



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

Научно-практический  
журнал

№ 4 (12) 2015

# ПЕРМСКИЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК

## РУБРИКИ:

- ✓ АГРОНОМИЯ  
И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- ✓ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
- ✓ БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ
- ✓ ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ
- ✓ ЭКОНОМИКА  
И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ,  
БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

Научно-практический журнал  
основан в декабре 2012 года.  
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 No.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  
«Пермская государственная сельскохозяйственная  
академия имени академика Д.Н. Прянишникова»  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

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

**Зам. главного редактора:**  
С.Л. Елисеев, д-р с.-х. наук, профессор  
Э.Д. Акманаев, канд. с.-х. наук, профессор

**Члены редакционной коллегии:**  
Н.В. Абрамов, д-р с.-х. наук (г. Тюмень, Россия);  
В.В. Бакаев, д-р экон. наук (г. Москва, Россия);  
В.Г. Брыжко, д-р экон. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Д. Галкин, д-р техн. наук (г. Пермь, Россия);  
Г.П. Дудин, д-р с.-х. наук (г. Киров, Россия);  
Н.Л. Колясникова, д-р биол. наук (г. Пермь, Россия);  
Ю.Ф. Лачуга, академик РАН (г. Москва, Россия);  
В.Г. Минеев, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Л.А. Михайлова, д-р с.-х. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Г. Мохнаткин, д-р техн. наук (г. Киров, Россия);  
А.В. Петриков, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Н.А. Светлакова, д-р экон. наук (г. Пермь, Россия);  
В.Г. Сычев, академик РАН (г. Москва, Россия);  
Н.А. Тагарникова, д-р ветеринар. наук (г. Пермь, Россия);  
В.И. Титова, д-р с.-х. наук (г. Н. Новгород, Россия);  
И.Ш. Фатыхов, д-р с.-х. наук (г. Ижевск, Россия);  
С.А. Шоба, член-корресп. РАН (г. Москва, Россия);  
Н.И. Шагайда, д-р экон. наук (г. Москва, Россия);  
В. Спалевич, д-р (г. Подгорица, Черногория);  
Х. Батье-Салес, д-р биол. наук (г. Валенсия, Испания);  
Р. Кызылкая, д-р (г. Самсун, Турция);  
В. Бабаев, канд. экон. наук (г. Гянджа, Азербайджан);  
В. Джейхан, д-р (г. Самсун, Турция).

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

Подписано в печать – 17.12.2015 г. Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 13,63. Тираж 100. Заказ № 135  
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре  
«Прокрость».

Почтовый адрес ИПЦ «Прокрость» и редакционного  
отдела: 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23.  
Тел.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.psaar.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, 2015

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 from 1 October 2015,  
Moscow.

**The Journal is included into the Higher Attestation  
Commission list and AGRIS international database**

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

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

**Deputy Editor- in-Chief:**  
S.L. Eliseev, Dr.Agr.Sci., Professor  
E.D. Akmanayev, Cand. Agr. Sci., Professor

**Editorial board:**  
N.V. Abramov, Dr.Agr.Sci. (Tyumen, Russia);  
V.V. Bakayev, Dr.Econ.Sci. (Moscow, Russia);  
V.G. Bryzhko, Dr.Econ.Sci. (Perm, Russia);  
V.D. Galkin, Dr.Tech.Sci. (Perm, Russia);  
G.P. Dudin, Dr.Agr.Sci. (Kirov, Russia);  
N.L. Kolyasnikova, Dr.Biol.Sci. (Perm, Russia);  
Y.F. Lachuga, academician of RAS (Moscow, Russia);  
V.G. Mineyev, academician of RAS (Moscow, Russia);  
L.A. Mikhailova, Dr.Agr.Sci. (Perm, Russia);  
V.G. Mokhnatkin, Dr.Tech.Sci. (Kirov, Russia);  
A.V. Petrikov, Academician of RAS (Moscow, Russia);  
N.A. Svetlakova, Dr.Econ.Sci. (Perm, Russia);  
V.G. Sychev, Academician of RAS (Moscow, Russia);  
N.A. Tarnikova, Dr.Vet.Sci. (Perm, Russia);  
V.I. Titova, Dr.Agr.Sci. (Nizhny Novgorod, Russia);  
I.Sh. Fatykhov, Dr.Agr.Sci. (Izhevsk, Russia);  
S.A. Shoba, Corresponding Member of RAS (Moscow, Russia);  
N.I. Shagaida, Dr.Econ.Sci. (Moscow, Russia);  
V. Spalevic Dr. (Podgorica, Montenegro);  
J. Battle-Sales Dr.Bio.Sci. (Valencia, Spain);  
R.Kizilkaya, Dr. (Samsun, Turkey);  
V.Babaev, Cand.Econ.Sci. (Ganja, Azerbaijan);  
V. Ceyhan, Dr. (Samsun, Turkey)

*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 printing – 17.12.2015. Format 60x84/8.  
Nom. print. p. 13.63. Ex. 100. Order No. 135  
Printed in the Publishing and Polygraphic Center  
«Prokrost».

The PPC «Prokrost» and Editorial Department address:  
23 Petropavlovskaya, Perm 614990 Russia  
Tel.: +7 (342) 210-35-34. <http://agrovest.psaar.ru>  
E-mail: [pgshavestnik@mail.ru](mailto:pgshavestnik@mail.ru)  
© FSBEI HE Perm State Agricultural Academy, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО	
<b>Абашев В.Д., Попов Ф.А., Светлакова Е.В.</b> Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя.....	4
<b>Акманаев Э.Д., Зубарев Ю.Н., Пешина Ю.С., Богатырева А.С.</b> Агроэнергетическая оценка звена промежуточного посева «озимая культура – яровая рапс» при разном направлении использования озимых культур.....	9
<b>Гореева В.Н., Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш., Корепанова К.В.</b> Влияние предпосевной обработки семян и приемов посева на вынос азота, фосфора и калия с урожаем льна масличного ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья.....	13
<b>Ленточкин А.М., Ширококов П.Е., Ленточкина Л.А.</b> Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на формирование урожайности яровой пшеницы и её структуру....	20
<b>Смольский Е.В., Шаповалов В.Ф., Яговенко Г.Л., Силаев А.Л.</b> Возделывание кормовых культур в смешанных посевах в условиях радиоактивно загрязнённых территорий.....	27
<b>Субботина М.Г., Михайлова Л.А., Алёшин М.А.</b> Влияние разновозрастных агрофитоценозов галеги восточной на фосфатный режим залежной агродерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы.....	33

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<b>Кошман В.С.</b> О закономерностях взаимосвязи электропроводности, теплопроводности и теплового состояния элементов агроинженерных систем.....	40
<b>Кошурников А.Ф.</b> Оценки максимального правдоподобия для параметров распределения семян пунктирной сеялкой.....	48
<b>Манташов А.Т., Деменев В.М.</b> Усовершенствование методов оценки экологических и энергетических качеств топлив машинно-тракторных агрегатов АПК.....	54

### БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

<b>Колясникова Н.Л.</b> Роль репродуктивной биологии в решении проблемы повышения семенной продуктивности кормовых бобовых трав.....	60
<b>Самофалова И.А.</b> Морфолого-генетические особенности почв на горе Хомги-Нёл (Северный Урал, заповедник «Вишерский»).....	64

## CONTENTS

### AGRONOMY AND FORESTRY

<b>Abashev V.D., Popov F.A., Svetlakova E.V.</b> Influence of mineral fertilizers on barley grain yield.....	4
<b>Akmanaev E.D., Zubarev Iu.N., Peshina J.S., Bogatyreva A.S.</b> Agro-energy estimation of crop rotation links "winter crops – spring rape" for different use of winter crops.....	9
<b>Goreeva V.N., Korepanova E.V., Fatykhov I.Sh., Korepanova K.V.</b> Influence of pre-sowing tillage and sowing techniques on nitrogen, phosphorus and potassium yield with VNIIMK 620 oil flax in the conditions of Middle Preduralie.....	13
<b>Lentochkin A.M., Shirobokov P.Y., Lentochkina L.A.</b> Influence of autumn tillage expedient and weather conditions on spring wheat yield formation and its structure.....	20
<b>Smolsky E.V., Shapovalov V.F., Yagovenko G.L., Silayev A.L.</b> Cultivation of forage crops in mixed sowings under conditions of radioactively contaminated territories.....	27
<b>Subbotina M.G., Mikhailova L.A., Alioshin M.A.</b> Influence of multi-age <i>Galega Orientalis</i> agrophytocenoses on phosphate mode of fallow agrosod-podsolic heavy loamy soils.....	33

### AGRO-ENGINEERING

<b>Koshman V.S.</b> About natural interrelation of electrical conductivity, thermal conductivity and thermal states of agro-engineering system elements.....	40
<b>Koshurnikov A.F.</b> Maximum likelihood estimation for parameters of seed dispersal with single-seed drill.....	48
<b>Mantashov A.T., Demenev V.M.</b> Improvement of assessing methods of environmental and energetic qualities for tractor fuels units in agro-industrial complex.....	54

### BOTANY AND SOIL SCIENCE

<b>Koliasnikova N.L.</b> Role of reproductive biology in the problem solution of fodder bean herbs seed efficiency increase.....	60
<b>Samofalova I.A.</b> Morphological and genetic features of soils on homgi-nyol mountain (Northern Urals, Vishera Reserve).....	64

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<b>Камильянов А.А., Хазиахметов Ф.С.</b> Пробиотик «Витафорт» в рационах ягнят молочного периода.....	73
<b>Сухих О.Н., Пронина Н.В., Кокорина А.Е., Беспятых О.Ю.</b> Повышение качества шкурки молодняка пушных зверей.....	78

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ,  
БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

<b>Дозорова Т.А., Сушкова Т.Н., Богопова М.Р.</b> Конкурентные возможности сельского хозяйства как показатель оценки эффективности использования ресурсного потенциала.....	85
<b>Захарченко Т.Н., Мичурина Ф.З.</b> Исследование условий импортозамещения: циклический подход к прогнозированию производства продуктов питания.....	91
<b>Тушкаева Л.В., Найданова Э.Б.</b> Роль агропищевых кластеров в обеспечении продовольственной безопасности региона.....	96
<b>Яркова Т.М.</b> Состояние кадрового обеспечения сельского хозяйства России.....	103

VETERINARY AND ZOOTEC HNY

<b>Kamilyanov A.A., Khaziahmetov F.S.</b> Vitafort probiotic in diets of lambs in preweaning period.....	73
<b>Sukhikh O.N., Pronina N.V., Kokorina A.E.</b> Improving the quality of skins of young fur animals.....	78

ECONOMY  
AND ACCOUNTANCY

<b>Dozorova T.A., Sushkova T.N., Bogapova M.R.</b> Competitive abilities of agriculture as resource potential use efficiency indicator .....	85
<b>Zakharchenko T.N., Michurina F.Z.</b> Study of the conditions of import substitution: cyclical approach to forecasting food production ...	91
<b>Tushkaeva L.V., Naydanova E.B.</b> Role of agro-food cluster in ensuring food security in the region.....	96
<b>Yarkova T.M.</b> State of staffing Russia's agriculture.....	103

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 633.1 : 631.82

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ****В.Д. Абашев**, д-р с.-х. наук;**Ф.А. Попов**, канд. с.-х. наук;**Е.В. Светлакова**,

ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока»,

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

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

*Аннотация.* В длительном стационаре ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» в шестипольном зернопаротравяном севообороте в 1976-2014 гг. проводилось изучение влияния возрастающих доз (0, 30, 60, 90, 120, 150 кг д.в./га) полного минерального удобрения на урожайность различных сортов ячменя. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на элювии пермских глин. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли:  $pH_{\text{сол.}}$  – 4,8, содержание  $P_2O_5$  – 46 мг/кг,  $K_2O$  – 160 мг/кг почвы, гумус 1,5%. Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию. Использовались аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. Известкование и внесение органических удобрений при проведении опыта не проводилось.

С увеличением доз минеральных удобрений урожайность всех изучаемых сортов ячменя возрастала до уровня N90P90K90. Внесение более высоких доз NPK не способствовало повышению урожайности ячменя. Максимальная урожайность ячменя в среднем за 30 лет 4,18 т/га была получена при внесении полного минерального удобрения в дозе 90 кг д.в./га, при урожае на контрольном варианте 1,68 т/га. Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений зерном ячменя в среднем за 30 лет составила 5,7-14,1 кг. Наибольшая окупаемость наблюдалась в варианте с минимальной дозой N30P30K30. Каждое увеличение дозы удобрений приводило к снижению окупаемости зерном ячменя. Среди возделываемых в опыте сортов максимальную урожайность 5 т/га обеспечил в 1992-1995 гг. интенсивный сорт Дина селекции НИИСХ Северо-Востока при дозе удобрения N90P90K90 и сорт Биос 1 в 2000-2002 гг. при дозе N150P150K150. Урожайность ячменя определялась в основном применением азотных и фосфорных удобрений. В формировании прибавки урожая зерна ячменя доля азота составляла 60 %, фосфора – 25 %, калия – 15 %. Наиболее экономически эффективным возделывание ячменя было при внесении полного минерального удобрения в дозе 60 кг д.в./га.

*Ключевые слова:* дерново-подзолистая почва, минеральные удобрения, урожайность ячменя, сорт, окупаемость удобрений зерном, экономическая эффективность применения удобрений.

**Введение.** В структуре посевных площадей зерновых культур Кировской области ячмень занимает первое место, что объясняется комплексом ценных биологических особенностей культуры. Это более короткий, чем у других зерновых культур, вегетационный период, достаточная холодостойкость, высокая технологичность. Всё это даёт возможность ячменю успешно произрастать и давать сравнительно высокую урожайность [1]. Это одна из лучших покровных культур для многолет-

них трав. Она отличается высокой отзывчивостью на удобрения [2].

Наличие в почве необходимого количества питательных веществ – неременное условие получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Особенно большое значение применение удобрений имеет в районах с неблагоприятными природными условиями. Между уровнем применения удобрений и урожайностью сельскохозяйственных культур существует прямая зависимость. Именно удобре-

ния являются важнейшим рычагом интенсификации земледелия [3, 13, 14, 15].

Минеральные удобрения оказывают значительное воздействие на почву, в частности, внесение НРК повышает уровень содержания основных элементов питания, обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [4, 5, 6, 7, 8].

Длительный стационарный полевой опыт является одним из важнейших методов агрохимических исследований, направленных на разработку теоретических положений агрохимии и практических вопросов применения удобрений [9].

Цель исследований – изучить влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность различных сортов ячменя.

**Методика.** На опытном поле НИИСХ Северо-Востока (с. Красное) уже более 40 лет (с 1972 г.) проводится полевой опыт с возрастающими дозами минеральных удобрений. Опыт заложен по руководством кандидата с.-х. наук Николая Григорьевича Сурова, который возглавлял исследования до 1996 года. В 1997-2011 гг. работами на опыте руководил А.В. Пасынков, которому в 2004 г. была присуждена степень доктора биологических наук. С 2012 года исследования ведут д-р с.-х. наук В.Д. Абашев, канд. с.-х. наук Ф.А. Попов, мл. науч. сотр. Е.В. Светлакова.

Изучение влияния применения удобрений на урожайность различных сортов ярового ячменя проводилось в трех закладках длительного стационарного опыта. Исследования проведены в семи ротациях зернопаротравяного севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на

элювии пермских глин. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на элювии пермских глин. Агрохимические показатели пахотного слоя перед закладкой опыта составляли: рН<sub>кол.</sub> – 4,8, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 46 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 160 мг/кг почвы, гумус 1,5%. Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию. Использовались аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. Известкование и внесение органических удобрений при проведении опыта не проводилось. Схема опыта представляет собой выборку из полной факториальной схемы и включает 54 варианта. Посевная площадь опытной деланки 140 м<sup>2</sup>, повторность двукратная. В опытах применялись аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. Известкование и внесение органических удобрений при проведении опыта не проводилось [10].

В настоящей статье использованы шесть основных вариантов опыта. В Кировской области районировано 13 сортов ярового ячменя. По мере районирования новых сортов ячменя они возделывались в длительном стационаре. Агротехника в опыте – общепринятая для Нечерноземной зоны. Предшественник ячменя в 1976-1978 гг. – картофель, в 1979-1981 гг. – яровая пшеница, в остальные годы – озимая рожь.

**Результаты.** В таблице представлены экспериментальные данные по величине урожая зерна различных сортов ячменя за 1976-2014 гг. Среди возделываемых сортов более высокую урожайность обеспечили сорт Дина в 1992-1995 гг. 2,12-5,01 т/га и сорт Биос 1 в 2000-2002 гг. 1,26-5,03 т/га, наименьшую – сорт Абава в 2012-2014 гг. 1,40-3,61 т/га.

Таблица

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

Сорт, годы	Контроль	N30 P30 K30	N60 P60 K60	N90 P90 K90	N120 P120 K120	N150 P150 K150	НСР <sub>05</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Луч, 1976-1978	2,00	3,04	3,69	3,97	4,26	4,23	0,46
Викинг, 1979-1981	1,59	2,88	3,27	3,67	3,84	3,90	0,51
Зазерский 85, 1982-1984	1,83	3,14	4,43	4,62	4,07	3,81	0,25
Зазерский 85, 1988-1990	1,95	3,16	3,77	4,03	4,20	4,12	0,34
Дина, 1992, 1993, 1995	2,12	3,26	4,06	5,01	4,56	4,46	0,44
Дина, 1994-1996	1,84	2,94	3,94	4,73	4,91	4,71	0,35
Дина, 1997-1999	1,51	2,42	3,09	3,75	4,10	4,39	0,40
Биос 1, 2000-2002	1,26	3,26	3,97	4,61	4,84	5,03	0,38
Биос 1, 2006-2008	1,30	2,92	3,54	3,97	3,96	4,21	0,65
Абава, 2012-2014	1,40	2,44	2,92	3,41	3,35	3,61	0,63
Среднее за 30 лет	1,68	2,95	3,67	4,18	4,21	4,25	0,27
Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг	-	14,1	11,0	9,3	7,0	5,7	-

Во второй ротации севооборота возделывали 2 сорта ячменя. В лучшем варианте N90P90K90 сорт Дина дал урожайность 5,01 т/га, а сорт Зазерский 85 – 4,03 т/га.

С увеличением доз минеральных удобрений урожайность всех сортов ячменя возрастала, однако прибавки урожая от каждой последующей их дозы снижались. Достоверное повышение урожайности ячменя наблюдалось до уровня N90P90K90. В этом варианте получена максимальная прибавка урожайности ячменя, равная 2,5 т/га. Внесение более высоких доз NPK не способствовало повышению урожайности, прибавки не достоверны.

Урожайность зерна ячменя в основном определяется применением азотных и в меньшей степени – фосфорных и калийных удобрений. Так, урожайность ячменя сорта Абава в среднем за 2012-2014 гг. составила в вариантах: N60 – 2,35 т/га, P60 – 1,75, K60 – 1,63, N60P60K60 – 2,92 т/га. Применение только азотных, только фосфорных или калийных удобрений оказалось менее эффективным в сравнении с комплексным внесением NPK.

В наших исследованиях доля участия факторов в формировании урожая ячменя складывалась следующим образом: от плодородия участка – 30-40% ,от предшественника – 5 %, от действия удобрений – 45-55 %, от применения средств защиты 8-10% [11].

По данным В.А. Прошкина и А.П. Смирновой [12], ведущая роль в повышении урожайности зерновых культур при внесении полного минерального удобрения принадлежит азоту. На дерново-подзолистых почвах России в среднем на его долю приходится 48% прибавки урожая ячменя, фосфор находится во втором минимуме – 30%, а калий в третьем – 22%. В наших опытах в формировании прибавки урожая ячменя доля азота составила 60%, фосфора – 25 %, калия – 15% [11].

Окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений зерном в среднем за 30 лет составила 5,7...14,1 кг. Наибольшая окупаемость наблюдалась в варианте с минимальной дозой удобрений: N30P30K30 – 14,1 кг зерна. Каждое увеличение доз удобрений приводило к снижению окупаемости зерном (табл.).

Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании ячменя

определялась с учётом стоимости продукции и издержек на её производство. Были рассчитаны технологические карты по шести вариантам опыта. В расчёт включены заработная плата с начислениями, стоимость горючих и смазочных материалов, стоимость семян и удобрений, автотранспорт, электроэнергия, амортизационные отчисления, текущий ремонт и прочие затраты. Все расчеты проведены в ценах 2014 г.

