где  $t_1$  и  $t_2$  – время погрузки и разгрузки грузовой платформы мини-трактора соответственно, с;

$t_3$  и  $t_4$  – время движения мини-трактора в грузовом и порожнем направлениях соответственно, с;

$t_5$  – время переездов в процессе погрузки грузовой платформы мини-трактора, с.

При совмещении технологических операций, выполняемых бензодвигательной пилой и мини-трактором, время цикла дополнительно сокращается за счет однократного, в сравнении с операционной организацией работы, перемещения рабочего между деревьями и составит:

$$T_{II}^{BOCPXT} = (T_{II}^B - t_{II}^{MD}) + (T_{II}^{OCPX} - t_{II}^{MD}) + (T_{II}^{PX} - t_{II}^{KBD2} - t_{II}^{MD}) + T_{II}^T. \quad (8)$$

Оценка величины сокращения затрат времени на выполнение операций валки и обрезки сучьев по операционной и комбинированной организации работ может быть выполнена по данным ЕНВ [11] (табл. 1), а также по данным КарНИИЛП [12] (табл. 2).

Таблица 1

Норма времени на выполнение операций бензодвигательной пилой при сплошных рубках, чел.час/м<sup>3</sup>[11]

№	Операции	Средний объём хлыста, м <sup>3</sup> (ель, пихта)			
		0,14–0,17	0,18–0,21	0,22–0,29	0,30–0,39
1	Валка (в одиночку)	0,184	0,156	0,132	0,109
2	Обрезка сучьев	0,359	0,315	0,269	0,227
3	Валка-обрезка сучьев	0,504	0,443	0,378	-

Сокращение затрат времени за счет комбинирования выполнения операций «валка» и «обрезка сучьев» при сплошных рубках в сравнении с раздельным их выполнением со-

ставляет на 1 м<sup>3</sup> от 0,023 до 0,039 чел.ч в приведенном диапазоне варьирования среднего объёма хлыста.

Таблица 2

Норма времени на выполнение операций бензомоторной пилой при выборочных рубках, чел.ч/м<sup>3</sup> [12]

№	Операции	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup> (ель, пихта)	
		0,13-0,22	0,23-0,36
1	Валка (в одиночку)	0,26	0,19
2	Обрезка сучьев	0,47	0,42
3	Раскряжевка хлыстов на пасеке:		
	летом	0,40	0,31
	зимой (глубина снега ≤ 0,5 м)	0,47	0,35
	зимой (глубина снега > 0,5 м)	0,64	0,44

Базисные природно-производственные условия, для которых применимы нормы времени, приведены в таблице 2: Сезон работы – лето, условия выполнения – нормальные, длина сортиментов – 4,5 м, вырубаемый запас с 1 га – 40 м<sup>3</sup>, разряд высот – III. Содержание работы: подготовка рабочего места, валка в одиночку, переход от дерева к дереву, уход за пилой. Вырубка сплошная. Для операции валки приведены данные для пилы МП-5 «Урал», а для операций обрезки сучьев и валки-обрезки сучьев – для пилы «Тайга 214».

Приведенные в ЕНВ нормы времени на выполнение операций отражают специфику сплошных рубок и предусматривают затраты времени на переходы между деревьями меньше, чем при рубках ухода или при выборочных рубках.

**Результаты.** Рассмотрели два варианта организации работ:

– *Выполнение комплекса работ двумя рабочими.* При этой форме организации работ рабочий с бензомоторной пилой, выполняя последовательно все операции, предусмотренные технологическим процессом при работе с каждым деревом, в сравнении с поочередным выполнением каждой операции разными рабочими, сократит суммарные затраты времени на 1 м<sup>3</sup>. Сокращение затрат времени при среднем объеме хлыста 0,13–0,22 м<sup>3</sup> составит 6,7% – при сплошных рубках и 9,5% – при выборочных рубках, 10,9% – при выборочных рубках в древостое со средним объемом хлыста 0,23–0,36 м<sup>3</sup> (см. строку 5 таблицы 3).

Для сравнения затрат времени по приведенным нормам на выполнение отдельных операций (валка и обрезка сучьев) при выборочных и сплошных рубках приведем их к сопоставимым диапазонам средних объемов хлыста. Результаты приведены в 1-й, 2-й, 4-й строках таблицы 3.