Расчёты показали, что производство зерна ячменя является рентабельным. Наиболее экономически выгодным возделывание ячменя оказалось при дозе N60P60K60. При урожайности 3,67 т/га условный чистый доход составил 11665 руб./га, себестоимость 1 т – 3882 руб., уровень рентабельности – 83,2%, окупаемость 1 кг д.в. удобрений – 11 кг зерна. При увеличении дозы удобрений до N90P90K90 урожайность ячменя возросла до 4,18 т/га, однако себестоимость его возросла до 4379 руб., а условный чистый доход, уровень рентабельности и окупаемость удобрений зерном снизились.

**Выводы.** 1. С увеличением доз минеральных удобрений урожайность всех сортов ячменя возрастала до уровня N90P90K90. В этом варианте получена урожайность ячменя 4,18 т/га и максимальная достоверная прибавка от удобрений 2,5 т/га. Дальнейшее увеличение дозы удобрения не способствовало повышению его урожайности.

2. Урожайность ячменя определялась в основном применением азотных и фосфорных удобрений. В формировании прибавки урожая доля азота составляла 60%, фосфора – 25%, калия – 15%.

3. Среди возделываемых сортов максимальную урожайность 5 т/га обеспечил в 1992-1995 гг. интенсивный сорт Дина при дозе удобрения N90P90K90 и сорт Биос 1 в 2000-2002 гг. при дозе N150P150K150.

4. Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений зерном ячменя в среднем за 30 лет составила 5,7-14,1 кг. Высокая окупаемость наблюдалась в вариантах с минимальными дозами N30P30K30. Наиболее экономически эффективным возделывание ячменя оказалось при внесении полного минерального удобрения в дозе 60 кг д.в./га.

## Литература

1. Щенникова И.Н. Значение и перспектива селекции ярового ячменя в регионе // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения. Тюмень : ФГБНУ «НИИСХ Северного Зауралья», 2015. С. 126–130.
2. Фитосанитарное оздоровление агроценозов ярового ячменя : методические рекомендации. Новосибирск, 2008. 36 с.
3. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения : справочное пособие. М., 1998. 376 с.
4. Светлакова Е.В., Пасынков А.В. Изменение продуктивности севооборота и плодородия дерново-подзолистой почвы при длительном применении минеральных удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. №1. С. 10–15.
5. Абашев В.Д., Светлакова Е.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур зернопаротравяного севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №2. С. 37–43.
6. Абашев В.Д., Козлова Л.М., Светлакова Е.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зернофуражного ячменя и голозерного овса // Кормопроизводство. 2015. № 4. С. 11–15.
7. Завьялова Н.Е., Сторожева А.Н. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур при внесении возрастающих доз полного минерального удобрения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №4. С. 35–41.
8. Еряшев Л.Г., Бектяшин С.В., Кудашкина С.В. Урожайность и качество семян ячменя в зависимости от фона питания растений // Кормопроизводство. 2013 № 8. С. 14–16.
9. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. М. : ВИУА, 1986. Ч1. 148 с.
10. Суров Н.Г., Пономарева М.И., Пасынков А.В. Влияние длительного применения возрастающих доз минеральных удобрений на плодородие почвы // 60 лет Геосети опытов с удобрениями. Бюллетень ВИУА, 2001. № 114. С. 23–24.
11. Суров Н.Г. История развития агрохимической науки в Вятском крае и перспективы исследований в современных условиях // Сельскохозяйственная наука Северо-Востока европейской части России. Т. 2 : Земледелие и растениеводство. Киров, 1995. С. 3–14.
12. Прошкин В.А., Смирнова А.П. Эффективность азота, фосфора и калия на различных почвах РФ // Агрохимия и экология: история и современность. Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2008. Т.1. С. 57–60.
13. Hoffman H. Wintergetreidebau mit Guldungung // Landwirtschaftsblatt Wesel-Ems., 1981. Bd. 128. P. 20–23
14. Mudahar M.S., Hignett T.P. Energy efficiency in nitrogen fertilizer production // Energy Agric, 1980. № 4. P. 159–177.
15. Niehoff K. Auf winterroggen in der Fruchtfolge nicht verzichten // Wochenblatt, 1981. № 35. P. 23.

## INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON BARLEY GRAIN YIELD

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

**F.A. Popov**, Cand. Agr. Sci.

**E.V. Svetlakova**

North-East Agricultural Research Institute

166-a Lenina Street, Kirov 610007 Russia

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

## ABSTRACT

Study on influence of increasing doses (0, 30, 60, 90, 120, 150 kg of active matter/hectare) of full mineral fertilizer on productivity of various barley varieties was conducted in six-field grain-fallow-grass crop rotation in 1976-2014 in long-term stationary field of North-East Agricultural Research Institute. Soil of an experiment site is sod-podsolic middle-clay generated on eluvia of Perm clays. Agrochemical parameters of an arable layer before the experiment made:  $pH_{KCl}$  – 4.8; content of  $P_2O_5$  – 46 mg/kg of soil,  $K_2O$  - 160 mg/kg of soil, humus 1.5 %. Mineral fertilizers were input in spring in pre-sowing cultivation. Ammoniac nitrate, double superphosphate and chloride of potassium were used. Liming and introducing of organic fertilizers was not used.

Productivity of all studied varieties of barley increased with increase in doses of mineral fertilizers up to level N90P90K90. Introducing higher doses of NPK did not promote increase of barley productivity. The maximum productivity of barley on the average for 30 years equal to 4.18 t/ha has been received at entering full mineral fertilizer in a dose of 90 kg of acting matter / ha while harvest in



the control variant was 1.68 t/ha only. A recouplement of 1 kg of acting matter of introduced fertilizers with barley grain on the average for 30 years has made 5.7-14.1 kg. The greatest recouplement was observed in a variant with the minimum dose N30P30K30. Each increase in a dose of fertilizers led to decrease in a recouplement with barley grain. Among varieties cultivated in experience, the maximum productivity of 5 t/ha was provided in 1992–1995 with an intensive variety Dina bred in North-East Agricultural Research Institute at a dose of fertilizer N90P90K90, and variety Bios 1 in 2000–2002 at dose N150P150K150. Productivity of barley was defined basically by application of nitric and phosphoric fertilizers. In formation of addition grain yield of barley, the nitrogen share made 60 %, phosphorus – 25 %, potassium – 15 %. Barley cultivation was most effective economically at entering of full mineral fertilizer in a dose of 60 kg of active matter per hectare.

*Key words: sod-podsolic soil, mineral fertilizers, barley productivity, variety, recouplement of fertilizers with grain, economic efficiency of application of fertilizers.*

#### References

1. Shchennikova I.N. Znachenie i perspektiva selekcii yarovogo yachmenya v regione (Importance and prospect of spring barley breeding in a region), Selekcija, semenovodstvo i proizvodstvo zernofurazhnykh kul'tur dlya obespecheniya importozameshcheniya (Breeding, seed-growing and manufacture of grain-forage crops for maintenance of import replacement), Agricultural Research Institute of Northern Zauralye. Tyumen, 2015, pp. 126–130.
2. Fitosanitarnoye ozdorovleniye agrocenozov yarovogo yachmenya. Metodicheskiye rekomendacii (Phytosanitary improvement of spring barley phytocenoses. Methodical recommendations), Novosibirsk, 2008, 36 p.
3. Romanenko G. A., Tjutjunnikov A.I., Sychev V.G. Udobreniya. Znachenie, effektivnost' primeneniya : spravochnoye posobie (Fertilizers. Value, efficiency of applications : handbook), M., 1998, 376 p.
4. Svetlakova E.V., Pasyнков A.V. Izmenenie produktivnosti sevooborota i plodorodija dernovo-podzolistoj pochvy pri dlitel'nom primeneni mineral'nykh udobrenij (Change of efficiency of a crop rotation and fertility of sod-podsolic soil at long application of mineral fertilizers), Problemy agrokhimii i ekologii (Agrochemistry and ecology problems), 2011, No. 1, pp. 10–15.
5. Abashev V. D., Svetlakova E.V. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na urozhajnost' kul'tur zernoparotrayvanogo sevooborota (Influence of mineral fertilizers on productivity of crops of grain-fallow-grass crop rotation), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2015, No. 2, pp. 37–43.
6. Abashev V. D., Kozlova L. M., Svetlakova E.V. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zernofurazhnogo yachmenya i golozernogo ovsa (Effect of fertilizers on yield and quality of barley and naked-seeded oats), Kormoproizvodstvo, 2015, No. 4, pp. 11–15.
7. Zavyalova N.E., Storozheva A.N. Agrokhimicheskiye svoystva dernovo-podzolistoj pochvy i urozhajnost; polevykh kul'tur pri vnesenii vozrastayushchikh doz polnogo mineral'nogo udobrenija (Agrochemical properties of sod-podsolic soil and productivity of field cultures at entering of increasing doses of full mineral fertilizer), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2015, No. 4, pp. 35–41.
8. Erjashev L. G., Bektjashkin I. G., Kudashkina S. V. Urozhajnost' i kachestvo semyan yachmenya v zavisimosti ot fona putaniya rasteniy (Productivity and quality of barley seeds depending on a background of plant nutrition), Kormoproizvodstvo, No. 8, pp. 14–16.
9. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu issledovanij v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami (Methodical instructions on carrying out of research in long experiences with fertilizers), M.: VIUA, 1986. Part 1, 148 p.
10. Surov N.G., Ponomareva M. I., Pasyнков A.V. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya vozrastayushchikh doz mineral'nykh udobrenij na plodorodie pochvy (Influence of long application of increasing doses of mineral fertilizers on soil fertility), 60 let Geoseti opytov s udobreniyami (60 years of the Geonet of experiences with fertilizers), Buil. VIUA N114, 2001, pp. 23–24.
11. Surov N.G. Istoriya razvitiya agrokhimicheskoj nauki v Vyatskom kraje i perspektivy issledovanij v sovremennykh usloviyakh (History of development of agrochemical science in Vyatka territory and prospects of research in the modern conditions), Selskokhozyajstvennaya nauka Severo-Vostoka evropejskoj chaste Rossii. Part 2. Zemledelie i semenovodstvo (Agricultural science of the North-East of the European part of Russia, Vol. 2. Crop farming and seed growing), Kirov, 1995, pp. 3–14.
12. Proshkin V. A., Smirnova A.P. Effektivnost' azota, fosfora i kaliya na razlichnykh pochvakh RF (Efficiency of nitrogen, phosphorus and potassium on various soils of Russian Federations), Agrokhimiya i ekologiya: istoriya i sovremennost' , V.I. Nizhny Novgorod GSKHA. N. Novgorod: publishing house VVAGS, 2008, pp. 57–60.
13. Hoffman H. Wintergetreidebau mit Guldungung // Landwirtschaftsblatt Wesel-Ems., 1981, Bd. 128, pp. 20–23
14. Mudahar M.S., Hignett T.P. Energy efficiency in nitrogen fertilizer production // Energy Agric, 1980, No. 4, pp. 159–177.
15. Niehoff K. Auf winterroggen in der Fruchtfolge nicht verzichten // Wochenblatt, 1981, No. 35, p. 23.

## АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗВЕНА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОСЕВА «ОЗИМАЯ КУЛЬТУРА – ЯРОВОЙ РАПС» ПРИ РАЗНОМ НАПРАВЛЕНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

Э.Д. Акманаев, канд. с.-х. наук, доцент; Ю.Н. Зубарев, д-р с.-х. наук, профессор;  
Ю.С. Пешина, канд. с.-х. наук; А.С. Богатырева, канд. с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [j-peshina@rambler.ru](mailto:j-peshina@rambler.ru)

*Аннотация.* В 2011-2014 годах на опытном поле Пермской ГСХА был заложен опыт с целью выявить наиболее агроэнергетически эффективное звено промежуточного посева «озимая культура – яровой рапс» при разном направлении использования озимой зерновой культуры. В качестве объектов исследований использовали озимую рожь сорта Фаленская 4 и озимую тритикале сорта Ижевская 2. Почва опытного участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Рассматривали влияние двух факторов: фактор А – основная культура в промежуточном посева: А<sub>1</sub> – озимая рожь, А<sub>2</sub> – озимая тритикале; фактор В – вид промежуточного посева ярового рапса, направление использования озимой культуры: В<sub>1</sub> – поукосный, на зеленую массу, В<sub>2</sub> – поукосный, на зерносемя, В<sub>3</sub> – пожнивный, на зерно. В среднем за три года исследований установлено, что затраты совокупной энергии выращивания озимых культур окупались полностью выходом валовой энергии на всех вариантах, но эффективность их была разной. Наиболее эффективным является использование озимых культур на зерносемя. При возделывании ярового рапса в промежуточных посевах, в зависимости от вида промежуточного посева, наименьшие затраты энергии на получение 1 кг продукции получены при выращивании рапса после уборки озимых культур, убранных на зеленую массу 6,0 и 6,9 МДж. При сравнительной энергетической оценке звена «озимая культура – яровой рапс» выявлено преимущество поукосного посева после уборки ржи и тритикале на зерносемя. Энергетический коэффициент данных вариантов составил 3,9 и 3,6, соответственно.

*Ключевые слова:* озимая тритикале, озимая рожь, яровой рапс, промежуточный посев, продуктивность, агроэнергетическая оценка, энергетическая эффективность.

**Введение.** Одним из крупных резервов увеличения производства кормов на полевых землях в районах достаточного увлажнения являются промежуточные посевы сельскохозяйственных культур. Используя их, с одного поля можно собрать два, а в отдельных районах – и три урожая в год [1-8]. В Нечерноземной зоне эффективны посевы поукосных и пожнивных промежуточных культур, одной из которых является яровой рапс [9-11]. Почвенно-климатические условия Среднего Предуралья и биологические особенности ярового рапса позволяют использовать его в различных промежуточных посевах. В зависимости от зоны возделывания, срока посева и плодородия почвы рапс может накапливать до 9 т/га

сухой биомассы [12-15]. Мероприятия по использованию технологических приемов выращивания культур в сельскохозяйственном производстве должны быть энергетически целесообразными [16]. При оценке применяемых технологий важно проанализировать агроэнергетические показатели возделывания культур, которые позволяют определить затраты совокупной энергии, энергии, накопленной урожаем, а также энергетическую эффективность производства продукции растениеводства. Эффективность технологии (приема) возделывания, с энергетической точки зрения, определяется коэффициентом энергетической эффективности, если он больше единицы – технология эффективна [17-18]. По-

этому целесообразно оценить энергетическую эффективность возделывания ярового рапса в промежуточных посевах с озимыми зерновыми культурами.

Цель исследований – выявить наиболее агроэнергетически эффективное звено промежуточного посева «озимая культура – яровой рапс» при разном направлении использования озимой зерновой культуры.

**Методика.** Для решения поставленной цели в 2011-2014 гг. на опытном поле Пермской ГСХА заложены полевые опыты на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве. Пахотный слой опытного участка характеризуется средним содержанием гумуса, близкой к нейтральной реакцией среды, очень высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным – обменного калия.

В качестве объектов исследований использовали озимую рожь сорта Фаленская 4 и озимую тритикале сорта Ижевская 2. При проведении опытов руководствовались общепринятыми рекомендациями для научно-исследовательских учреждений. Проведены три закладки полевого опыта в 2011-2013 гг. Схема опыта: фактор А – основная культура в промежуточном посевах: А<sub>1</sub> – озимая рожь, А<sub>2</sub> – озимая тритикале; фактор В – вид промежуточного посева ярового рапса, направление использования озимой культуры: В<sub>1</sub> – поукосный, на зеленую массу, В<sub>2</sub> – поукосный, на зерносеянец; В<sub>3</sub> – пожнивный, на зерно. Размещение вариантов систематическое, методом расщепленных делянок. Повторность в опыте – четырехкратная. Учетная площадь делянки второго порядка равна 32,4 м<sup>2</sup>.

Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия, рекомендованной

для Предуралья. Посев озимых культур проведен рядовым способом с междурядьями 15 см сеялкой СЗ-3,6, норма высева семян – 6 млн. шт./га, глубина посева – 4-5 см, ярового рапса – рядовым способом с междурядьями 15 см, сеялкой ССНП-16, норма высева ярового рапса – 4 млн. шт./га, глубина посева – 2-3 см. Уборку культур на зеленую массу и зерносеянец проводили косилкой КРН-2,1 (высота среза 5-6 см), на зерно однофазно – комбайном СК-5 «Нива» в фазе полной спелости зерна.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно отличались. Период посева и появления всходов озимых культур в 2011 и 2012 годах был холодным и сухим, в 2013 – умеренно теплым с достаточным увлажнением. В сравнении со среднемноголетними данными вегетационный период 2012 года был теплее и влажнее, 2013 год характеризовался как теплый и сухой, 2014 год оказался холодным и влажным.

**Результаты.** Агроэнергетическая оценка эффективности возделывания полевых культур показывает взаимосвязь производимой продукции с технологией возделывания.

Установлено, что затраты совокупной энергии выращивания озимых культур окупались полностью выходом валовой энергии на всех вариантах, но эффективность их была различной (табл. 1). Так, анализ агроэнергетической оценки возделывания озимых культур при разном использовании в промежуточных посевах показал, что наиболее эффективным является использование их на зерносеянец. Самый высокий коэффициент энергетической эффективности 4,2 и 4,1 получен при меньших энергетических затратах 6,2 и 6,3 МДж/к. ед.

Таблица 1

Агроэнергетическая оценка возделывания озимых культур при разном использовании в промежуточных посевах, среднее за 2012-2014 гг.

Культура	Направление использования озимой культуры	Выход к. ед. с 1 га, тыс.	Полные затраты энергии на всю продукцию, МДж/га	Количество энергии в урожае, МДж/га	Затраты энергии на получение 1 к. ед. МДж	Коэф. энергетической эффективности
Озимая рожь	Поукосный на з.м	1,64	22308	43115	13,6	1,9
	Поукосный на з.с.	3,58	22296	94355	6,2	4,2
	Пожнивный	3,51	23966	44188	6,8	1,8
Озимая тритикале	Поукосный на з.м.	2,14	26164	68168	12,3	2,6
	Поукосный на з.с.	4,06	25600	105490	6,3	4,1
	Пожнивный	3,62	25219	63604	7,0	2,5

При возделывании ярового рапса в промежуточных посевах, в зависимости от вида промежуточного посева, наименьшие затраты энергии на получение 1 кг продукции получены при выращивании рапса после уборки озимых культур, убранных на зеленую массу 6,0

и 6,9 МДж, при этом коэффициент энергетической эффективности в данных вариантах оказался наибольшим 3,7 и 3,2 (табл. 2). Снижение урожайности ярового рапса сопровождалось уменьшением энергетической эффективности до 1,7-2,0 в пожнивных вариантах.

Таблица 2

Агроэнергетическая оценка возделывания ярового рапса в зависимости от вида промежуточного посева, среднее за 2012-2014 гг.

Основная культура в промежуточных посевах	Вид промежуточного посева ярового рапса	Выход к.ед. с 1 га, тыс.	Полные затраты энергии на всю продукцию, МДж/га	Количество энергии в урожае, МДж/га	Затраты энергии на получение 1 к. ед., МДж	Кэф. энергетической эффективности
Озимая рожь	Поукосный на з.м.	1,73	10323,4	38594,9	6,0	3,7
	Поукосный на з.с.	1,31	8575,9	26698,3	6,6	3,1
	Пожнивный на зерно	0,80	7959,2	16618,4	10,0	2,1
Озимая тритикале	Поукосный на з.м.	1,47	10191,2	32540,9	6,9	3,2
	Поукосный на з.с.	0,78	7908,6	15796,8	10,1	2,0
	Пожнивный на зерно	0,66	7816,8	13449,0	11,9	1,7

При сравнительной энергетической оценке звена «озимая культура – яровой рапс» выявлено преимущество поукосного посева после уборки ржи и тритикале на зерносегаж (табл. 3). Низкий уровень затраченной энергии

позволил получить высокий коэффициент энергетической эффективности. Энергетический коэффициент данных вариантов составил 3,9 и 3,6, соответственно.

Таблица 3

Агроэнергетическая оценка звена «озимая культура – яровой рапс» в зависимости от направления использования основной культуры, вида промежуточного посева, среднее за 2012-2014 гг.

Основная культура в промежуточных посевах	Вид промежуточного посева ярового рапса	Выход к.ед. с 1 га, тыс.	Полные затраты энергии на всю продукцию, МДж/га	Количество энергии в урожае, МДж/га	Затраты энергии на получение 1 к. ед., МДж	Кэф. энергетической эффективности
Озимая рожь	Поукосный на з.м.	3,37	32631,6	81710,1	9,7	2,5
	Поукосный на з.с.	4,89	30871,8	121053,2	6,3	3,9
	Пожнивный на зерно	4,30	31925,7	60806,2	7,4	1,9
Озимая тритикале	Поукосный на з.м.	3,61	36355,5	100709,2	10,1	2,8
	Поукосный на з.с.	4,84	33508,2	121286,4	6,9	3,6
	Пожнивный на зерно	4,28	33036,2	77053,0	7,7	2,3

Таким образом, наиболее агроэнергетически эффективным является возделывание ярового рапса в промежуточных посевах с озимыми культурами поукосно, после уборки ржи на зерносегаж.

**Выводы.** 1. Наиболее эффективным является использование озимых культур на зерносегаж по сравнению с вариантами, убранными на зеленую массу и зерно.

2. Наименьшие затраты энергии на получение 1 кг продукции выявлены при выращивании рапса после уборки озимых культур, убранных на зеленую массу.

3. При сравнительной энергетической оценке звена «озимая культура – яровой рапс» выявлено преимущество поукосного посева после уборки ржи и тритикале на зерносегаж.

Литература

1. Новоселов Ю.К. Дополнительный источник кормов // Кормовые культуры. 1990. № 3. С. 11–14.
2. Позднухова Н.И. Промежуточные культуры – дополнительный источник кормов. Л. : Колос, 1974. 104 с.
3. Доспехов Б.А. Научные основы интенсивного земледелия в Нечерноземной зоне. М. : Колос, 1976. 208 с.
4. Неклюдов А.Ф. Севообороты – основа урожая. Омск. 1990. 128 с.
5. Бездырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. Земледелие. М. : Колос, 2002. 552 с.
6. Лопаткина Е.Д. Выращивание промежуточных культур как способ борьбы с засоренностью полей // Вестник Ижевской ГСХА. 2011. № 3 (28). С. 9–11.
7. Степанов А.Ф. Кормовые севообороты с вайдой красильной // Земледелие. 2013. № 1. С. 30–32.
8. Предеин Ю.А. Влияние норм высева на урожайность зеленой массы ярового рапса, сурепицы и редьки масличной при поукосном возделывании // Приемы интенсивной технологии возделывания кормовых культур и картофеля на Урале: межвузовский сборник научных трудов. Пермь. 1987. С. 52–58.
9. Акманаев Э.Д., Пешина Ю.С. Сравнительная продуктивность звена севооборота «озимая культура – яровой рапс» в зависимости от вида промежуточного посева и нормы высева ярового рапса // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2014. № 4 (8). С. 3–11.
10. Лопаткина Е.Д., Эсенкулова О.В. Промежуточные культуры как способ увеличения продуктивности пашни // Аграрный вестник Урала. 2012. №8. С. 10–12.
11. Промежуточные культуры – путь повышения эффективности использования природных факторов / А.М. Ленточкин [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 4–6.
12. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат, 1980. 133 с.
13. Ionescu G. Aspects concerning winter wheat yield formation under Transylvania plain conditions // Pomianian arg. Research. Fundilea, 1999. № 11/12. P. 77–83.
14. Petraitis V. Vasarinia kvieciu sejos lair as ir seklos normos lengvate premolyje // Zemdirbuste. Akademija. 2001. T. 74. P. 89–104.
15. Haramoto, E.P., Gallandt E.R. Brassica cover cropping for weed management: a review // Renewable Agriculture and Food Systems. 2004. № 19. P. 187–198.
16. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур. М. : Изд-во МСХА, 1995. 21 с.
17. Власенко А.Н., Каличкин В.К., Андриянушкин Д.С. Ресурсосбережение в системе обработки почвы при возделывании яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2004. №5. С. 15–21.
18. Лобков В.Т., Кружков Н.К., Забродкин А.А. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от способов основной обработки почвы в Центрально-Черноземном регионе // Вестник Орловского ГАУ. 2013. Т. 40. № 1. С. 8–11.

**AGRO-ENERGY ESTIMATION OF CROP ROTATION LINKS "WINTER CROPS – SPRING RAPE" FOR DIFFERENT USE OF WINTER CROPS**

**E.D. Akmanaev**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor; **Iu.N. Zubarev**, Dr. Agr. Sci., Professor;

**J.S. Peshina**, Cand. Agr. Sci.; **A.S. Bogatyreva**, Cand. Agr. Sci.

Perm State Agricultural Academy

23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia

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

**ABSTRACT**

Intermediate crops are an important factor in the intensification of agriculture. They allow optimizing the use of arable land, increasing the utilization of arable land to 1.5-2 times, increase the production of fodder and improve its quality. In Permskii krai, mainly winter rye was used as an intermediate crop, but in recent years, the interest of the regional economy for winter triticale began to grow. In 2011-2014 in the experimental field of the Perm State Agricultural Academy an experiment was laid down on sod-podzolic soils of the Middle Urals with the purpose to find the most agro-energy effective link of intermediary sowing “winter crop –spring rape” for different use of winter grain crop. The effect of two factors was examined: Factor A – main crop in intermediate sowing: A<sub>1</sub> – winter rye, A<sub>2</sub> – winter triticale; Factor B – intermediate form of spring rape, the use of winter crops: B<sub>1</sub> – postcut sowing, for herbage; B<sub>2</sub> – postcut sowing, for grain forage; B<sub>3</sub> – stubble, for grain. The use of winter crops for grain forage is the most effective. In cultivation rape in intermediate sowings, depending on the type of intermediate sowing, the lowest power consumption 6.0 and 6.9 MJ for 1 kg of product was in growing rape after harvest of winter crops for herbage. In comparative energy estimation of the link “winter crop – spring rape”, the advantage of postcut sowing after harvesting rye and triticale for grain forage was revealed. The energy efficiency of these options amounted to 3.9 and 3.6, respectively.

*Key words: winter triticale, winter rye, spring rape, intermediate crop, productivity, agro-energy estimation, energy efficiency.*

## References

1. Novoselov Yu.K. Dopolnitelny istochnik kormov (An additional source of feed), Forage crops, 1990, No. 3, pp. 11–14.
2. Pozdnuhova N.I. Promezhutochnye kul'tury - dopolnitel'ny istochnik kormov (Intermediate culture - an additional source of feed), L.: Kolos, 1974, 104 p.
3. Dospheov B.A. Nauchnye osnovy intensivnogo zemledelia v Nechernozemnoi zone (Scientific basis of intensive agriculture in the Non-Chernozem zone), M.: Kolos, 1976, 208 p.
4. Nekl'udov A.F. Sevooboroty – osnova urozhaya (Rotations - the basis of the crop), Omsk, 1990, 128 p.
5. Bezdyrev G.I., Loshakov V.G., Puponin A.I. Zemledelie (Agriculture), M.: Kolos, 2002, 552 p.
6. Lopatkina E.D. Vyrashchivanie promezhutochnyh kul'tur kak sposob bor'by s zasorennost'yu poley (Growing of catch crops as a way to deal with debris in fields), Herald Izhevsk SAA, 2011, No. 3 (28), pp. 9-11.
7. Stepanov A.F. Kormovye sevooboroty s vaydoy krasil'noy (Fodder crop rotations with woad dye), Agriculture, 2013, No. 1, pp. 30–32.
8. Predein Yu.A. Vliyanie norm vyseva na urozhaynost' zelenoy massy yarovogo rapsa, surepicy i red'ki maslichnoy pri poukosnom vozdeleyvanii (The effect of seeding rates on yield of green mass of spring rape, colza and radish cultivation at poukosnyh), Priyomy intensivnoy tehnologii vozdeleyvaniya kormovykh kul'tur i kartofel'a na Urals, Perm, 1987, pp. 52–58.
9. Akmanaev E.D., Peshina J.S. Sravnitel'naya produktivnost' zvena sevooborota "ozimaya kul'tura – yarovoy raps" v zavisimosti ot vida promezhutochnogo poseva i normy vyseva yarovogo rapsa (Productivity of crop rotation links "winter crops – spring rape" according to the intermediate crops and seeding rates of spring), Scientific-practical journal "Permskii Agrarnyi Vestnik", 2014, No. 4 (8), pp. 3–11.
10. Lopatkina E.D., Esenkulova O.V. Promezhutochnye kul'tury kak sposob uvelicheniya produktivnosti pashni (Intermediate cultures as a way of increasing the productivity of arable land), Agrarian messenger of Ural, 2012, No. 8, pp. 10–12.
11. Lentochkin A.M., Lopatkina E.D., Lentochkina L.A., Esenkulova O.V. Promezhutochnye kul'tury - put' povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya prirodnykh faktorov (Intermediate culture - way of improving the efficiency of natural factors), Agrarian messenger of Ural, 2013, No. 5 (111), pp. 4–6.
12. Loshakov V.G. Promezhutochnye kul'tury v sevooborotah Nechernozemnoy zony (Catch crops in crop rotations Non-chernozem zone), M.: Rossel'hozizdat, 1980, 133 p.
13. Ionescu G. Aspects concerning winter wheat yield formation under Transylvania plain conditions // Pomianian arg. Research. Fundilea, 1999. № 11/12, pp. 77–83.
14. Petraitis V. Vasarinia kvieciu sejos lair as ir seklos normas lengvate premolyje // Zemdirbuste. Akademija, 2001. T. 74. pp. 89-104.
15. Haramoto E.P., Gallandt E.R. Brassica cover cropping for weed management: a review // Renewable Agriculture and Food Systems. 2004. № 19, pp. 187–198.
16. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E. Energeticheskaya ocenka tehnologii vozdeleyvaniya polevykh kul'tur, M.: Publ. MSHA, 1995, 21 p.
17. Vlasenko A.N., Kalichkin N.K., Andrianushkin D.S. Resursosberezhenie v sisteme obrabotki pochvy pri vozdeleyvanii yarovoy pshenicy, Dostizheniya nauki i tehniki APK, 2004, No 1, pp. 15–21.
18. Lobkov V.T., Kruzhhkov N.K., Zhabrodin A.A. Ocenka effektivnosti vozdeleyvaniya sel'skokozyaistvennykh kul'tur v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v Central'no-Chernozemnom regione, Vestnik Orlovskogo GAU, 2013, No. 1, pp. 8–11.

УДК 633.854.54

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ПРИЕМОВ ПОСЕВА НА ВЫНОС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ С УРОЖАЕМ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

**В.Н. Гореева**, канд. с.-х. наук;  
**Е.В. Корепанова**, д-р с.-х. наук;  
**И.Ш. Фатыхов**, д-р с.-х. наук, профессор;  
**К.В. Корепанова**, аспирант,  
 ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,  
 ул. Кирова, 16, г. Ижевск, Россия, 426069  
 E-mail: [nir210@mail.ru](mailto:nir210@mail.ru); [kkv8989@mail.ru](mailto:kkv8989@mail.ru)

*Аннотация.* Исследования проводили в 2012–2014 гг. на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Посев проводили сеялкой СН–16 для мелкосеменных культур, в микрополевых – вручную, семенами категории ЭС и РС. Учётная площадь делянки в микрополевых опытах – 1,05 м<sup>2</sup>, в полевых – 15 м<sup>2</sup>. Пахотный слой почвы имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса – повы-

шенное; подвижного фосфора и обменного калия – от среднего до очень высокого. Обменная кислотность почвы слабокислая и близкая к нейтральной. В среднем по всем изучаемым в опытах вариантах лён масличный ВНИИМК 620 на 1 т основной продукции (семена) с учётом побочной (солома) выносил азота 26,0 кг, фосфора – 13,0 кг и калия – 23,0 кг. В опыте с разной предпосевной обработкой на формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лён масличный выносил 36,9 кг азота, 12,1 кг фосфора и 24,3 кг калия. На 1 т семян с учётом соломы при разной глубине посева вынос составил азота 27,8; фосфора – 13,8 и калия – 26,3 кг. При разных сроках посева на 1 т семян с соответствующим количеством соломы в среднем по вариантам опыта лён масличный выносил азота 19,6 кг, фосфора – 14,2 кг и калия – 21,5 кг. В среднем по вариантам опыта при разных способах посева и нормах высева с 1 т семян и соответствующим количеством соломы лён масличный выносил 21,1 кг азота, 11,6 кг фосфора и 22,6 кг калия.

*Ключевые слова:* лён масличный; ВНИИМК 620; вынос; азот; фосфор; калий; семена; солома, химический состав, основная продукция, побочная продукция.

**Введение.** Решение главной задачи земледелия – повышение урожайности сельскохозяйственных культур – неразрывно связано с созданием благоприятных условий для питания растений. Применение минеральных удобрений является одним из элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и льна масличного. При обосновании доз внесения питательных веществ на всех типах почв необходимо точно знать химический состав (содержание NPK) основной и побочной продукции [1–4]. С помощью данных о выносе растениями основных элементов питания можно рассчитать дозы минеральных удобрений, что позволит экономно и рационально использовать ресурсы [5].

В условиях Среднего Предуралья были проведены многочисленные исследования, в результате которых определен химический состав семян и соломы льна-долгунца [6–11], зерна сортов овса [12–16], ячменя [2; 17], гороха [18] и рапса ярового [19; 20]. Однако отсутствуют данные по химическому составу и выносу элементов питания с урожаем льна масличного в условиях Среднего Предуралья.

*Цель исследований* – выявить влияние предпосевной обработки семян и приемов посева на вынос основных элементов питания с урожаем льна масличного ВНИИМК 620.

*Задачи:*

- определить содержание основных элементов питания в продукции льна масличного при разной предпосевной обработке семян и приемах посева;

- установить вынос азота, фосфора и калия на 1 т семян льна масличного с соответствующим количеством соломы.

**Методика.** Объект исследований – лён масличный ВНИИМК 620. Опыты закладывали в 2012–2014 гг. на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве по общепринятым методикам [21; 22].

*Опыт 1.* Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян (однофакторный; микрополевой). Схема опыта: 1) 1,1–2,0 см; 2) 2,1–3,0 см; 3) 3,1–4,0 см (контроль); 4) 4,1–5,0 см; 5) 5,1–6,0 см. Повторность вариантов шестикратная, которые размещены систематическим методом со смещением в следующем ярусе. Фактическая глубина посева семян по вариантам опыта отклонялась от заданной на величину, не превышающую  $\pm 0,5$  см. Способ посева обычный рядовой с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га.

*Опыт 2.* Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку семян (однофакторный, микрополевой). Схема опыта: 1) без обработки (контроль); 2) вода (контроль); 3) экстракт из проростков озимой ржи; 4) гумат калия (150 мл/т); 5) ТМТД (ВСК 400 г/л, 4 л/т); 6) смесь микроудобрений ( $\text{H}_3\text{BO}_3$  (17,9 % д.в. – 50 г д.в./т)+ $\text{CuSO}_4$  (24 % д.в. – 100 г д.в./т)+ $\text{ZnSO}_4$  (21,8 % д.в. – 40 г д.в./т)); 7) смесь микроудобрений и ТМТД; 8) гумат калия и ТМТД; 9) экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД; 10) Борогум М (1 л/т). Расход рабочего раствора во всех вариантах – 5 л на 1 т семян. Экстракты готовили по рекомендациям Г.Ф. Наумова при расходе семян-доноров 2,5–3,0 кг на 1 ц семян льна масличного. Дозы микроудобрений – в соответствии с рекомендациями ЦИНАО. Повторность вариан-

тов в опыте шестикратная, их размещение систематическим методом со смещением в следующем ярусе. Способ посева обычный рядовой с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га на глубину 3,1–4,0 см.

*Опыт 3.* Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на сроки посева (однофакторный, полевой). Схема опыта: 1) возможно ранний (контроль); 2) через 5 суток от возможно раннего; 3) через 7 суток от возможно раннего; 4) через 10 суток от возможно раннего. Возможно ранний срок посева осуществляли при физической спелости почвы и прогревании её в слое 0–10 см до 6...7 °С. Расположение вариантов в опыте систематическое в два яруса, их повторность четырехкратная. Способ посева обычный рядовой с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га на глубину 3,1–4,0 см.

*Опыт 4.* Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на способы посева и нормы высева (двухфакторный; полевой). Фактор А –

способ посева обычный рядовой (контроль); узкорядный. Фактор В – норма высева: 5, 6, 7, 8 (контроль), 9, 10 млн штук всхожих семян на 1 га. Повторность вариантов четырехкратная, которые размещены методом расщепленных делянок с расположением по фактору А – в шахматном порядке, по фактору В – систематическое. По вариантам опыта отклонение фактической нормы высева от расчетной не превышало допустимую величину ( $\pm 5\%$ ).

Посев в полевых опытах проводили сеялкой СН-16 для мелкосеменных культур, в микрополевых – вручную, семенами категории ЭС и РС. Учётная площадь делянки в микрополевых опытах – 1,05 м<sup>2</sup>, в полевых – 15 м<sup>2</sup>.

Пахотный слой почвы опытных участков в годы проведения исследований имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса – повышенное; подвижного фосфора и обменного калия – от среднего до очень высокого. Обменная кислотность почвы слабокислая и близкая к нейтральной.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытных участков

Год	Гумус, %	Физико-химические показатели, моль / 100 г почвы		pH <sub>KCl</sub>	V, %	Подвижные элементы, мг/кг почвы	
		Hг	S			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2012	2,6	1,3	13,6	5,7	65,4	371	313
2013	2,6	3,6	16,7	5,2	82,3	156	231
2014	2,7	0,9	12,2	5,6	93,2	201	273

**Результаты.** На основании данных химического состава основной (семян) и побочной (соломы) продукции в опытах с разной предпосевной обработкой семян и приемов посева (глубина посева, срок посева, способы посева и норма высева), был рассчитан вынос питательных веществ на 1 т семян с соответствующим количеством соломы.

В среднем за 2012–2014 гг. исследований при разной глубине посева лен масличный ВНИИМК 620 с урожайностью семян 145–182 г/м<sup>2</sup> выносил 39,3–43,6 кг/га азота, 18,7–23,7 кг/га фосфора, 18,2–22,8 кг/га калия (таблица 2).

Таблица 2

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем льнопродукции при разной глубине посева семян (среднее 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с учётом соломы, кг		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1,1–2,0	43,6	19,8	19,2	6,4	3,7	28,1	28,9	13,6	27,3
2,1–3,0	48,6	22,2	21,5	6,4	4,7	29,9	32,1	15,7	30,0
3,1–4,0 (к)	47,2	23,7	22,8	6,9	4,7	29,6	28,0	14,7	27,2
4,1–5,0	46,4	22,1	20,3	6,9	5,0	30,2	27,0	13,7	25,5
5,1–6,0	39,3	18,7	18,2	6,8	3,4	24,7	23,0	11,1	21,5
Среднее	45,0	21,3	20,4	6,7	4,3	28,5	27,8	13,8	26,3
НСР <sub>05</sub>	0,9	0,6	1,1	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	0,3	1,5	0,7	0,4	1,1



Наибольший вынос фосфора 23,7 кг/га с урожаем семян выявлен при посеве их на глубину 3,1–4,0 см, что на 1,5–5,0 кг/га больше выноса фосфора в остальных изучаемых вариантах опыта. При разной глубине посева семян лен масличный в урожае соломы имел азота 6,4–6,9 кг/га, фосфора – 3,4–5,0 кг/га, калия – 24,7–30,2 кг/га. Потребность льна масличного в основных элементах на 1 т семян с учётом соломы в среднем по вариантам опыта составила N – 27,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 13,8 и K<sub>2</sub>O – 26,3 кг. Наибольший вынос азота – 32,1 кг, фосфора – 15,7 кг и калия – 30,0 кг с 1 т основной продукции льна масличного с учётом побочной наблюдали при посеве семян на глубину 2,1–3,0 см.

При средней урожайности семян 167 г/м<sup>2</sup> по вариантам с предпосевной обработкой семян выявлен более высокий – в 1,26 раза – вынос азота с урожаем семян и в 2,22 раза –

с урожаем соломы, по сравнению со средним выносом данного элемента с урожаем в опыте с разной глубиной посева семян (таблица 3).