Таблица 3

Расчет сокращения затрат времени на комбинированное выполнение операций при рубках ухода и выборочных рубках, чел.час/м<sup>3</sup>

№	Операции	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup> (ель, пихта)			
		0,13–0,22		0,23–0,36	
		сплошные	выборочные	сплошные	выборочные
1	Валка (в одиночку)	0,170	0,260	0,121	0,190
2	Обрезка сучьев	0,337	0,470	0,248	0,420
3	Сумма по п.№1 и №2	0,507		0,369	
4	Валка-обрезка сучьев	0,474	0,661		0,543
5	Сокращение затрат времени при комбинировании двух операций:				
	в секундах	0,034	0,069		0,067
	в %	6,7	9,5		10,9

Более высокие нормы времени для выборочных рубок отражают время, необходимое на принятие решения по выбору очередного дерева, преодолению большего расстояния перехода, в том числе связанного с необходимостью обходить подрост, подлесок и деревья, оставляемые на дорастивание.

В 5-й строке таблицы приведены расчетные величины абсолютного и относительного сокращения затрат времени при комбинировании двух операций.

– *Выполнение одним рабочим всего комплекса работ.* Анализ нормативных материалов показал, что для варианта «выполнение

одним рабочим всего комплекса работ» отсутствуют нормы времени на трелевку древесины мини-трактором, что не позволяет точно оценить изменение затрат времени на весь комплекс работ. Но можно полагать, что затраты времени сократятся вследствие сокращения времени на переходы.

**Выводы.** 1. Последовательное выполнение комплекса работ с каждым деревом бензомоторной пилой одним рабочим в сравнении с выполнением отдельных операций раз-

ными рабочими сокращает затраты времени в рассмотренном диапазоне характеристик выборочных рубок на 0,067–0,069 чел.ч/м<sup>3</sup> или на 9,5–10,9%.

2. Выполнение всего комплекса операций одним рабочим неизбежно приведет к простоя одного из двух механизмов и к значительному снижению их производительности. Однако при этом будет повышена комплексная выработка на рабочего за счет сокращения затрат времени на переходы.

#### Литература

1. Герц Э. Ф., Безгина Ю. Н., Иванов В. В., Крюк В. И. Вероятность заготовки деревьев при выборочных рубках манипуляторной машиной // Леса России и хозяйство в них, 2014. № 2. С. 40–42.
2. Герц Э. Ф., Азаренок В. А., Лившиц Н. В., Мехренцев А. В. К вопросу о целесообразности применения операции подтрелевка при несплошных рубках // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2002. № 3. С. 44–48.
3. Какое шасси нужно машине, работающей под пологом древостоя? / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов [и др.] // Леса России и хозяйство в них, 2014. № 2. С. 30–32.
4. Условия и возможность работы лесотранспортных систем под пологом древостоя / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов [и др.] // Resources and Technology. 2016. Т. 13. № 2. С. 20–33.
5. Vorliefern mit Bodenseilzug / Forstraktor // Praxishilfe. Zeitaufwand für Holzernteverfahren / Grundlage für Pauschalätze / Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern, 1997. С. 70.
6. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik: Waldarbeit im Umbruch? Tagungsfürer zur 11. KWF-Tagung in Koblenz. Gross-Umstadt, 1992. С. 132
7. Рациональная технология рубок с трелевкой заготовленной древесины минитракторами под пологом древостоя / Э. Ф. Герц, Н. Н. Теринов, Ю. Н. Безгина [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 2 (356). С. 119–129.
8. Валяжонков В. Д., Мясищев Д. Г. Особенности малой механизации лесозаготовок за рубежом // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. № 6. С. 64–69.
9. Перепечина Т. А., Теринов Н. Н., Уразова А. Ф., Выбор технологии лесосечных работ в условиях устойчивого лесопользования / Ю. Н. Безгина, Э. Ф. Герц, В. В. Иванов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2015. Т. 55. № 4. С. 12–22.
10. Азаренок В. А., Герц Э. Ф., Силуков Ю. Д. Алгоритм выбора технологии и систем машин для выполнения рубок // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1(93). С. 35–36.
11. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы. М. : НИИ труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам, 1982. 78 с.
12. Сборник нормативных документов для планирования, проведения и оценки рубок ухода, санитарных и выборочных рубок, несплошных рубок главного пользования в лесах первой группы. Петрозаводск : КАРНИИЛП, 1990. 135 с.