Во всех изучаемых вариантах с предпосевной обработкой наблюдали возрастание выноса с урожаем семян азота на 6,3–17,8 кг/га, фосфора – на 2,4–5,6 кг/га, калия – на 2,6–8,3 кг/га, за исключением выноса в вариантах с обработкой экстрактом из проростков озимой ржи, смесью микроудобрений и Борогумом М, относительно аналогичных показателей в контрольных вариантах. Меньший вынос с урожаем соломы азота на 2,7–7,1 кг/га, фосфора – на 0,4–3,9 кг/га и калия – на 5,6–14,9 кг/га был отмечен в вариантах без предпосевной обработки семян и смачивании их водой по отношению к выносу основных элементов питания (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) с урожаем соломы в остальных исследуемых вариантах опыта (НСР<sub>05</sub> – 1,8, 0,3 и 4,8 %, соответственно).

Таблица 3

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем льнопродукции при разной предпосевной обработке семян (среднее 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с учетом соломы, кг		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Без обработки (к)	47,9	16,6	17,7	11,0	3,0	18,1	32,9	10,8	20,1
2. Вода (к)	47,3	15,8	17,8	11,3	3,2	19,2	32,3	10,5	20,4
3. Экстракт из проростков озимой ржи	55,1	16,4	21,4	17,4	3,6	26,3	38,9	10,7	25,6
4. Гумат калия	53,9	19,0	20,4	10,9	4,8	25,6	36,8	13,5	26,1
5. ТМТД	61,8	21,4	20,4	14,0	5,4	26,5	38,3	13,6	23,6
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	57,4	17,5	23,4	14,8	6,1	27,2	36,4	11,9	25,4
7. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn), ТМТД	63,8	21,3	22,0	14,5	4,9	28,9	40,0	13,4	26,0
8. Экстракт из проростков озимой ржи, ТМТД	65,1	20,5	21,5	15,0	5,7	25,9	38,7	12,6	22,9
9. ТМТД, гумат калия	60,1	20,1	26,0	18,0	6,9	33,0	38,0	13,1	28,7
10. Борогум М	54,2	16,9	22,2	18,1	5,1	24,8	36,7	11,2	23,9
Среднее	56,7	18,6	21,3	14,5	4,9	25,6	36,9	12,1	24,3
НСР <sub>05</sub>	2,0	1,4	2,4	1,8	0,3	4,8	1,8	0,9	2,6

Таким образом, в опыте с разной предпосевной обработкой на формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лен масличный выносил в среднем 36,9 кг азота, 12,1 кг фосфора и 24,3 кг калия.

При разных сроках посева в среднем за 2012–2014 гг. лен масличный со средней урожайностью семян 12,5 ц/га и соломы 22,9 ц/га выносил азота 38,4 + 8,7 кг/га, фосфора – 14,3 + 6,4 кг/га и калия – 15,1 + 34,1 кг/га (таблица 4).

Более высокая урожайность семян льна масличного при возможно раннем сроке посева способствовала возрастанию выноса азота, фосфора и калия с урожаем продукции. В вариантах с возможно ранним сроком посева, и через 5 суток от него вынос азота с урожаем семян составил 42,1–42,7 кг/га, что на 4,5–11,5 кг/га больше, чем вынос азота с урожаем семян в вариантах, где посев провели через 7 и 10 суток от возможно раннего срока при НСР<sub>05</sub> – 3,3 кг/га. Наиболее

высокий вынос фосфора (20,0 кг/га) и калия (17,1 кг/га) с урожаем семян отмечен в варианте с возможно ранним сроком посева или на 0,9–6,3 кг/га и на 1,3–5,1 кг/га, соответственно

но, превышает вынос фосфора и калия с урожаем семян в вариантах с остальными изучаемыми сроками посева (НСР<sub>05</sub> – 0,9 и 1,3 кг/га, соответственно).

Таблица 4

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем льнопродукции при разных сроках посева (среднее 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с учётом соломы, кг		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Возможно ранний (к)	42,7	20,0	17,1	9,5	6,5	34,9	22,2	16,7	23,4
Через 5 суток	42,1	19,1	15,8	8,3	6,5	33,2	21,7	15,6	21,8
Через 7 суток	37,6	16,3	15,4	8,3	6,6	32,9	18,8	13,5	20,6
Через 10 суток	31,2	13,7	12,0	8,7	5,9	35,3	15,9	11,0	20,2
Среднее	38,4	14,3	15,1	8,7	6,4	34,1	19,6	14,2	21,5
НСР <sub>05</sub>	3,3	0,9	1,3	F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>			1,8	0,9	1,4

Таким образом, лен масличный ВНИИМК 620 при разных сроках посева на 1 т семян с учётом соломы в среднем по вариантам опыта выносил азота – 19,6 кг, фосфора – 14,2 кг и калия – 21,5 кг.

При средней урожайности семян 10,2 ц/га по вариантам опыта со способами посева было установлено, что при обычном рядовом посеве

на формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лен масличный выносил меньше азота на 2,7 кг (НСР<sub>05</sub> для главного эффекта А – 1,2 кг) и фосфора на 1,1 кг (НСР<sub>05</sub> для главного эффекта А – 1,1 кг) и больше калия на 0,8 кг (НСР<sub>05</sub> для главного эффекта А – 0,8 кг), чем их вынос при узкорядном способе посева (таблица 5).

Таблица 5

Вынос азота, фосфора и калия с 1 т основной продукции с учётом побочной при разных способах посева и нормах высева семян льна масличного, кг (среднее 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (к)	9	10	
Азот							
Обычный рядовой (к)	15,9	25,8	18,8	20,7	19,0	18,3	19,8
Узкорядный	26,0	25,6	24,1	23,0	19,1	17,1	22,5
Среднее (В)	21,0	25,7	21,4	21,8	19,0	17,7	
Фосфор							
Обычный рядовой (к)	9,2	13,2	10,2	11,8	11,6	10,3	11,0
Узкорядный	12,9	13,4	11,5	13,6	11,3	10,2	12,1
Среднее (В)	11,0	13,3	10,8	12,7	11,5	10,3	
Калий							
Обычный рядовой (к)	21,8	24,1	26,4	24,5	20,7	20,5	23,0
Узкорядный	22,9	23,6	21,9	22,4	21,5	20,9	22,2
Среднее (В)	22,4	23,8	24,2	23,4	21,1	20,7	
НСР <sub>05</sub>	Азот, кг		Фосфор, кг		Калий, кг		
	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	
А (способ)	3,0	1,2	2,6	1,1	1,9	0,8	
В (норма)	2,8	1,8	1,4	1,0	2,0	1,4	

Независимо от способов посева, лен масличный с 1 т основной продукции (семена) с учётом побочной (солома) выносил наименьшее количество азота 17,7–19,0 кг и калия 20,7–21,1 кг в вариантах с нормами высева 9

и 10 млн штук всхожих семян на 1 га, фосфора – 10,3–11,0 кг с нормами высева 5, 7 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га. В среднем по всем вариантам опыта при разных способах посева и нормах высева с 1 т семян

и соответствующим количеством соломы вынос составил 21,1 кг азота, 11,6 кг фосфора и 22,6 кг калия.

**Вывод.** Лен масличный ВНИИМК 620 на 1 т основной продукции (семян) с соответ-

ствующим количеством побочной продукции (соломы) при разной предпосевной обработке семян и приемах посева выносит из почвы: азота – 19,6–36,9 кг, фосфора – 11,6–14,2 кг и калия – 21,5–26,3 кг.

#### Литература

1. Фатыхов И. Ш. Вынос азота, фосфора и калия зерновыми культурами при разной насыщенности полевых севооборотов минеральным азотом в Предуралье // Межвуз. сб. науч. трудов «Приемы повышения урожайности зерновых культур» Пермь: Пермский СХИ им. Д. Н. Прянишникова, 1985. С. 76–83.
2. Фатыхов И. Ш. Ячмень яровой в адаптивном земледелии Среднего Предуралья. Ижевск : Изд-во ИжГСХА, 2002. 385 с.
3. Amberger A., Gut'ser R. Effect of long-term potassium fertilization on crops and potassium dynamics of a brownlarth (Weinestephan). "Ann. Agron.", 1976. N 5-6(27). P. 643–657.
4. Schachtschabel P. Umwandlung der Düngerphosphate in Boden und Verfügbarkeit des Bodensphosphors.- Landwirtschaftliche Forschung, 1980. 14. P. 180–185.
5. Фатыхов И. Ш. К вопросу об эффективности минеральных удобрений в Среднем Предуралье // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3 (40). С. 4–10.
6. Гореева В. Н. Содержание микроэлементов в семенах льна-долгунца Восход в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Вестник Елабужского гос. педагогического ун-та. 2009. № 2. С. 73–75.
7. Корепанова, Е. В., Фатыхов И. Ш., Толканова Л. А.. Лен-долгунец в адаптивном земледелии Среднего Предуралья : монография. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. 204 с.
8. Корепанова Е. В., Гореева В. Н. , Фатыхов И. Ш. Микроудобрения в формировании урожая льна-долгунца в Среднем Предуралье : монография / Под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. Ижевск : Ижевская ГСХА, 2011. 156 с.
9. Корепанова Е. В., Кузьмин П. А. , Фатыхов И. Ш. Приёмы предпосевной обработки семян и ухода за посевами льна-долгунца в Среднем Предуралье : монография / Под ред. И. Ш. Фатыхова. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. 130 с.
10. Корепанова, Е. В., Гореева В. Н. , Маслова М. П. Химический состав семян коллекционных образцов льна-долгунца в условиях Среднего Предуралья // Материалы Всерос. науч.-практич. конф., посвящ. 55-летию каф. агрохим. и почвовед. «Агрохимия в Предуралье: история и современность». Ижевск : ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», 2012. С. 116–120.
11. Сундукова Я. Н., Фатыхов И. Ш., Корепанова Е. В. Влияние гербицидов на содержание химических элементов в семенах сортов льна-долгунца в Среднем Предуралье // Вестник Ижевской гос. с.-х. академии. 2013. № 3 (36). С. 5–6.
12. Вафина Э. Ф., Фатыхов И. Ш., Колесникова В. Г.. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье : монография. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 144 с.
13. Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш. Элементный состав зерна овса Улов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (28). С. 16–18.
14. Колесникова В. Г., Тихонова О. С., Фатыхов И. Ш. Химический состав зерна сортов овса Улов и Вятский // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. 2014. № 1(31). Т. 9. С. 126–129.
15. Фатыхов И. Ш., Колесникова В. Г., Кубашева А. И. Предпосевная обработка семян микроудобрениями и элементный состав зерна овса посевного сорта Гунтер // Достижение науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 19–20.
16. Фатыхов И. Ш., Исламова Ч. М., Рябова Т. Н. Элементный состав зерна овса Конкур, выращенного в условиях Среднего Предуралья // Агрохимический вестник. 2013. № 5. С. 21–22.
17. Фатыхов И. Ш. Формирование урожая зерновых культур в полевых севооборотах Предуралья. Ижевск : Шеп, 2000. 95 с.
18. Фатыхов И. Ш., Мильчакова А. В., Евстафьев М. А. Элементный состав семян гороха Аксайский усатый 55 в условиях Среднего Предуралья // Аграрный вестник Урала. 2014. № 8 (126). С. 64–67.
19. Вафина Э. Ф., Мерзлякова А. О., Фатыхов И. Ш. Микроудобрения в формировании урожайности рапса в Среднем Предуралье : монография / Под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. 143 с.
20. Салимова Ч. М., Вафина Э. Ф., Фатыхов И. Ш. Приемы посева ярового рапса Галант в Среднем Предуралье: монография / Под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 143 с.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
22. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. д-ра с.-х. наук В. М. Лукомец. 2-е изд., перераб. доп. Краснодар, 2010. 327 с.

### INFLUENCE OF PRE-SOWING TILLAGE AND SOWING TECHNIQUES ON NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM YIELD WITH VNIIMK 620 OIL FLAX IN THE CONDITIONS OF MIDDLE PREDURALIE

**V. N. Goreeva**, Cand. Agr. Sci.; **E.V. Korepanova**, Cand. Agr. Sci.; **I. Sh. Fatykhov**, Dr. Agr. Sci.; **K.V. Korepanova**, Postgraduate Student  
Izhevsk Agricultural Academy  
16 Kirova St., Izhevsk 426069 Russia  
E-mail: [nir210@mail.ru](mailto:nir210@mail.ru); [kkv8989@mail.ru](mailto:kkv8989@mail.ru)

## ABSTRACT

The research was conducted in 2012-2014 on the experimental field of the JSC «Uchkhov Iyulskoye IzhSAA» on sod-middle podsolich middle loamy soil. Sowing was carried out with the help of SN-16 (CH-16) for small seed crops, in micro-field – manually, with seeds of ES and RS category. The area of allotments in micro-field experiments – 1.05 m<sup>2</sup>, in field – 15 m<sup>2</sup>. Arable topsoil had the agrochemical following characteristic: increased content of humus, mobile phosphorus and exchangeable potassium – from medium to very high. Exchange soil acidity slightly acidic and close to neutral. On average in all studied in experiment options, flax seed oil 620 VNIIMK per 1 ton of basic products (seeds) including straw yielded 26.0 kg of nitrogen, 13.0 kg of phosphorus, and 23.0 kg of potassium. In the experiment with diverse pre-sowing tillage to form 1 ton of seeds with the appropriate amount of straw oil flax yielded 36.9 kg of nitrogen, 12.1 kg of phosphorus, and 24.3 kg of potassium. Per 1 ton of seed with consideration of straw with different depth of sowing yield amounted to 27.8 kg of nitrogen, phosphorus – 13.8kg, and 26.3 kg of potassium. At different sowing time per 1 ton of seeds with the appropriate amount of straw on average by experience options, flax olive yielded 19.6 kg of nitrogen, 14.2 kg of phosphorus, and 21.5 kg of potassium. On average by experience options at different ways of crops and norms of seeding with 1 ton of seeds and the corresponding amount of straw flax olive took out 21.1 kg of nitrogen, 11.6 kg of phosphorus and 22.6 kg of potassium.

*Key words: oil flax, VNIIMK 620, nitrogen, nitrogen, phosphorus and potassium yield, seeds, straw, chemical composition, main production, accessory products.*

## References

1. Fatykhov I. Sh. Vynos azota, fosfora i kaliya zernovymi kul'turami pri raznoi nasyschennosti polevykh sevooborotov mineral'nym azotom v Predural'e (Nitrogen, phosphorus and potassium yield by grain crops at a different saturation of field crop rotations mineral nitrogen in the Middle Preduralie), I. Sh. Fatykhov. Methods of increase of productivity of grain crops: The interuniversity collection of scientific works. Perm, 1985, pp. 76–83.
2. Fatykhov I. Sh. Yachmen' yarovoi v adaptivnom zemledelii Srednego Predural'ya (Yachmen summer in adaptive agriculture of the Middle Preduralie), I. Sh. Fatykhov. Izhevsk: Publishing house of IzhGSHA, 2002, 385 p.
3. Amberger A., Gut'ser R. Effect of long-term potassium fertilization on crops and potassium dynamics of a brownlarth (Weinestephan), "Ann. Agron.", 1976, 27, No. 5-6, pp. 643–657.
4. Schachtschabel P. Change of the fertilizer phosphates in ground and availability of the ground phosphorus. - Agricultural research, 1980, 14, pp. 180–185.
5. Fatykhov I. Sh. K voprosu ob effektivnosti mineral'nykh udobrenii v Srednem Predural'e (To a question of efficiency of mineral fertilizers in the Middle Preduralie), Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy, 2014, No. 3 (40), pp. 4–10.
6. Goreeva V. N. Soderzhanie mikroelementov v semenakh l'na-dolguntsa Voskhod v zavisimosti ot predposevnoi obrabotki semyan mikroudobreniyami (The maintenance of microcells in flax seeds grown in dependence on pre-seeding seeds treatment with micro-fertilizers), Bulletin of the Yelabuga State Pedagogical University, 2009, No. 2, pp. 73–75.
7. Korepanova E. V. Len-dolgunec v adaptivnom zemledelii Srednego Urala: monografiya (Flax in adaptive agriculture in the Middle Preduralie), Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaja GSHA, 2004, 204 p.
8. Korepanova E. V. Mikroudobreniya v formirovanii urozhaya l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e : monografiya (Micro-fertilizers in formation of flax crop in the Middle Preduralie: monograph), E. V. Korepanova, V. N. Goreeva, I. Sh. Fatykhov; under a scientific edition of I. Sh. Fatykhov, Izhevsk: Izhevsk GSHA, 2011, 156 p.
9. Korepanova E. V. Priemy predposevnoi obrabotki semyan i ukhoda za posevami l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e : monografiya (Methods of pre-seeding seeds treatment and care of flax crops in the Middle Preduralie: monograph), Izhevsk: FGOU VPO Izhevsk GSHA, 2010, 130 p.
10. Korepanova E. V. Khimicheskii sostav semyan kolleksiionnykh obraztsov l'na-dolguntsa v usloviyakh Srednego Predural'ya (Chemical composition of selected samples seeds of flax in the conditions of Central Preduralie), Agrochemistry in Preduralie: history and present: Materials of the All-Russian scientific and practical conference devoted to the 55 anniversary of department of agrochemistry and soil science. FGOU VPO The Izhevsk State Agricultural Academy, 2012, pp. 116–120.
11. Sundukova Ja. N. Vliyanie gerbitsidov na sodержanie khimicheskikh elementov v semenakh sortov l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e (Herbicides influence on chemical elements content in flax seeds in Middle Preduralie), Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii, 2013, No. 3 (36), pp. 5–6.
12. Vafina Je. F. Mikroudobreniya i formirovanie urozhaja ovsa v Srednem Preduralie: monografiya (Micro-fertilizers and oats yield formation in the Middle Preduralie: monograph), Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaja GSHA, 2007, 144 p.
13. Kolesnikova V. G. Yelementnyj sostav zerna ovsa Ulov (Elementar composition of Ulov oats seeds), Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2013, No. 4 (28), pp. 16–18.
14. Kolesnikova V. G. Himicheskij sostav zerna sortov ovsa Ulov i Vjatskij (Chemical composition of flax oats seeds Ulov and Vyatskii), Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, Vol. 9, No. 1(31), pp. 126–129.
15. Fatykhov I. Sh. Predposevnaya obrabotka semjan smes'ju mikroudobrenij i yelementnyj sostav zerna ovsa posevnogo sorta Gunter (Pre-sowing seeds treatment with micro-fertilizers and elementar composition of sowing variety oats seeds), Dostizhenie nauki i tehniki APK, 2014, No. 8, pp. 19–20.
16. Fatykhov I. Sh. Yelementnyj sostav zerna ovsa Konkur, vyrashennogo v usloviyakh Srednego Predural'ya), Agrohimicheskij vestnik, 2013, No. 5, pp. 21–22.

17. Fatykhov I. Sh. Formirovanie urozhaya zernovykh kul'tur v polevykh sevooborotakh Predural'ya (Formation of a grain crops yield in field crop rotations of the Middle Preduralie), Izhevsk: Shep, 2000, 95 p.
18. Fatykhov, I. Sh. Yelementnyj sostav semjan goroha Aksajskij usatyj 55 v uslovijah Predural'ya (Element composition of pea seeds Aksayskii usatyj 55 in conditions of Preduralie), Agrarnyj vestnik Urala, 2014, No.8 (126), pp. 64–67.
19. Vafina, E. F. Mikroudobreniya v formirovanii urozhainosti rapsa v Srednem Predural'e: monografiya (Microfertilizers in formation of productivity of a colza in the Middle Preduralie: monograph), under scientific edition of Fatykhov I. Sh., Izhevsk: FGOU Izhevskaja GSHA, 2013, 143 p.
20. Salimova, Ch. M. Priemy poseva yarovogo rapsa Galant v Srednem Predural'e: monografiya (Methods of crops of spring colza Galant in the Middle Preduralie: monograph), H. M. Salimova, E. F. Vafin, I. Sh. Fatykhov; under scientific edition of I. Sh. Fatykhov, Izhevsk: FGOU VPO Izhevsk GSHA, 2011, 143 p.
21. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy), (Methods of field experiment with bases of statistical processing of research results), 5th edition, M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
22. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami (Technique of carrying out field agrotechnical experiments with olive cultures), under edition V. M. Lukomets, Ed. 2, Krasnodar, 2010, 327 p.

УДК 633.11"321":631.51.021

## **ВЛИЯНИЕ ПРИЁМОВ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕЁ СТРУКТУРУ**

**А.М. Ленточкин**, д-р с.-х. наук;  
**П.Е. Ширококов**, аспирант;  
**Л.А. Ленточкина**, канд. с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,  
ул. Кирова, д. 16, г. Ижевск, 426033  
E-mail: [agro@izhgsha.ru](mailto:agro@izhgsha.ru)

*Аннотация.* В Среднем Предуралье при резко различающихся условиях вегетационных периодов 2013-2014 гг. изучали пахотный слой дерново-подзолистых почв, которые характеризуются способностью в течение вегетационного периода значительно уплотняться, повышая этот показатель до нижнего предела оптимального состояния (1,3 г/см<sup>3</sup>). Яровая пшеница имеет слаборазвитую корневую систему с невысокой усвояющей способностью, что обуславливает её повышенную потребность к благоприятным условиям произрастания. Зяблевая обработка почвы, изменяя её структурное состояние, оказывает существенное влияние на водный, воздушный, тепловой и питательный режимы. Целью исследований являлась разработка оптимальной системы обработки почвы, обеспечивающей высокую продуктивность и экономическую эффективность технологии выращивания яровой пшеницы. Установлено, что средняя урожайность зерна яровой пшеницы в неблагоприятный год была меньше в 4 раза по сравнению с благоприятным, и изучаемые приёмы зяблевой обработки почвы слабо противодействовали засухе на дерново-подзолистой слабосмытой среднесуглинистой почве. В среднем за два контрастных по условиям вегетации года наибольшая урожайность получена по отвальной зяблевой вспашке – 2,56 т/га. На этом же уровне (2,21-2,58 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,36 т/га) была урожайность при использовании КМБД-3×4П; ПЧ-2,5; КПЭ-3,8 и БДТ-3,0. Прямой посев проявил достоверно меньшую урожайность – 2,05 т/га. Приёмы зяблевой обработки почвы не оказали закономерного влияния на слагаемые продуктивного стеблестоя (густота всходов, количество продуктивных растений) и озернёность колоса. Но в то же время более глубокая зяблевая обработка почвы ПЛН-5-35 и ПЧ-2,5 обеспечила наибольшее значение массы 1000 зёрен (32,8 г). Все другие приёмы обработки почвы КМБД-3×4П; КПЭ-3,8 и БДТ-3,0, относящиеся к минимальной обработке, и прямой посев достоверно снизили значение массы 1000 зёрен на 5-11 %.

*Ключевые слова:* яровая пшеница, обработка почвы, урожайность зерна, структура урожайности.

**Введение.** Яровая пшеница является культурой, имеющей слаборазвитую корневую систему с невысокой усвояющей способностью, что вызывает повышенную потребность в обеспечении благоприятных условий произрастания на протяжении всего вегетационного периода [1-4].

В Удмуртской Республике наиболее распространёнными среди пахотных угодий являются дерново-подзолистые почвы, которые занимают более 76 %. Пахотный слой таких почв имеет плохую неводопроходную микро- и макроструктуру, что приводит к «заплыванию» пахотного слоя после выпадения дождей и образованию на поверхности почвы корки, отрицательно влияющей на произрастание сельскохозяйственных культур [5]. Более того, около 78 % пахотных земель Удмуртской Республики подвержены плоскостной и линейной водной эрозии, в результате действия которой смываются наиболее плодородные верхние слои почвы, что ещё в большей степени ухудшает её свойства [5, 6].

Дерново-подзолистые почвы Среднего Предуралья характеризуются равновесной плотностью в пределах 1,4-1,5 г/см<sup>3</sup> – для пахотного и 1,5-1,7 г/см<sup>3</sup> – для подпахотного слоёв, тогда как для большинства культурных растений оптимальная плотность на суглинистых почвах составляет 1,0-1,3 г/см<sup>3</sup>. Поэтому на таких почвах требуется рыхление не только пахотного, но и проведение периодического (не менее одного раза в 2-4 года) рыхления подпахотного слоя [7].

В земледелии большинства регионов длительное время основным орудием зяблевой обработки почвы был отвальный плуг. Но в последнее время установлено, что эту энергозатратную, эрозионноопасную и малопродуктивную отвальную обработку почвы можно заменить безотвальными орудиями, орудиями минимальной обработки почвы и даже «прямым» посевом [7-16].

Реализация генетического потенциала продуктивности сорта, потенциального плодородия почвы, эффекта обработки почвы и других приёмов технологии выращивания культуры в значительной мере зависят от складывающихся погодных условий в течение вегетационного периода [17-20]. Поэтому сравнительное изучение систем обработки эро-

дированной дерново-подзолистой почвы в технологии выращивания, требовательной к условиям произрастания яровой пшеницы в разных условиях вегетационного периода, их влияние на урожайность и её слагаемые является актуальной задачей.

Цель наших исследований – разработка оптимальной системы обработки почвы, обеспечивающей высокую продуктивность и экономическую эффективность технологии выращивания яровой пшеницы.

**Методика.** Полевые исследования проводили в резко различающиеся 2013 и 2014 гг. в АО «Путь Ильича» Завьяловского района Удмуртской Республики. Объект исследования – яровая пшеница Свеча. Предшественником яровой пшеницы был клевер I года пользования, убранный на зелёный корм. После уборки второго укоса клевера лугового было проведено дискование БДТ-7 по вариантам в соответствии со схемой опыта (фактор А). После дискования в сентябре провели основную обработку в соответствии со схемой опыта (фактор С), в том числе с использованием следующих почвообрабатывающих орудий: без обработки; КМБД-3×4П на 8-10 см; БДТ-3,0 на 10-12 см; КПЭ-3,8 на 12-15 см; ПЧ-2,5 на 25-30 см; ПЛН-5-35 на 18-20 см. Весной, в начале мая, при физической спелости почвы провели закрытие влаги (боронование в два следа) СГ-15 + БЗТС-1,0. Спустя несколько дней после весеннего боронования, был проведён посев пшеницы (норма высева всхожих семян по годам 6,5 и 6,0 млн шт./га) сеялкой Тиме-4 (предназначенной для посева как по подготовленной, так и по необработанной почве) с одновременным внесением минеральных удобрений (N<sub>15-30</sub>P<sub>15-30</sub>K<sub>15-30</sub>) в виде азофоски. Семена пшеницы за две недели до посева обработали протравителем Виал ТрасТ с нормой расхода препарата 0,4 л/т семян. До появления всходов пшеницы, через несколько дней после её посева, в соответствии со схемой опыта провели обработку гербицидом Торнадо 500 с нормой расхода 3 л/га (фактор В) опрыскивателем Advance-2000. Для уничтожения двудольных сорных растений в фазу кушения пшеницы весь опыт обработали гербицидом Магnum с нормой расхода 0,01 кг/га. В конце восковой спелости пшеницы провели поделочную уборку однофазным способом комбайном ACROS-530, подготовленным для уборки опытных делянок.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая слабосмытая со следующей агрохимической характеристикой: органическое вещество – 1,3-1,5 %; рН<sub>KCl</sub> – 4,8-5,3; S – 9,7-11,9 ммоль/100 г; Н<sub>г</sub> – 2,11-2,25 ммоль/100 г; V – 92 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 175-200 мг/кг; K<sub>2</sub>O – 145-210 мг/кг.

Погодные условия 2013 г. [19] характеризовались высокой среднесуточной температурой воздуха в течение всего вегетационного периода, превышающей среднемесячные значения на 1,0-2,9 °С, и дефицитом атмосферных осадков три месяца из четырёх, что привело в период «выход в трубку – колошение» к снижению влажности в пахотном слое почвы до уровня недоступной влаги. Это крайне отрицательно сказалось на развитии растений и формировании урожайности.

В 2014 г. погодные условия [20] были значительно благоприятнее: среднемесячная температура воздуха в мае и августе была выше нормы, соответственно, на 3,5 и 1,4 °С, а в июне и июле – ниже на 0,3 и 3,2 °С. Сумма осадков в мае составила 50 % от нормы, а в остальные месяцы вегетации яровой пшеницы – 116-128 %. Высокая температура мая при дефиците осадков вызвала изреженность всходов, а пониженная температура

июля при достаточном количестве осадков – усилила развитие растений и колоса, а также способствовала появлению «второй волны» сорняков.

**Результаты.** Различные условия вегетационных периодов привели к формированию различных уровней урожайности зерна яровой пшеницы (табл. 1). Так, средний уровень урожайности в засушливом 2013 г. составил всего 0,91 т/га, а диапазон значений по вариантам – от 0,70 до 1,11 т/га. Статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа не выявила достоверных различий между вариантами. В благоприятном 2014 г. среднее значение урожайности составило 3,81 т/га. По сравнению с контрольным вариантом, где была проведена отвальная вспашка после предварительного дискования клеверища и урожайность составила 4,01 т/га при значении НСР<sub>05</sub> 0,49 т/га, все варианты с зяблевой обработкой почвы показали практически одинаковый уровень урожайности (3,57-4,12 т/га). Применение прямого посева в сочетании с дождевым опрыскиванием системным гербицидом Торнадо 500, действие которого имеет растянутый период, привело к достоверному снижению урожайности – 3,39 т/га.

Таблица 1

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на урожайность яровой пшеницы, т/га

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		т/га	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	1,11	4,01	2,56	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	1,08	3,76	2,42	-0,14	-5,5
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	0,84	3,57	2,21	-0,35	-13,7
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	0,97	4,12	2,55	-0,01	-0,4
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	0,76	4,00	2,38	-0,18	-7,0
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	0,70	3,39	2,05	-0,51	-19,9
Среднее	0,91	3,81	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	0,49	0,36	-	-

Установлено, что средняя урожайность зерна яровой пшеницы в неблагоприятный год (2013) была меньше в 4 раза по сравнению с благоприятным (2014), и изучаемые приёмы зяблевой обработки почвы (отвальная и безотвальная обработки, глубокие и мелкие, а также прямой посев) слабо противодействовали засухе на дерново-подзолистой слабосмытой среднесуглинистой почве. Среди приёмов зяблевой обработки почвы меньшее снижение урожайности в засушливых условиях получе-

но от глубокой зяблевой обработки почвы ПЧ-2,5 (в 3,48 раза) и ПЛН-5-35 (в 3,61 раза).

В среднем за два контрастных по условиям вегетации года наибольшая урожайность получена по отвальной зяблевой вспашке – 2,56 т/га. Все другие варианты имели меньшие значения: КМБД-3×4П – на 0,4 %, ПЧ-2,5 – на 5,5 %, КПЭ-3,8 – на 7,0 %, БДТ-3,0 – на 13,7 %; при прямом посеве получена самая низкая урожайность, уступающая отвальной вспашке, – 19,9 %. Однако статистически дока-

занным снижением урожайности выявлено только при прямом посеве.

Как было ранее отмечено, послепосевной период в оба года характеризовался повышен-

ной температурой и дефицитом осадков. Всё это привело к изреженным всходам, особенно в 2014 г. (табл. 2).

Таблица 2

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на густоту всходов яровой пшеницы, шт./м<sup>2</sup>

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		шт./м <sup>2</sup>	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	322	270	296	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	373	390	382	+86	+29
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	364	367	366	+70	+24
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	368	294	331	+35	+12
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	352	296	324	+28	+9
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	403	247	325	+29	+10
Среднее	364	311	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	-	-

Так, средняя густота всходов в 2013 г. составила 364 шт./м<sup>2</sup>, а в 2014 г. – 311 шт./м<sup>2</sup>. Достоверных различий между вариантами в оба года не выявлено.

На протяжении вегетационного периода от всходов до уборки метеорологические условия в годы исследований значительно различались, что оказало различное влияние на густоту продуктивных растений (табл. 3).

Таблица 3

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на густоту продуктивных растений яровой пшеницы, шт./м<sup>2</sup>

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		шт./м <sup>2</sup>	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	253	434	344	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	336	412	374	+30	+9
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	271	407	339	-5	-1
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	301	462	382	+38	+11
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	278	465	372	+28,0	+8
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	339	487	413	+69	+20
Среднее	296	444	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	62	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	-	-

Так, в условиях засушливого вегетационного периода 2013 г. наблюдалась низкая сохранность растений. Если средняя густота всходов была 364 шт./м<sup>2</sup>, то к уборке количество растений снизилось на 19 %. В 2014 г., наоборот, из-за засушливого начального периода вегетации и растянутого периода появления всходов, которые при последующем частом выпадении осадков и умеренной температуре продолжали появляться даже в кушение первых всходов, а также при удлинённом вегетационном периоде (уборка урожая в 2013 г. проведена 30 июля, а в 2014 г. – 3 сентября)

густота продуктивных растений (даже поздно взошедших) вызрела, и к уборке увеличилась более чем на 40 %. На густоту продуктивных растений изучаемые технологические приемы существенного влияния не оказали.

Густота продуктивного стеблестоя определяется полевой всхожестью, сохранностью растений к уборке и продуктивной кустистостью. Средний коэффициент продуктивного кушения в 2013 г. составил 1,00 а в 2014 г. – 1,03. Погодные условия вегетационного периода оказали существенное влияние на густоту продуктивного стеблестоя (табл. 4).



Таблица 4

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на густоту продуктивных стеблей яровой пшеницы, шт./м<sup>2</sup>

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		шт./м <sup>2</sup>	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	256	450	353	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	336	427	382	+29	+8
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	271	419	345	-8	-2
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	302	471	387	+34	+10
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	279	474	377	+24	+7
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	342	501	422	+69	+20
Среднее	298	457	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	63	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	-	-

Так, в засушливом 2013 г. средняя густота продуктивного стеблестоя была низкой – 298 шт./м<sup>2</sup>, а в благоприятном 2014 г. составила 457 шт./м<sup>2</sup>, что соответствовало оптимальным значениям. Приёмы зяблевой обработки почвы не оказали достоверного влияния на данный показатель.

Показатели продуктивности колоса закладываются на ранних этапах онтогенеза, но реализуются на заключительных его этапах, степень благоприятности условий которых и

определяет их величину. Количество зерновок в колосе яровой пшеницы определяется числом продуктивных колосков и числом зерновок в многоцветковом колоске, которые реализуются в разные временные промежутки вегетационного периода. В засушливом 2013 г. число зёрен составило в среднем 14,2 шт. Эта величина была на 19,7 % меньше, чем в благоприятном 2014 г. (табл. 5). Достоверное влияние изучаемых приёмов на число зёрен в колосе не установлено.

Таблица 5

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на количество зёрен в колосе яровой пшеницы, шт.

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		шт.	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	14,1	18,0	16,1	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	12,9	18,7	15,8	-0,3	-2
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	11,3	20,2	15,8	-0,3	-2
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	12,5	17,6	15,1	-1,0	-6
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	18,3	14,3	16,3	+0,2	+1
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	16,3	13,0	14,7	-1,4	-9
Среднее	14,2	17,0	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	-	-	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	-	-

Другим важным показателем продуктивности колоса является масса 1000 зёрен (табл. 6).

Таблица 6

Влияние приёмов зяблевой обработки почвы и погодных условий на массу 1000 зёрен яровой пшеницы, г

Обработка почвы, орудие	Годы исследования		Среднее	Отклонение	
	2013	2014		г	%
БДТ-7,0 + ПЛН-5-35 (контроль)	26,8	38,8	32,8	-	-
БДТ-7,0 + ПЧ-2,5	26,8	38,8	32,8	0,0	0
БДТ-7,0 + БДТ-3,0	23,0	35,6	29,3	-3,5	-11
БДТ-7,0 + КМБД-3×4П	24,5	37,6	31,1	-1,7	-5
БДТ-7,0 + КПЭ-3,8	24,8	37,3	31,1	-1,7	-5
Торнадо 500, 3 л/га (прямой посев)	24,5	36,8	30,7	-2,1	-6
Среднее	25,1	37,5	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	-	-	1,6	-	-

В засушливом 2013 г. этот показатель имел низкие значения – в среднем 25,1 г, что уступало значению благоприятного 2014 г. на 49,4 %. В среднем за два года наибольшее значение массы 1000 зёрен (32,8 г) обеспечили приёмы более глубокой зяблевой обработки почвы ПЛН-5-35 и ПЧ-2,5. Все другие приёмы обработки почвы, относящиеся к минимальным и прямой посев достоверно снизили значение массы 1000 зёрен на 5-11 %.

**Выводы.** 1. Различные системы зяблевой обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы – отвальная, чизельная, минимальная, нулевая – не обеспечивают эффективного противодействия неблагоприятным метеорологическим условиям, сопровождаемым острым дефицитом влаги в почве, что приводит к снижению уровня урожайности в четыре раза по сравнению с благоприятными условиями.

2. Наибольшую урожайность зерна яровой пшеницы Свеча в среднем за два значительно различающихся по погодным условиям вегетационных периода получили при использовании зяблевой отвальной вспашки ПЛН-5-35 – 2,56 т/га. На этом же уровне (2,21-2,58 т/га; НСР<sub>05</sub> = 0,36 т/га) была урожайность при использовании КМБД-3×4П; ПЧ-2,5; КПЭ-3,8 и БДТ-3,0. Прямой посев проявил достоверно меньшую урожайность – 2,05 т/га.

3. Приёмы более глубокой зяблевой обработки почвы ПЛН-5-35 и ПЧ-2,5 обеспечили наибольшее значение массы 1000 зёрен (32,8 г). Все другие приёмы обработки почвы, относящиеся к минимальной, и прямой посев достоверно снизили значение массы 1000 зёрен на 5-11 %.

#### Литература

1. Носатовский А. И. Пшеница. Биология / 2-е изд., доп. М. : Колос, 1965. 568 с.
2. Неттевич Э. Д. Яровая пшеница в Нечернозёмной зоне. М. : Россельхозиздат, 1976. 220 с.
3. Макарова В. М. Структура урожайности зерновых культур и её регулирование. Пермь, 1995. 144 с.
4. Ленточкин А. М. Биологические потребности – основа технологии выращивания яровой пшеницы : монография. Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 436 с.
5. Ковриго В. П. Почвы Удмуртской Республики : монография. Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2004. 490 с.
6. Вараксина Е. Г., Вараксин И. И., Захарова Т. И. Эрозия и воспроизводство плодородия эродированных почв Удмуртии : монография / под общей ред. А. И. Венчикова. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. 432 с.
7. Холзаков В. М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечернозёмной зоне : монография. Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. 436 с.
8. Трушин В. Ф. Интенсивное земледелие Среднего Урала. Свердловск, 1990. Ч. 1. 245 с.
9. Платунов А. А. Основные приёмы окультуривания дерново-подзолистых супесчаных почв в Волго-Вятской зоне // Тезисы докл. науч. конф., посвящ. 50-летию агроном. фак. Кировского с.-х. ин-та «Агрономическая наука – достижения и перспективы». Киров, 1994. С. 97–98.
10. Мареев В. Ф. К вопросу о минимализации обработки почвы под зерновые культуры в Предкамье Республики Татарстан // тезисы докл. конф., посвящ. 75-летию каф. агрохим. и почвовед. Казанской гос. с.-х. акад. «Эколого-агрохимические, технологические аспекты развития земледелия Среднего Поволжья и Урала». Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1995. С. 141–143.
11. Мосин В. Н. Влияние интенсивности и способов обработки на плодородие почвы и продуктивность севооборотов // Сборник научных трудов «Агрометеорологические условия и агротехнические факторы повышения урожайности полевых культур в Предуралье». Пермь: Пермская гос. с.-х. акад. 1996. С. 151–156.
12. Ленточкин А. М., Владыкина Н. И., Ленточкина Л. А.. Эффективность ресурсосберегающих почвозащитных систем обработки дерново-подзолистой среднесмытой почвы в севообороте : монография. Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. 176 с.
13. Сафин Х. М., Шварц Л. С., Фахрисламов Р. С. Технология No-till в системе сберегающего земледелия: теория и практика внедрения. Уфа : Мир печати, 2013. 72 с.
14. Costa F. S. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional / F. S. Costa, J. A. Albuquerque, C. Bayer, S. M. V. Fontoura, C. Wobeto // Rev. brasil. Cienc. Solo. 2003. Vol. 27. № 3. P. 527–535.
15. Singer J. W. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility / J. W. Singer, K. A. Kohler, M. Liebman, T. L. Richard // Agronomy Journal; 2004. Vol. 96. P. 531–537.
16. Yin X. Periodic response of soybean yields and economic returns to long-term no-tillage / X. Yin, M. M. al-Kaisi // Agronomy Journal; 2004. Vol. 96. № 3. P. 723–733.
17. Ленточкин А. М. Действие ретардантов на развитие яровой пшеницы и овса в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Доклады ВАСХНИЛ. 1985. № 10. С.40–42.
18. Осокин И. В. Погода и урожайность зерновых культур в Предуралье // сборник науч. трудов «Агрометеорологические условия и агротехнические факторы повышения урожайности полевых культур в Предуралье». Пермь : Пермская гос. с.-х. акад., 1996. С. 3–8.
19. Погода и климат – Климатический монитор: погода в Ижевске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5&year=2013>. – Заглавие с экрана (дата обращения 19.11.2013).
20. Погода и климат – Климатический монитор: погода в Ижевске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5&year=2014>. – Заглавие с экрана (дата обращения 28.10.2014).