## RATIONAL ORGANIZATION OF SELECTIVE CUTTING USING A GASOLINE SAW AND MINITRACTOR

**E. F. Gerz**, Dr. Eng. Sci., Professor

**N. N. Terinov**, Dr. Agr. Sci.

Ural State Forest Engineering University

37, Sibirsky trakt St., Yekaterinburg, 620100 Russia

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

#### ABSTRACT

The variant of the organization of selective cuttings with use of harvester for wide-swath technologies of development of site cutting is considered. With inaccessible for harvester distances harvesting of wood is supposed to be carried out with use of a gasoline saw and a mini-tractor. In this case, two variants of the works organization are considered. In the first variant, each separate worker performs only one operation (either only cutting trees, or only crosswise cutting of stems or crowning-off or transportation of harvested wood). In the second combined variant, one or two workers are involved

into all these operations. At performance by one worker of the all works on tapes inaccessible harvester he uses a gasoline saw and a mini-tractor serially in necessary sequence at work with each cut down tree. At participation of two workers, the first worker carries out all necessary operations by a gasoline saw and the second one operates mini-tractor and carries out loading and transportation of wood to narrow strip. As estimated criteria, productivity and norms of time for performance of the works are considered. The calculations have shown that realization of all necessary technological operations by separate workers (the first variant) allows reducing expenses of time for performance of a complex of works in the considered range of characteristics of selective cuttings on 0.067-0.069 men hour / m<sup>3</sup> or that makes 9.5-10.9%. At the same time, a performance of all complex of works by one worker inevitably goes to reduction of operating ratio of a mini-tractor and a gasoline saw. One from two mechanisms will constantly not operate, that will significantly reduce the equipment productivity on a background of some increase of complex of worker resulting from the reduction of the time expenses for moving between trees.

*Key words: selective cuttings, mini-tractor, transportation of wood to narrow strip, norm of time.*

#### References

1. Gerts E. F., Bezgina Yu. N., Ivanov V. V., Kryuk V. I. Veroyatnost' zagotovki de-rev'ev pri vyborochnykh rubkakh manipulyatornoi mashinoy (Probability of logging in trees selective logging manipulative machine), *Lesa Rossii i khozyaistvo v nikh*, 2014, No. 2, pp. 40–42.
2. Gerts E. F., Azarenok V. A., Livshits N. V., Mekhrentsev A. V. K voprosu o tsele-soobraznosti primeneniya operatsii podtrelevka pri nesploshnykh rubkakh (To question of expediency of using hauling operations in non-clear cutting), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii, Lesnoi zhurnal*, 2002, No. 3, pp. 44–48.
3. Bezgina Yu. N., Gerts E. F., Ivanov V. V. et al. Kakoe shassi nuzhno mashine, rabotayushchei pod pologom drevostoya? (What to chassis machine works under the canopy tree stand?), *Lesa Rossii i khozyaistvo v nikh*, 2014, No. 2, pp. 30–32.
4. Bezgina Yu. N., Gerts E. F., Ivanov V. V., Perepechina T. A., Terinov N. N., Ura-zova A. F. Usloviya i vozmozhnost' raboty lesotransportnykh sistem pod pologom drevostoya (Conditions and ability to work forest transport systems under the canopy of the stand), *Resources and Technology*, 2016, T. 13, No. 2, pp. 20–33.
5. Vorliefer mit Bodenseilzug, Forstraktor, Praxishilfe, Zeitaufwand für Holzernte-verfahren, Grundlage für Pauschalasätze, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1997, P. 70.
6. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik: Waldarbeit im Umbruch? Tagungsfürer zur 11. KWF-Tagung in Koblenz, Gross-Umstadt, 1992, P. 132
7. Gerts E. F., Terinov N. N., Bezgina Yu. N. et al. Ratsional'naya tekhnologiya rubok s trelevkoi zagotovlennoi drevesiny minitraktorami pod pologom drevostoya (Rational cutting technology with mini tractors log skidding under the forest canopy), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii, Lesnoi zhurnal*, 2017, No. 2 (356), pp. 119–129.
8. Valyazhonkov V. D., Myasishchev D. G. Osobennosti maloi mekhanizatsii lesozagotovok za rubezhom (Peculiarities of small mechanization of forest harvesting abroad), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii, Lesnoi zhurnal*, 2005, No. 6, pp. 64–69.
9. Bezgina Yu. N., Gerts E. F., Ivanov V. V. et al. Vybor tekhnologii lesosechnykh rabot v usloviyakh ustoichivogo lesopol'zovaniya (The choice of technology logging activities in sustainable forest management), *Lesa Rossii i khozyaistvo v nikh*, 2015, T 55, No. 4, pp. 12–22.
10. Azarenok V. A., Gerts E. F., Silukov Yu. D. Algoritm vybora tekhnologii i si-stem mashin dlya vypolneniya rubok (Algorithm for selecting technologies and system machines for cutting), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2012, No. 1(93), pp. 35–36.
11. Edinye normy vyrabotki i rastsenki na lesozagotovitel'nye raboty (Uniform performance rate and price for forestry work), Moscow, NII truda Gosudarstvennogo komiteta SSSR po trudu i sotsial'nym voprosam, 1982, 78 p.
12. Sbornik normativnykh dokumentov dlya planirovaniya, provedeniya i otsenki rubok ukhoda, sanitarnykh i vyborochnykh rubok, nesploshnykh rubok glavnogo pol'zovaniya v lesakh pervoi gruppy (Collection of legislation for planning, conduction and estimation of intermediate, sanitation and selective cutting as well as final partial cutting in the first group forests), Petrozavodsk, KARNILP, 1990, 135 p.