**INFLUENCE OF AUTUMN TILLAGE EXPEDIENT AND WEATHER CONDITIONS ON SPRING WHEAT YIELD FORMATION AND ITS STRUCTURE****A.M. Lentochkin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor**P.Y. Shirobokov**, Graduate Student

Izhevsk State Agricultural Academy

**L.A. Lentochkina**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

16, Kirova St., Izhevsk 426033 Russia

E-mail: [agro@izhgsha.ru](mailto:agro@izhgsha.ru)**ABSTRACT**

Arable layer of sod-podzolic soils in the Middle Urals is characterized by their ability to thicken considerably during the growing season, increasing this figure to the lower limit of the optimum state ( $1.3 \text{ g/cm}^3$ ). Spring wheat has a poorly developed root system with low digesting ability. This causes the increased need for favorable growing conditions. Autumn tillage has a significant impact on water, air, heat and nutrient regimes, changing its structural condition.

The aim of our research is to develop an optimal tillage system, providing high productivity and economic efficiency of spring wheat growing process technology.

It was found, that the average grain yield of spring wheat in an unfavorable year was less than 4 times as compared to the favorable one. The studied techniques of autumn tillage on sod-podzolic soil with medium-loam soil weakly resisted drought. We considered two contrasting conditions of the growing season, on average, the highest yield was obtained due to moldboard plowing – 2.56 t/ha. The yield was on the same level (2.21-2.58 t/ha;  $\text{LSD}_{05} = 0.36 \text{ t/ha}$ ) using KMBD 3×4P; PC-2.5; KPI-3.8 and BDT-3.0. Direct seeding showed a significantly lower yield – 2.05 t/ha. The techniques of autumn tillage did not influence the terms of haulm stand production (the density of seedlings, the number of productive plants) and grain content. But at the same time a deep autumn tillage PLN-5-35 and PC-2.5 provided the greatest mass value of 1000 seeds (32.8 g). All other methods of tillage KMBD 3×4P; KPI-3.8 and BDT-3.0, relating to minimum tillage and direct seeding significantly reduced the mass value of 1000 seeds on 5-11 %.

*Key words: spring wheat, tillage, grain crop yield, structure of crop yield.*

**References**

1. Nosatovskiy A. I. Pshenitsa. Biologia (Wheat. Biology), A. I. Nosatovskiy. 2-e izd., dop. M.: Kolos, 1965, 568 p.
2. Nettevich A. D. Yarovaja pshenitsa v Nechernozemnoy zone (Spring wheat in Nechernozemie zone), A. D. Nettevich. M.: Rosselkhozizdat, 1976, 220 p.
3. Makarova V. M. Struktura urozhaynosti zernovykh kultur i ejo regulirovaniye (Yield structure of grain crops and its regulation), V. M. Makarova. Perm, 1995, 144 p.
4. Lentochkin A. M. Biologicheskie potrebnosti – osnova tehnologiy vyraschivaniya yarovoy pshenitsy : monografiya (Biological needs – basis for wheat varieties growing technologies: monograph), A. M. Lentochkin. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSHA, 2011, 436 p.
5. Kovrigo V. P. Pochvy Udmurtskoy Respubliki : monografiya (Soils of the Udmurt Republic: monograph), V. P. Kovrigo Izhevsk: RIO Izhevskaya GSHA, 2004, 490 p.
6. Varaksina E. G. Eroziya i vosproizvodstvo plodorodiya erodirovaniykh pochv Udmurtiy : monografiya (Erosion and erosion soils fertility recovery), E. G. Varaksina, I. I. Varaksin, T. I. Zakharova; pod obchsey red. A. I. Venchikova / Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2008, 432 p.
7. Kholzakov V. M. Povysheniye produktivnosti dernovo-podzolistykh pochv v Nechernozemnoy zone : monografiya (Sod-podzolic soils productivity increase in Nechernozemie zone), V. M. Kholzakov. Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSHA, 2006, 436 p.
8. Trushyn V. F. Intensivnoye zemledelye Srednego Urala (Intensive agriculture of the Middle Urals) V. F. Trushyn. Sverdlovsk, 1990, P. 1, 245 p.
9. Platonov A. A. Osnovnye priemy okulturyvaniya dernovo-podzolistykh supeschanykh pochv v Volgo-Vyatskoy zone (Basic reclamation techniques for sod-podzolic sandy-loam soils in Volgo-Vyatka zone), A. A. Platonov // Agronomicheskaya nauka – dostizheniya i perspektivy : Tezisy dokl. nauch. konfer., posvyaschenoy 50-letiyu agronomicheskogo fakulteta Kirovskogo selskokoziaystvennogo instituta. Kirov, 1994, pp. 97–98.
10. Mareev B. F. K voprosu o minimalizatsiy obrabotki pochvy pod zernovye kultury v Predkamye Respubliki Tatarstan (To the question of minimizing tillage for grain crops in Predkamie of Tatarstan Republic), V. F. Mareev // Ekologo agrohymicheskiye, tehnologicheskiye aspekty razvitiya zemledelya Srednego Povolzhya i Urala: Tezisy dokl. konfer., posvyaschenoy 75-letiyu kafedry agrohymiy i pochvovedeniya Kazanskoy gosudarstvennoy selskokoziaystvennoy akademiy. Kazan: Izd-vo Kazanskogo un-ta, 1995, pp. 141–143.

11. Mosyn V. N. Vlyjanye intensyvnoy i sposobov obrabotki na plodorodye pochvy i produktivnost sevooborotov (Intensity and tillage techniques effect on soil fertility and crop rotation productivity), V. N. Mosyn // Agrometeorologicheskiye usloviya i agrotehnicheskiye factory povesheniya urozhaynosti polevyh kultur v Preduralje: sbornik nauchnyh trudov / Permskaya gosudarstvennaya selskohozyayistvennaya akademiya. Perm, 1996, pp. 151–156.
12. Lentochkin A. M. Effektivnost resursoberegaushykh pochvozashytnykh system obrabotki dernovo-podzolistoy srednesmytoy pochvy v sevooborote : monografiya (Efficiency of resource-saving soil protecting tillage systems for sod-podsolic middle-washed in crop rotation), A. M. Lentochkin, N. I. Vladykina, L. A. Lentochkina. . Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSHA, 2011, 176 p.
13. Safin H. M. Tehnologiya No-till v sisteme sberegavushchego zemledelyiya: teoriya i praktika vnedreniya (No-tillage technology in conservation agriculture system: theory and praxis of introduction), H. M. Safin, L. S. Shvarts, R. S. Fahrislamov. Ufa: Mir pechaty, 2013, 72 p.
14. Costa F. S. Propriedades fisicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional / F. S. Costa, J. A. Albuquerque, C. Bayer, S. M. V. Fontoura, C. Wobeto // Rev. brasil. Cienc. Solo, 2003, Vol. 27, No. 3, pp. 527–535.
15. Singer J. W. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility / J. W. Singer, K. A. Kohler, M. Liebman, T. L. Richard // Agronomy Journal; 2004, Vol. 96, pp. 531–537.
16. Yin X. Periodic response of soybean yields and economic returns to long-term no-tillage / X. Yin, M. M. al-Kaisi // Agronomy Journal; 2004, Vol. 96, No.3, pp. 723–733.
17. Lentochkin A. M. Deystvie retardantov na rasvitye yarovoy pshenitsy i ovsya v zavisymosti ot pogodnykh usloviy vegetatsionogo perioda (Retardants influence on spring wheat development in dependence on vegetation weather conditions), A. M. Lentochkin // Doklady VASHNIL, 1985, No. 10, pp. 40–42.
18. Osokin I. V. Pogoda i urozhaynost zernovyh kultur v Preduralje (Weather and grain crops yield in Preduralie) I. V. Osokin // Agrometeorologicheskiye usloviya i agrotehnicheskiye factory povysheniya urozhaynosti polevyh kultur v Preduralje: sbornik nauchnyh trudov / Permskaya gosudarstvennaya selskohozyayistvennaya akademiya. Perm, 1996, pp. 3–8.
19. Pogoda i klimat – Klimaticheskii monitor: pogoda v Izhevsk (Weather and climate – Climate monitoring: weather in Izhevsk), [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5&year=2013>. – Zaglavie s ekrana (accessed 19.11.2013).
20. Pogoda i klimat – Klimaticheskii monitor: pogoda v Izhevsk (Weather and climate – Climate monitoring: weather in Izhevsk), [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411&month=5&year=2014>. – Zaglavie s ekrana (accessed 28.10.2014).

УДК 631.8:633.2.031

## ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Е.В. Смольский**, канд. с.-х. наук;

**В.Ф. Шаповалов**, д-р с.-х. наук;

**Г.Л. Яговенко**, д-р с.-х. наук;

**А.Л. Силаев**, канд. с.-х. наук,

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет,

ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Россия, 243365

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

*Аннотация.* Несмотря на значительное время, прошедшее со дня аварии на Чернобыльской АЭС, значительная часть сельскохозяйственных угодий юго-запада Центрального региона РФ по-прежнему загрязнена долгоживущими радионуклидами. Возникла необходимость в разработке приемов реабилитации этих территорий, обеспечивающих получение экологически безопасных кормов. В условиях Брянской области в 2011–2013 гг. на дерново-подзолистой песчаной почве с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  850 кБк/м<sup>2</sup> изучали внесение калийных удобрений и видового состава культур в смешанных посевах для получения кормов с наименьшим накоплением  $^{137}\text{Cs}$ . Применяли нормы калия – 0, 180, 210 кг/га, компоненты в смеси – люпин с овсом, райграсом, суданской травой и просом. Выявили, что максимальный уровень урожайности без применения калийных удобрений 8,45–8,49 т/га формировали смеси люпина с суданской травой и с просом. Последовательно возрастающие дозы калия ( $K_{180}$  и  $K_{210}$ ) оказали слабое влияние на увеличение урожайности. Применение калийных удобрений в дозе  $K_{180}$  позволяет получать

от 1,8 до 4,1 кг сена на 1 кг внесенных удобрений, в зависимости от компонентов смеси. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в сене смешанных посевов кормовых культур без применения удобрений варьировало от 247 до 572 Бк/кг, в зависимости от видового состава травостоя. Так, норматив превышен только при возделывании люпина с суданской травой и райграсом. Под действием калия снижалось поступление  $^{137}\text{Cs}$  в урожай кормовых культур. Гарантированное получение сена кормовых культур, соответствующего нормативу по содержанию в них  $^{137}\text{Cs}$ , обеспечивает внесение калийного удобрения в дозе  $\text{K}_{210}$ .

*Ключевые слова:* смешанные посевы, люпин желтый, овес, райграс однолетний, суданская трава, просо, урожайность,  $^{137}\text{Cs}$ , молоко, мясо, доза внутреннего облучения.

**Введение.** Нечерноземная зона России в настоящее время является одним из основных поставщиков продукции животноводства в стране – молока (30%) и мяса говядины (23%). По данным ВНИИ кормов, за последние 20 лет в стране производство зеленых кормов сократилось на 20%, силоса – на 34%, зернофуража – на 15% [1]. Введение в структуру рациона кормов из зернобобовых растений позволяет удовлетворить потребность животных в растительном белке. Среди известных зернобобовых культур наибольшее применение имеют виды люпина, пелюшка, кормовые бобы, соя. На легких песчаных и супесчаных почвах смеси зерновых культур с люпином имеют явное преимущество. В настоящее время наиболее широкое распространение получили смеси люпина с овсом, ячменем, яровой пшеницей, обеспечивающие высокие урожаи зеленой массы и зернофуража, сбалансированного по белку [2, 3].

Кроме того, следует учитывать, что в результате аварии на Чернобыльской АЭС значительная часть сельскохозяйственных угодий юго-запада Центрального региона РФ оказалась загрязненной долгоживущими радионуклидами, в том числе обширные территории юго-западных районов Брянской области [4-6]. Исходя из этого, возникает необходимость в разработке приемов реабилитации кормовых угодий, обеспечивающих получение экологически безопасных кормов, что исключит потребление населением продуктов животноводства с повышенным содержанием радионуклидов и снизит до минимума внутреннее облучение населения [7, 8].

Основным агрохимическим приемом, снижающим накопление  $^{137}\text{Cs}$  в растениях, является внесение калийных удобрений [9, 10]. В связи с этим возникает необходимость экспериментально изучить влияние различных уровней калийных удобрений на биологическую

доступность  $^{137}\text{Cs}$  смешанным посевам кормовых культур.

Цель исследований – изучить эффективность возделывания смешанных посевов желтого люпина с однолетними злаковыми культурами на сено и выявить наиболее урожайные и качественные смеси в условиях радиоактивного загрязнения территории.

**Методика.** Исследования по действию калийных удобрений на урожайность и качество смешанных посевов проводили на опытном поле Брянского государственного аграрного университета в Новозыбковском районе Брянской области на дерново-подзолистой песчаной почве. Содержание органического вещества в пахотном слое 2,1-2,3;  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 5,3; сумма поглощенных оснований – 2,0-2,2 мг-экв на 100 г почвы; содержание подвижного  $\text{P}_2\text{O}_5$  и обменного  $\text{K}_2\text{O}$  (по Кирсанову) – 357-383 и 108-112 мг на кг почвы, соответственно. Плотность загрязнения опытного участка  $^{137}\text{Cs}$  – 850 кБк/м<sup>2</sup>.

Агроклиматические условия региона позволяют получать стабильно высокие урожаи кормовых культур [11]. Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались от среднесезонных данных как по температурному режиму, так и по количеству осадков и их распределению по декадам и месяцам вегетационного периода. Наиболее благоприятным по условиям увлажнения и температурному режиму вегетационного периода был 2012 год. Вегетационные периоды 2011, 2013 годов были менее благоприятными для кормовых культур и характеризовались как засушливые во вторую половину вегетации.

Общая площадь опытной делянки 60 м<sup>2</sup>, учетная – 30 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Форма калийных удобрений – калий хлористый (56%  $\text{K}_2\text{O}$ ). Схема опыта представлена в таблице 1.

Учет урожайности сена проводили поделочно методом сплошной уборки [12]. Во время уборки отбирали растительные образцы для проведения анализов на содержание <sup>137</sup>Cs в сене. Измерения проводили на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000» [13].

Коэффициент энергетической эффективности рассчитывали путем деления энергии, полученной в прибавке урожая от удобрений, на общие энергозатраты, связанные с применением удобрений [14].

Удельную активность <sup>137</sup>Cs в молоке и мясе рассчитывали через равновесный коэффициент перехода радионуклида из суточного рациона в животноводческую продукцию (при ежесуточном потреблении 5 кг сена). Величину дозы внутреннего облучения, получаемую за счет молока и мяса, рассчитывали согласно методическим указаниям [15]. Потребление молока и молочных изделий в пересчете на молоко в год составляло 200,8 л., мяса – 31,4 кг согласно закону Брянской области от 08.06.2001 N 45-3 (ред. от 12.10.2001) «О потребительской корзине в Брянской области».

**Результаты.** Наибольшая урожайность при возделывании кормовых культур в сме-

шанных посевах с бобовым компонентом без применения удобрений получена у смеси люпина с суданской травой и с просом. Далее расположились по убыванию смешанные посева люпина с овсом и райграсом.

Применение возрастающих доз калийных удобрений повышало урожайность всех смешанных посевов кормовых культур в эксперименте, поскольку потребность в минеральном азоте удовлетворяли за счет симбиотической азотфиксации. При этом увеличение урожайности за счет калийных удобрений было незначительным – в 1,1 раза по сравнению с вариантом без удобрений.

Окупаемость 1 кг минеральных удобрений прибавкой урожая кормовых культур, по существу, основной показатель их эффективности. Он даёт возможность наиболее полно оценить различные дозы калийных удобрений.

Калийные удобрения в дозе K<sub>180</sub> при возделывании смешанных посевов позволяют получать от 1,8 до 4,1 кг сена на 1 кг внесенных удобрений в зависимости от компонентов смеси. Дальнейшее увеличение дозы калийных удобрений на 60 кг д.в. повышает окупаемость в 1,1-1,2 раза, только при возделывании люпина с просом окупаемость составила 1,8 кг/кг д.в.

Таблица 1

Продуктивность смешанных посевов кормовых культур в зависимости от фонов калийного питания (2011-2013 гг.)

Культуры (норма высева, млн. шт. / га)	Урожайность, т/га			Прибавка урожая, т/га			Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая, кг/ кг д.в.			Коэффициент энергетической эффективности		
	K <sub>0</sub>	K <sub>180</sub>	K <sub>210</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>180</sub>	K <sub>210</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>180</sub>	K <sub>210</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>180</sub>	K <sub>210</sub>
Люпин + овёс (1,0 + 3,5)	7,10	7,82	8,08	-	0,72	0,98	-	4,0	4,7	-	1,03	1,22
Люпин + райграс (1,0 + 3,0)	6,62	7,36	7,66	-	0,74	1,04	-	4,1	5,0	-	1,06	1,29
Люпин + суданская трава (1,0 + 1,0)	8,45	9,07	9,31	-	0,62	0,86	-	3,4	4,1	-	0,89	1,07
Люпин + просо (1,0 + 3,0)	8,49	8,81	9,16	-	0,32	0,67	-	1,8	3,2	-	0,46	0,83
НСР <sub>05</sub>	1,51	1,34	1,49									

Наибольшая окупаемость выявлена в посевах люпина с райграсом – 5 кг сена при применении калийных удобрений в дозе K<sub>210</sub>.

Производство продукции растениеводства связано с затратами энергии, в том числе за счет применения удобрений. Поэтому важ-

но разрабатывать и использовать системы удобрения, при которых меньше затрачивается энергии на производство продукции растениеводства. Выявили тенденцию роста коэффициента энергетической эффективности с увеличением применения калийных удобрений.

По-видимому, высокая окупаемость калийных удобрений и увеличение коэффициента энергетической эффективности связано с низким содержанием калия в почве и биологическими особенностями конкретной кормовой культуры, возделываемой в смеси.

При радиоактивном загрязнении территории важнейшим показателем качества получаемых кормов является содержание в них радионуклидов, которое не должно превышать принятые нормативы. Для содержания  $^{137}\text{Cs}$  в сене принят норматив  $< 400$  Бк/кг [16].

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в сене смешанных посевов кормовых культур без применения удобрений варьировало от 247 до 572 Бк/кг,

в зависимости от видового состава травостоя. Так, норматив превышен только при возделывании люпина с суданской травой и райграсом. Сено остальных кормовых культур, полученное в опыте, соответствует ветеринарно-санитарным требованиям качества по содержанию в нем  $^{137}\text{Cs}$ .

Внесение возрастающих доз калийных удобрений – от  $K_{180}$  до  $K_{210}$  – снижает содержание  $^{137}\text{Cs}$  в сене кормовых культур в 1,9-2,5 раза по сравнению с неудобренными вариантами (в зависимости от состава кормовых культур). При этом калийные удобрения только в дозе  $K_{210}$  снижали удельную активность сена до нормативного показателя (табл. 2).

Таблица 2

Радиоэкологическая оценка применения калийных удобрений при возделывании смешанных посевов кормовых культур (2011-2013 гг.)

Культуры	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ в сене, Бк/кг			Кратность снижения, раз			Вынос $^{137}\text{Cs}$ с урожаем, кБк/га		
	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$
Люпин + овёс	334	261	155	-	1,3	2,2	2371	2041	1252
Люпин + райграс	417	301	224	-	1,4	1,9	2761	2215	1716
Люпин + суданская трава	572	432	226	-	1,3	2,5	4833	3918	2104
Люпин + просо	247	198	133	-	1,2	1,9	2097	1744	1218

Наибольший вынос  $^{137}\text{Cs}$  из почвы с урожаем выявили на варианте без применения удобрений, при этом вынос зависел от состава кормовой смеси. Возрастающие калийные удобрения уменьшали его как посредством ограничения перехода цезия из почвы, так и за счет биологического разбавления при увеличении урожайности.