**Редакция научно-практического журнала «Пермский аграрный вестник»** приглашает к сотрудничеству ученых, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим группам научных исследований:

- ✓ общая биология;
- ✓ процессы и машины агроинженерных систем;
- ✓ агрономия;
- ✓ ветеринария и зоотехния;
- ✓ лесное хозяйство.

Статьи публикуются бесплатно. Материалы, оформленные согласно правилам и соответствующие научным направлениям, следует высылать по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23, издательско-полиграфический центр «ПрокростЪ» или электронной почтой по адресу [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru).

Информация о правилах и требованиях к оформлению и публикации статей размещена на сайте журнала «Пермский аграрный вестник» <http://agrovest.psa.ru>.

#### **Технические требования к статьям**

Объем статьи должен составлять 5-8 страниц формата А4, ориентация книжная, с полуторным межстрочным интервалом, без форматирования, с выравниванием по ширине, с автоматической расстановкой переносов, без подстрочных ссылок. Гарнитура шрифта – Times New Roman. Размер шрифта основного текста – 14 пт., дополнительного (заголовки таблиц, подписи под рисунками, примечания, литература) – 12 пт. Первая строка абзаца с отступом 1,25 см. Все слова внутри абзаца разделяются только одним пробелом. Перед знаком препинания пробел не ставится, после него – один пробел. Должны различаться тире (–) и дефисы(-).

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. Подписи под рисунками располагаются вне рисунка (для возможности редактирования).

Формулы записываются в стандартном редакторе формул MS Word: шрифт – Times New Roman; размер обычный – 14 пт.

Все употребляемые автором сокращенные обозначения и аббревиатуры, за исключением общепринятых, должны быть расшифрованы при их первом написании в тексте.

Если в статье присутствуют разделы, их названия должны быть выполнены в стиле «Заголовков».

#### **Контактный телефон:**

**8-951-936-45-33** Распономарев Иван Леонидович, ответственный секретарь,  
**(342) 210-35-34** Корепанова Ольга Кузьминична, директор издательско-полиграфического центра.

**Уважаемый читатель!**

*Подписаться*

*на научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник»*

*можно во всех отделениях РГУП «Почта России».*

*С условиями подписки можно ознакомиться*

*в межрегиональной части Каталога российской прессы «Почта России».*

*Каталожная стоимость подписки на полгода составит 1000 рублей.*

*Индекс издания, по которому Вы можете найти журнал в каталоге, – 83881.*