Рассматривая миграцию  $^{137}\text{Cs}$  из сена в продукцию животноводства, следует отметить, что возделывать кормовые культуры для получения молока и мяса можно и без применения удобрений, норматив по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в молоке и мясе не был превышен [17]. Однако в нашем эксперименте при расчете удельной активности продукции животноводства использовали только кормление 5 кг радиоактивно загрязнённого сена, вне эксперимента поступление радионуклидов происходит с водой и другими кормами, полученными

на радиоактивной территории. Поэтому для уменьшения поступления  $^{137}\text{Cs}$  необходимо применять калийные удобрения.

Согласно нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009), доза общего облучения не должна превышать 1000 мкЗв/год [18].

В ситуациях, когда уровни радиоактивного загрязнения существенно превышают фоновое содержание и достигают опасных пределов, очень важно дать оценку структуры дозовой нагрузки, т.е. оценить вклад отдельных продуктов питания в общую нагрузку. В эксперименте оценивали молоко и мясо, полученные в условиях скармливания животным сена разных кормовых смесей, загрязнённое  $^{137}\text{Cs}$ . Также оценивали действие возрастающих доз калийных удобрений на ограничения поступления  $^{137}\text{Cs}$  по цепи почва → корм → продукция животноводства → человек (табл. 3).

Таблица 3

Миграция  $^{137}\text{Cs}$  по трофической цепи в зависимости видового состава сена и уровня использования калийных удобрений (2011-2013 гг.)

Культуры	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ в молоке, Бк/л			Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ в мясе, Бк/л			Доза внутреннего облучения от молока и мяса, мкЗв/год		
	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$	$K_0$	$K_{180}$	$K_{210}$
Люпин + овёс	17	13	8	67	52	31	71	55	33
Люпин + райграс	21	15	11	83	60	45	88	64	48
Люпин + суданская трава	29	22	11	114	86	45	121	92	48
Люпин + просо	12	10	7	49	40	27	52	42	28

Возделывание люпина с суданской травой на сено без применения минеральных удобрений с последующим его скармливанием животным приводит к наибольшему внутреннему облучению, получаемому за счет потребления продукции животноводства; использование сена остальных смесей кормовых культур в качестве корма для животных снижает дозу внутреннего облучения за счет продуктов животноводства в 1,4 и более, в зависимости от состава кормовых культур.

Калийные удобрения в данном случае явились главным барьером в миграции  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в продукцию кормопроизводства, что позволило снизить его содержание в продукции животноводства и далее уменьшить дозу внутреннего облучения.

Рассматривая продукцию животноводства, а именно молоко и мясо, необходимо обратить внимание, что в структуре дозовой нагрузки молоко выше мяса. При этом необ-

ходимо помнить, что в данном случае рассматриваются продукты питания в сыром виде, после готовки или технологической обработки содержание радионуклида будет снижаться.

**Выводы.** При ведении кормопроизводства и животноводства в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды на дерново-подзолистых песчаных почвах рекомендуем применять приемы, соответствующие двум основным критериям, – агрономическая целесообразность и экологическая безопасность:

- рекомендуем применять калийные удобрения в дозе  $K_{210}$  при возделывании люпина совместно с райграсом и овсом, у которых выявлена наибольшая окупаемость – от 4,7 до 5,0 кг сена на 1 кг д.в. удобрений;

- наибольшее ограничение миграции  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в продукцию кормопроизводства и далее по пищевой цепи выявили при применении калийных удобрений в дозе  $K_{210}$ .

#### Литература

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // Кормопроизводство. 2011. № 2. С. 4–7.
2. Ларетин Н.А. Экономические проблемы и пути развития кормовой базы молочно-мясного скотоводства НЗ России // Материалы международ. конф. «Кормовая база КРС – 2012». М. : Международная промышленная академия, 2012. С.153–162.
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Шевцов А.В. Перспективы развития кормовой базы отечественного животноводства // Материалы международ. конф. «Кормовая база КРС – 2012». М. : Международная промышленная академия, 2012. С.15–22.
4. Алексахин Р.М., Жигарева Т.Л., Ратников А.Н., Попова Т.Н. Ведение земледелия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению // Земледелие. 2006. № 3. С. 22–27.
5. Белоус Н. М. Социально-экономическое развитие районов Брянской области, пострадавшей от Чернобыльской катастрофы // Вестник Брянской ГСХА. 2013. № 4. С. 41–48.
6. Бельченко С.А., Белоус И.Н., Наумова М.П. Развитие АПК Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 2. С. 32–35.
7. Белоус Н.М., Ториков В.Е. Концепция развития животноводства Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. №3. С. 59–61.
8. Санжарова Н.И. Изменение радиационной обстановки в сельском хозяйстве после аварии на Чернобыльской АЭС // Агробиохимический вестник. 2010. № 2. С. 6–9.
9. Коренев В.Б., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Урожайность кормовых и зерновых культур, и накопление  $^{137}\text{Cs}$  в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // Вестник Брянской ГСХА. 2013. №5. С. 3–6.
10. Сычев В.Г., Белоус Н.М., Смольский Е.В. Влияние калийных удобрений на содержание цезия-137 в зеленой массе природных кормовых угодий при поверхностном улучшении // Плодородие. 2012. № 1. С. 2–4.
11. Бейн Е.Е., Моисеенко Ф.В., Белоус Н.М. Метеорологические условия проведения опытов за 70 лет // Химия в сельском хозяйстве. 1996. № 3. С. 5–6.
12. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М. : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1971. Ч. 2. 176 с.
13. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. – М. : ЦИ-НАО, 1985. 20 с.
14. Белоус Н.М., Мамеев В.В., Смольский Е.В.. Система удобрения: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта. Брянск : Изд-во Брянского ГАУ, 2015. 46 с.
15. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : Лань, 2011. 416 с.
16. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ : Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринар. Патология. 2002. № 4. С. 44–45.
17. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01. М. : Минздрав РФ, 2002. 164 с.
18. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.



**CULTIVATION OF FORAGE CROPS IN MIXED SOWINGS UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES****E.V. Smolsky**, Cand. Agr. Sci.**V.F. Shapovalov**, Dr. Agr. Sci.**G.L. Yagovenko**, Dr. Agr. Sci.**A.L. Silayev**, Cand. Agr. Sci.

Bryansk State Agricultural University

2a Sovetskaya St., Kokino, Vygonichsky district, Bryanskaya oblast 243365 Russia

E-mail: [bgsha@bgsha.com](mailto:bgsha@bgsha.com)**ABSTRACT**

As a result of the Chernobyl accident the considerable part of agricultural areas of the south-west of the Central region of the Russian Federation was polluted by long-living radionuclides. There was a need for development of rehabilitation methods for these territories providing ecologically safe forages. In the conditions of the Bryansk region in 2011-2013 on sod-podsolic sandy soil with a density of pollution of  $^{137}\text{Cs}$  850 kBq/m<sup>2</sup> introduction of potash fertilizers and specific structure of cultures in the mixed crops for receiving forages with the smallest accumulation  $^{137}\text{Cs}$  were studied. Applied norms of potassium – 0, 180, 210 kg/hectare, components in mix were lupine with oats, ryegrass, Sudan grass and millet. It was revealed that the maximum level of productivity without use of potash fertilizers, 8.45-8.49 t/hectare formed by lupine mixes with Sudan grass and with millet. Consistently increasing doses of potassium ( $K_{180}$  and  $K_{210}$ ) had weak impact on increase in productivity. Potash fertilizers in a dose of  $K_{180}$  allow receiving application from 1.8 to 4.1 kg of hay per 1 kg of introduced fertilizers depending on mix components. The contents  $^{137}\text{Cs}$  in forage crops hay in mixed crops without use of fertilizers varied from 247 to 572 Bq/kg depending on specific composition of herbage, so the standard was exceeded only in cultivation of lupine with Sudan grass and ryegrass. Under the influence of potassium, intake  $^{137}\text{Cs}$  into forage crops yield decreased. The guaranteed receiving of forage crops hay corresponding with the standard of contents in them  $^{137}\text{Cs}$  was provided through introduction of potash fertilizer in  $K_{210}$  dose.

*Key words: mixed crops, yellow lupine, oats, annual ryegrass, Sudan grass, millet, productivity,  $^{137}\text{Cs}$ , milk, meat, dose of internal radiation.*

**References**

1. Kosolapov V. M., Trofimov I.A. Problemy i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva (Problems and prospects of development of a forage production), Forage production, 2011, No. 2, pp. 4-7.
2. Laretin N. A. Ekonomicheskie problemy i puti razvitiya kormovoi bazy molochno-myasnogo skotovodstva NZ Rossii (Economic problems and ways of development of food supply of dairy and meat cattle breeding of NZ of Russia), Food supply of KRS – 2012. Materials international conf. Moscow, on June 18-20, 2012, International industrial academy, pp. 153-162.
3. Kosolapov V. M., Trofimov I.A., Shevtsov A.V. Perspektivy razvitiya kormovoi bazy otechestvennogo zhivotnovodstva (Prospects of development of food supply of domestic animal husbandry), Food supply of KRS – 2012. Materials international conf. Moscow, on June 18-20, 2012, International industrial academy, pp. 15-22.
4. Aleksakhin R. M., Zhigareva T.L., Ratnikov A.N., Popova T.N. Vedenie zemledeliya na territoriyakh, podvergnutyykh radioaktivnomu zagryazneniyu (Conducting agriculture in the territories which underwent radioactive pollution), Agriculture, 2006, No. 3, pp 22-27.
5. Belous N. M. Social and economic development of regions of the Bryansk region of the victim from Chernobyl accident/the Messenger of Bryansk GSHA, 2013, No. 4, pp. 41-48.
6. Belchenko S. A., Belous I.N., Naumova M.P. Razvitie APK Bryanskoj oblasti, (Development of agrarian and industrial complex of the Bryansk region), Messenger of Bryansk GSHA, 2015, No. 2, pp. 32-35.
7. Belous N. M., Torikov V. E. Koncepciya razvitiya zhivotnovodstva Bryanskoj oblasti (Concept of development of animal husbandry of the Bryansk region), Messenger of Bryansk GSHA, 2015, No. 3, pp. 59-61.
8. Sanzharova N. I. Izmenenie radiatsionnoi obstanovki v sel'skom khozyaistve posle avarii na Chernobyl'skoi AES (Change of a radiation situation in agriculture after the Chernobyl accident), Agrochemical messenger, 2010, No. 2, pp. 6-9.
9. Korenev V. B., Vorobyova L.A., Belous I.N. Urozhainost' kormovykh i zernovykh kul'tur, i nakoplenie  $^{137}\text{Cs}$  v zavisimosti ot vneseniya vozrastayushchikh doz kaliinykh udobrenii (Yield capacity of forage and grain crops, and accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  depending on introduction of the increasing doses of potash fertilizers), Messenger of Bryansk GSHA, 2013, No. 5, pp. 3-6.
10. Sychev V. G., Belous N. M., Smolsky E.V. Vliyanie kaliinykh udobrenii na sodержanie tseziya-137 v zelenoi masse prirodnykh kormovykh ugodii pri poverkhnostnom uluchshenii (Influence of potash fertilizers on the content of caesium-137 in green material of natural fodder grounds at superficial improvement), Fertility, 2012. No. 1, pp. 2-4.
11. Beyn E.E., Moiseenko F. V., Belous N. M. Meteorologicheskie usloviya provedeniya opytov za 70 let (Weather conditions of carrying out experiences in 70 years), Chemistry in agriculture, 1996, No. 3, pp. 5-6.

12. Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh (A technique of experiences on haymaking and pastures), M.: All-union scientific research institute of forages of V. R. Vil-yams, 1971, Part 2, 176 p.
13. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu estestvennykh radionuklidov v pochvakh i rasteniyakh (Methodical instructions by definition of natural radionuclides in soils and plants), M.: TsINAO, 1985, 20 p.
14. Belous N.M., Mameev V.V., Smol'skii E.V.. Sistema udobreniya (Fertilizer system), uchebno-metodicheskoe posobie dlya vypolneniya kursovogo proekta. Bryansk: Izd-vo Bryanskogo GAU, 2015, 46 p.
15. Fokin A.D., Lurye A.A., Torshin S. P. Sel'skokhozyaistvennaya radiologiya (Agricultural radiology), Textbook. 2nd ed., SPb.: Minzdarv, 2011, 416 p.
16. Veterinarno-sanitarnye trebovaniya k radiatsionnoi bezopasnosti kormov, kormovykh dobavok, syr'ya kormovogo. Dopustimye urovni sodержaniya radionuklidov  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  (Veterinary and sanitary requirements to radiation safety of forages, feed additives, raw materials fodder. Admissible levels of the content of radionuclides  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$ ), Veterinary rules and norms. VP 13.5.13/06-01//Veterinarian. Pathology, 2002, No. 4, pp. 44-45.
17. Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov (Hygienic requirements to safety and a nutrition value of foodstuff), Sanitary epidemiological rules and norms SanPiN 2.3.2.1078-01. M.: Ministry of Health of the Russian Federation, 2002, 164 p.
18. Normy radiatsionnoi bezopasnosti (NRB-99/2009) (Standards of radiation safety), M.: Federal center of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009.

УДК 631.452:631.445.24

## **ВЛИЯНИЕ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ЗАЛЕЖНОЙ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ**

**М.Г. Субботина**, канд. с.-х. наук;  
**Л.А. Михайлова**, д-р с.-х. наук, профессор;  
**М.А. Алёшин**, канд. с.-х. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [agrohim@pgsha.ru](mailto:agrohim@pgsha.ru)

*Аннотация.* В условиях Предуралья в 2014 г. изучали изменения фосфатного режима на 2-х участках агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы в связи с прекращением ее обработки и развитием спонтанных постагрогенных агрофитоценозов галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.). Залежный характер использования 1-го участка составлял 3 года, 2-го – 15 лет. Контролем выступил вариант стационарного опыта с наиболее близким к другим участкам уровнем обеспеченности подвижным фосфором. Определение фракционного состава минеральных фосфатов проводили по методу Гинзбург-Лебедевой. На участках разновозрастной залежи проведено описание видового состава, произведен учет биомассы растений и величины проективного покрытия. Постагрогенный характер использования способствовал снижению количества трехзамещенных и суммы фосфатов кальция при существенном повышении фракции алюмо- и железо-фосфатов. Их доля в общей сумме фосфатов в течение 12 лет увеличилась на 3%, что составило 762 мг/кг почвы. Отмечено увеличение содержания рыхлосвязанных щелочно-земельных фосфатов кальция до 90 мг/кг почвы на участке с более возрастным агрофитоценозом за счет способности корневой системы галеги восточной усваивать и переводить фосфор трехзамещенных фосфатов кальция в более доступную растениям форму. Изменение соотношения групп фосфатов в сторону фракции полуторных окислов железа и алюминия происходит на постагрогенных участках посредством перехода части щелочных и щелочно-земельных фосфатов в фосфаты органических гумусовых соединений. На что указывает более высокая микробиологическая активность почвы участков с агрофитоценозами галеги восточной.

*Ключевые слова:* фосфатный режим, залежная агродерново-подзолистая почва, галега восточная (*Galega orientalis* Lam.), фракционный состав минеральных фосфатов, сумма обменных оснований.

**Введение.** При зарастании пашни, в зависимости от растительных сообществ, формируются определённые экосистемы. При изучении образующихся экосистем возникает вопрос о влиянии образующихся агрофитоценозов на показатели почвенного плодородия. В постагрогенных почвах таёжной зоны одним из наиболее важных показателей, характеризующих уровень их плодородия, является содержание доступного фосфора.

Актуальность изучения фосфатного режима постагрогенных почв обусловлена, в первую очередь, практическими вопросами сельскохозяйственного производства при возобновлении обработки почв, и, конечно, фундаментальными аспектами вторичного генезиса почвы. Значение фосфора в эволюции почв было подчеркнуто еще В.Р. Вильямсом (1926): "...единственным существенным и общим признаком всех почвенных образований, отличающим их от материнских пород, будет концентрация в почвенных образованиях, под влиянием воздействия на материнскую породу биологических элементов почвообразования тех веществ, которые являются необходимыми элементами зольной и азотной пищи растений и в наиболее яркой и общевыраженной форме – фосфора" [1].

Первоначально в большинстве целинных почв таежной зоны распределение форм фосфора достаточно дифференцировано по про-

филю: фосфор в составе органических соединений находится преимущественно в верхней части (0-20 см), в нижележащих горизонтах преобладающей является минеральная форма. При формировании пахотного горизонта путем перемешивания и гомогенизации органо-генных горизонтов с материалом нижележащих минеральных горизонтов при отвальной вспашке и вовлечении в культуру, усилении минерализации органического вещества, выноса с урожаем преобладающей по всему профилю становится минеральная форма фосфора [2].

Цель исследований – изучить фосфатный режим старопашотного горизонта залежной агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы под влиянием многолетних агрофитоценозов галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.).

**Методика.** Исследования проводили в 2014 г. на опытном поле Пермской ГСХА д. Замараево Пермского района Пермского края (57°93';56°24') на очень пологом длинном склоне юго-восточной экспозиции. Объект исследования – залежная агродерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая почва, сформированная на элювии пермских глин. Изучаемые варианты, история возделывания культур и ботаническое описание представлено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

История чередования культур исследуемого участка

№	Вариант	1997-2000 гг.	2001-2004 г.г.	2005-2007 гг.	2008-2011 гг.	С 2012 г.
1.	Контроль, залежь 3 года	Зерно-травяно-пропашной севооборот: чистый пар, <i>Secale cereale</i> , <i>Triticum sativum</i> с подсевом <i>Trifolium pratense</i> , 1 г.п. <i>Trifolium pratense</i> , 2 г.п. <i>Trifolium pratense</i> , <i>Hordeum sativum</i> , <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Avena sativa</i> . Последняя культура <i>Triticum sativum</i> .				Залежь
2.	Залежь 3 года <i>Galega orientalis</i> Lam.	<i>Galega orientalis</i> с <i>Trifolium pratense</i> , с <i>Medicago sativa</i> , с <i>Dactylis glomerata</i> , с <i>Festuca pratensis</i> , с <i>Phleum pratense</i> , с <i>Bromus</i>		<i>Vicia Sativa</i> с <i>Hordeum sativum</i>	<i>Hordeum sativum</i> , <i>Avena sativa</i>	Залежь
3.	Залежь 15 лет <i>Galega orientalis</i> Lam.	<i>Galega orientalis</i> Lam.	Залежь			

На опытных участках сотрудниками кафедры земледелия и защиты растений и кафедры растениеводства Пермской ГСХА проводились многолетние исследования по интродуцированию в кормовые севообороты галеги (козлятника) восточной (*Galega orientalis* Lam.) сорта Гале и бобово-злаковых трав-

смесей [3]. Земельные участки под опытами были выведены из сельскохозяйственного оборота в разные периоды.

После перехода опытных участков под залежь на территории возделывания козлятника (*Galega orientalis* Lam.) образовались спонтанные экосистемы этой культуры (вари-

анты 2, 3). В качестве контроля (1) нами был выбран вариант стационарного опыта кафедры агрохимии (заложенный в 1969 г.), где поддерживался наиболее близкий к другим участкам уровень обеспеченности подвижным фосфором, но без заселения галеги восточной.

Постагрогенный фитоценоз варианта 1 представлен рудеральной растительностью, основные представители - *Taraxacum officinale* и *Trifolium repens*. На вариантах 1 и 3 присутствуют единичные представители древесного яруса – ольхи и клёна. Моховой ярус на всех вариантах отсутствовал.

На вариантах 2 и 3 преобладающим видом является *Galega orientalis Lam.*, однако с течением времени увеличилось видовое разнообразие рудеральных представителей. На 3 варианте по сравнению со 2 отмечено увеличение сухой биомассы растений более чем в 2 раза и высоты стояния растений на 11 см.

Отбор образцов проводили в узлах гексагональной 7-точечной решетки с расстоянием от центрального узла решетки до периферических – 20 м. Образцы отбирали на глубину старопахотного горизонта, включая дернину,

при помощи стального устройства коробчатого П-образного сечения с режущим краем в нижней части.

Предварительную пробоподготовку почвенных образцов проводили согласно рекомендациям Международной организации по стандартизации [4].

Содержание валового фосфора определяли методом рентгенофлюоресценции на приборе X-Supreme Oxford Instruments [5]. Перед определением проводили гомогенизацию и таблетирование почвы с кристаллической целлюлозой. Содержание подвижных форм фосфора и калия определяли по Кирсанову согласно ГОСТу 54650-2011 [6], фракционный состав минеральных фосфатов – по методу Гинзбург-Лебедевой [7]. Отбор и анализ почвенных образцов на ферментативную активность осуществляли по общепринятым в экологии, биологии и почвоведении методам [8].

Математическая обработка полученных результатов исследований проведена по методике Б.А. Доспехова [9] и с использованием описательной статистики программы Microsoft Excel при уровне доверия 95%.

Таблица 2

Состав фитоценозов исследуемых залежных участков, 2014 г.

№	Вариант	Общее проективное покрытие, %		<i>Galega orientalis Lam.</i> , %	Продуктивность фитоценоза, т сух. в-ва/га	Средняя высота растений, см	Другие виды	
		живое	мертвое				травяно-кустарничковый ярус	древесный ярус
1.	Залежь 3 года	61	49	0	2,0	44	<i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Matricaria recutita</i> , <i>Plantago májor</i>	<i>Alnus incana</i> , <i>Acer negundo</i>
2.	Залежь 3 года <i>Galega orientalis Lam.</i>	100	100	97	3,0	74	<i>Artemisia</i> , <i>Arctium lappa</i>	-
3.	Залежь 15 лет <i>Galega orientalis Lam.</i>	100	100	71	7,8	85	<i>Urtica dioica</i> , <i>Fallopia convolvulus</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Stachys annua</i> , <i>Lupinus polyphyllus</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Arctium lappa</i>	<i>Alnus incana</i> , <i>Acer negundo</i>

**Результаты.** Для оценки уровня обеспеченности подвижным фосфором и гетерогенности выбранных для изучения опытных участков определены основные агрохимиче-

ские показатели в почвенных образцах, отобранных на глубину старопахотного горизонта (табл. 3).

Агрехимическая характеристика [Апах] залежной агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы, 2014 г.

Вариант	Гумус, %	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Нг	S	ЕКО	V, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Общий P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %
				мг-экв./ 100 г. почвы				мг/кг почвы		
1	2,5	6,4	5,4	2,5	18,7	21,3	88	107	97	0,17
2	2,5	6,0	4,9	2,8	9,8	12,6	78	115	120	0,17
3	2,1	6,5	5,0	1,9	9,4	11,2	83	145	107	0,12

Почва исследуемого участка всех вариантов характеризовалась низким содержанием гумуса, повышенной степенью насыщенности основаниями, повышенным содержанием подвижного фосфора и средним обменного калия. В отличие от контрольного, второй и третий варианты имеют среднекислую реакцию среды, низкую сумму обменных оснований.

Такие различия кислотно-основных свойств обусловлены, по нашему мнению, двумя причинами. В контрольном варианте последнее известкование проводили в 1978 г. по полной величине гидролитической кислот-

ности, во втором и третьем вариантах известкование не проводили. До перехода опытных участков под залежь длительное время возделывали многолетние бобовые травы (*Trifolium pratense*, *Galega orientalis Lam.* и др.), отличающиеся более высоким выносом кальция и магния. В свою очередь, именно катионный состав определяет не только свойства поглощающего комплекса и структуру почвы, но и доступность почвенных фосфатов.

При рассмотрении изменений фракционного состава фосфатов во времени, можно отметить некоторые закономерности (табл. 4).

Таблица 4

Групповой состав минеральных фосфатов залежной агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы

Вариант	Фракция фосфатов*							
	Ca-P <sub>1</sub>	Ca-P <sub>2</sub>	Ca-P <sub>3</sub>	Al-P	Fe-P	Сумма Ca-P <sub>1+2+3</sub>	Сумма Al-P+Fe-P	∑ всех групп
1	36	40	239	108	1606	315	1714	2029
	1,8	2,0	11,8	5,3	79,2	15,5	84,5	100
2	33	33	129	155	1762	195	1917	2112
	1,6	1,6	6,1	7,3	83,4	9,2	90,7	100
3	42	90	49	187	2492	181	2679	2860
	1,6	3,1	1,7	6,5	87,1	6,3	93,7	100
HCP <sub>05</sub> , мг/кг	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	20	36	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	377	-	-	-

\* - в числителе представлены значения содержания фосфатов в натуральных показателях (мг/кг почвы), в знаменателе – доля (%), от общего количества.

Постагrogenный характер использования исследуемых участков способствовал снижению количества трехзамещенных (Ca-P<sub>3</sub>) и суммы фосфатов кальция (Ca-P<sub>1+2+3</sub>) с 239 до 129-49 и с 315 до 195-181 мг/кг с почвы, соответственно, при существенном повышении фракции алюмо- и железо-фосфатов (Al-P+Fe-P) с 1714 до 1917-2679 мг/кг почвы. Параметры изменения содержания представленных групп фосфатов имели тесную взаимосвязь ( $r = -0,72 \pm 0,09$ ) и ( $r = 0,99 \pm 0,11$ ), соответственно, с продолжительностью постагrogenного периода.

Многочисленными исследованиями доказано, что фосфор удобрений при длительном систематическом внесении, вступая во взаи-

модействие с почвой, переходит в соединения, характерные для данного типа почв. Для дерново-подзолистых почв такой формой являются остаточные фосфаты полуторных окислов [10-16]. Их доля в общей сумме фосфатов в течение 10 лет увеличилась на 3%, что составило 762 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/кг почвы.

Такие изменения связаны, прежде всего, с кислотно-основными свойствами почвы. Так, по данным Л.А. Михайловой (2008), с повышением кислотности дерново-подзолистой почвы увеличивалось содержание полуторных окислов ( $r = 0,75 \pm 0,08$ ), с уменьшением суммы обменных оснований снижалось количество фосфатов кальция ( $r = 0,64 \pm 0,08$ ) [17].

На фоне отмеченных изменений отдельного внимания заслуживает увеличение содержания рыхлосвязанных щелочно-земельных фосфатов кальция (Са-Р<sub>2</sub>) на 57 мг/кг почвы при НСР<sub>05</sub> = 20 мг/кг. Данная тенденция наблюдалась при сравнении участка с 15-летним постагрогенным периодом, относительно варианта с 3-летним залужением.

Данный эффект, по нашему мнению, достигается посредством биологических особенностей культуры, сформировавшей агрофитоценоз. Глубоко проникающая и сильноразветвленная корневая система козлятника восточного, помимо симбиотической азотфиксации, обладает способностью переводить труднодоступные высокоосновные фосфаты (Са-Р<sub>3</sub>) в более подвижные рыхло-связанные формы (Са-Р<sub>1</sub> и Са-Р<sub>2</sub>). Настоящее суждение подтверждается достоверным снижением фракции трехзамещенных фосфатов кальция во втором и третьем вариантах на 110 и 190 мг/кг почвы, соответственно (НСР<sub>01</sub> = 36 мг/кг).

На основании представленных данных можно сделать предположение, что наряду с кислотно-основными свойствами конкретной почвы и физиологическими особенностями культур, слагающих агрофитоценоз, изменение соотношения групп фосфатов Са-Р<sub>1+2+3</sub>: Al-P+Fe-P в сторону последней фракции происходит на постагрогенных участках посредством перехода части щелочных и щелочно-земельных фосфатов в фосфаты органических гумусовых соединений.

В подтверждение сказанному выступают результаты исследования А.Д. Фокина (1975), в рамках которого было установлено, что при взаимодействии гумусовых веществ железа или алюминия с фосфат ионом образуются растворимые устойчивые недиссоциирующие фосфатжелезогумусовые и фосфаталюмогумусовые соединения [18]. В основном это фосфор в составе комплексов фульвокислот, преобладающих в изучаемой почве. М. Ауду (2001) в своей работе указывает, что 66,4% фосфора гумуса дерново-подзолистых почв относится к фракции фульвокислот, к гуминовым кислотам – 19,1%, к нерастворимому гумину – 14,5% [19]. Фосфаты данных органических соединений переходят в эту вытяжку наряду с минеральными фосфатами полуторных оксидов при экстрагировании почвы раствором NaOH 0,1N.

Ежегодный обильный растительный опад, богатый азотом и зольными элементами в агрофитоценозах с галегой восточной (*Galega orientalis Lam.*), способствует биогенной аккумуляции большего количества элементов минерального питания для растений и органического вещества в корнеобитаемом слое почвы посредством повышенной микробиологической активности. В качестве косвенного подтверждения высказанному предположению служат данные, характеризующие микробиологическую активность почвы исследуемых участков (табл. 5).

Таблица 5

Ферментативная активность залежной агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы

Вариант	Каталаза, мл O <sub>2</sub> ×г-1×мин-1	Инвертаза, мг глюкозы×г-1×сут-1	Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ×г-1×час-1
1	0,9±0,3	10,6±0,7	7,7±2,8
2	1,2±0,4	12,3±2,7	17,1±2,9
3	1,4±0,2	12,2±2,2	7,9±0,9

Представленные результаты свидетельствуют о более высоком содержании изучаемых ферментов (каталазы, инвертазы и фосфатазы) в почве залежных участков, представленных агрофитоценозами галеги восточной. Полученное заключение указывает на повышенную микробиологическую активность почвы вследствие интенсивно протекающих процессов гумусонакопления и аккумуляции питательных веществ.

**Выводы.** Постагрогенный характер использования агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы способствует снижению количества трехзамещенных (Са-Р<sub>3</sub>) и суммы фосфатов кальция (Са-Р<sub>1+2+3</sub>) при существенном повышении фракции алюмо- и железо-фосфатов (Al-P+Fe-P), что, прежде всего, связано с кислотно-основными свойствами почвы.

Растения галеги восточной (*Galega orientalis Lam.*), формируя постагрогенные агрофи-



тоценозы на агродерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве, способствуют переводу фосфора трехзамещенных фосфатов кальция в менееосновные ( $\text{Ca-P}_1$  и  $\text{Ca-P}_2$ ), которые более интенсивно могут использоваться для питания представителями, слагающими данную экосистему.

Изменение соотношения групп фосфатов  $\text{Ca-P}_{1+2+3}$  :  $\text{Al-P+Fe-P}$  в сторону полуторных окислов происходит на постагрогенных участках посредством перехода части щелочных и щелочно-земельных фосфатов в фосфаты органических гумусовых соединений.

*Авторы выражают благодарность рецензентам за помощь в подготовке материалов к публикации и сотрудникам И.А. Яшиной, В.П. Мурыгину, Л.С. Воронцовой, Д.А. Лосеву лаборатории освоения агрозоотехнологий ФГБОУ ВО Пермская ГСХА за выполнение необходимых лабораторных исследований, помощь в отборе проб и проведении полевых исследований.*

*Работа выполнена при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ в соответствии с тематическим планом-заданием за счет средств федерального бюджета на 2015 г.*

#### Литература

1. Вильямс В.Р. Почвоведение: избранные соч. в 2 т. М.: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1949. Т.1. 450с.
2. Brady Nyle C. The nature and properties of soil / Nyle C. Brady, Ray R. Weil. – New Jersey: Prentice-Hall International, Inc., 1996. 743 p.
3. Зубарев Ю.Н. Вопросы полевого травосеяния в Предуралье. М. : МСХА, 2003. 276 с.
4. ISO 11464. 1994. Soil Quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. 11 p.
5. Charakterisierung von Abfällen und Böden - Bestimmung der elementaren Zusammensetzung durch Röntgenfluoreszenz-Analyse; Deutsche Fassung EN 15309:2007. 45 p.
6. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М. : Стандартиформ, 2013. 12 с.
7. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М. : Наука, 1975. С. 121–157.
8. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф., Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследования. Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2003. 216 с.
9. Доспехов Б.А., Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
10. Безуглая, Ю.М. Формы фосфорных соединений в дерново-подзолистой почве в длительных опытах // Агрохимия. 1969. № 9. С. 8–12.
11. Бабарина, Э.А. Формы фосфорных соединений в почвах разного типа при длительном применении суперфосфата и фосфоритной муки // Агрохимия. 1968. № 4. С. 33–40.
12. Гинзбург К.Е., Артамонова Л.Ф., Краснова Н.А., Мацкевич В.Г. Формы фосфора в основных типах почв Союза по почвенно-агрохимическим районам // Агрохимическая характеристика почв СССР. М. : Наука, 1976. С. 81–125.
13. Соколов А.В. Агрохимия фосфора. М. : Наука, 1950. 149 с.
14. Сычев В.Г., Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на эффективность минеральных удобрений. М. : Изд-во ВНИИА, 2012. 200 с.
15. Титова, В.И., Шафронов О.Д., Варламова Л.Д. Фосфор в земледелии Нижегородской области. Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2005. 219 с.
16. Larsen, S. Soil phosphorus // Jn. Advances in agronomy. N.Y.; L.: Acad. Press, 1997. vol. 19. P. 151–210.
17. Михайлова Л.А. Оптимизация питания ячменя, озимой ржи, картофеля и клевера и эффективность минеральных удобрений при разной окультуренности дерново-подзолистых почв Предуралья : дис. ... д-ра с.-х. наук. Пермь, 2008. 293 с.
18. Фокин А. Д. Исследование процессов трансформации, взаимодействия и переноса органических веществ, железа и фосфора в дерново-подзолистой почве: автореф. дис... д-ра биол. наук. М., 1975. 28 с.
19. Муса Ауду. Изменение фракционного состава фосфора и калия в дерново-подзолистой почве при длительном применении удобрений в севообороте: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2001. 176 с.

## INFLUENCE OF MULTI-AGE *GALEGA ORIENTALIS* AGROPHYTOCENOSES ON PHOSPHATE MODE OF FALLOW AGROSOD-PODSOLIC HEAVY LOAMY SOILS

**M.G. Subbotina**, Cand. Agr. Sci.; **L.A. Mikhailova**, Dr. Agr. Sci., Professor; **M.A. Alioshin**, Cand., Agr. Sci., Associate Professor,  
Perm State Agricultural Academy  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [agrohimp@pgsha.ru](mailto:agrohimp@pgsha.ru)

#### ABSTRACT

Changes in phosphate mode were studied in conditions of Preduralie in 2014 on 2 plots with agrosod-podsolic heavy loamy soils in connection with tillage termination and development of spontaneous post-agrogenic *Galega orientalis* Lam. Agrophytocenoses. The first plot was used as fallow for 3 years, the second – for 15 years. Control was stationary variant of the experiment with the most similar to other plots mobile phosphorus provision level. The determination of fractional composition of mineral phosphates was conducted by Ginzburg-Lebedeva method.

Fact description of species composition, biomass plants and accounting values of the projective cover are held on the plots of the fallow land. Postagrogenic character of use contributed to a decrease in the number of trisubstituted and amount of calcium phosphates, with a significant increase of fraction Al- and Fe-phosphates. Their share in the total amount of phosphates for 12 years increased by 3%, which amounted to 762 mg/kg of soil. An increase of the content of friable of alkali-earth calcium phosphates to 90 mg/kg of soil on the plots with more aged agrophytocenosis due to the ability of *Galega orientalis* root system to absorb and convert phosphorus of trisubstituted calcium phosphates into more accessible for plants form. Changing the phosphate groups ratio toward the fraction of the sesquioxides of ferrum and aluminum takes place on post-agrogenic plots by converting part of alkali and alkali-earth phosphates in humic organic phosphate compounds as indicated by the higher microbiological activity of soil on the plots with *Galega orientalis* agrophytocenoses.

*Key words: phosphate mode, fallow agrosod-podsolic soil, Galega orientalis Lam., fractional composition of mineral phosphates, total exchangeable bases.*

#### References

1. Vil'yams V.R. Pochvovedenie: izbrannye soch (Soil science: selected papers) v 2 t. M.: SEL'KhOZGIZ, 1949, Vol.1, 450 p.
2. Brady Nyle C. The nature and properties of soil / Nyle C. Brady, Ray R. Weil. – New Jersey: Prentice-Halle International, Inc., 1996, 743 p.
3. Zubarev Yu.N. Voprosy polevogo travoseyaniya v Predural'e (Issues of field grass sowing in Preduralie), M.: MSKhA, 2003, 276 p.
4. ISO 11464. 1994. Soil Quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. 11 p.
5. Charakterisierung von Abfällen und Böden - Bestimmung der elementaren Zusammensetzung durch Röntgenfluoreszenz-Analyse; Deutsche Fassung EN 15309:2007, 45 S.
6. GOST R 54650-2011. Pochvy. Opredelenie podvizhnykh soedinenii fosfora i kaliya po metodu Kirsanova v modifikatsii TsINAO (Soils. Phosphor and potassium soil compounds determination by Kirsanov method in TsINAO modification), M.: Standartinform, 2013, 12 s.
7. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv (Agrochemical methods for soil investigation), Pod red. A.V. Sokolova, M.: Nauka, 1975, pp. 121–157.
8. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F., Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovaniya (Biological diagnostics and indication of soils: methodology and investigation methods), Rostov n/D: Izd-vo RGU, 2003, 216 p.
9. Dospekhov B.A., Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovani), (Methods of field experiments (with bases of statistical processing of investigation results), M.: ID Al'yans, 2011, 352 p.
10. Bezuglaya, Yu.M. Formy fosfornykh soedinenii v dernovo-podzolistoi pochve v dlitel'nykh opytakh (Phosphor compounds forms in sod-podsolic soil in long-term experiments), Agrokhimiya, 1969, No. 9, pp. 8–12.
11. Babarina, E.A. Formy fosfornykh soedinenii v pochvakh raznogo tipa pri dlitel'nom primenenii superfosfata i fosforitnoi muki (Phosphor compounds forms in soils of different types at long-term application of superphosphate and phosphoric flour), Agrokhimiya, 1968, No. 4, pp. 33–40.
12. Ginzburg K.E., Artamonova L.F., Krasnova N.A., Matskevich V.G. Formy fosfora v osnovnykh tipakh pochv Soyuzo po pochvenno-agrokhimicheskim raionam (Phosphor forms in basic soils types of the Union on soil-agrochemical rayons), Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv SSSR. M.: Nauka, 1976, pp. 81–125.
13. Sokolov A.V. Agrokhimiya fosfora (Soil agrochemistry), M.: Nauka, 1950, 149 p.
14. Sychev V.G., Shafran S.A. Vliyanie agrokhimicheskikh svoystv pochv na effektivnost' mineral'nykh udobrenii (Influence of agrochemical properties of soils on efficiency of fertilizers), M.: Izd-vo VNIIA, 2012, 200 p.
15. Titova, V.I., Shafronov O.D., Varlamova L.D. Fosfor v zemledelii Nizhegorodskoi oblasti (Phosphor in agriculture of Nizhegorodskaya oblast), N. Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2005. 219 s.
16. Larsen, S. Soil phosphorus // Jn. Advances in agronomy. N.Y.; L.: Acad. Press, 1997, Vol. 19, pp. 151–210.
17. Mikhailova L.A. Optimizatsiya pitaniya yachmenya, ozimoi rzhi, kartofelya i klevera i effektivnost' mineral'nykh udobrenii pri raznoi okul'turenosti dernovo-podzolistykh pochv Predural'ya (Optimizing barley winter rye, potato and clover nutrition and fertilizer efficiency on differently culturized sod-podsolic soils of Preduralie), dis. ... d-ra s.-kh. nauk. Perm', 2008, 293 p.
18. Fokin A. D. Issledovanie protsessov transformatsii, vzaimodeistviya i perenosa organicheskikh veshchestv, zheleza i fosfora v dernovo-podzolistoi pochve (Investigation of transformation, interaction and transmission of organic matter, ferrum and phosphor in sod-podsolic soil), avtoref. dis... d-ra biol. nauk. M., 1975, 28 p.
19. Musa Audu. Izmenenie fraktsionnogo sostava fosfora i kaliya v dernovo-podzolistoi pochve pri dlitel'nom primenenii udobrenii v sevooborote (Change of fraction composition of phosphor and potassium in sod-podsolic soil in long-term fertilizer application in crop rotation), dis. ... kand. s.-kh. nauk. M., 2001. 176 s.



## АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 539.2

**О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ВЗАИМОСВЯЗИ  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ, ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ  
И ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ**

**В.С. Кошман**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [kaftog@pgsha.ru](mailto:kaftog@pgsha.ru)

*Аннотация.* Качество тепловой обработки продуктов растениеводства и животноводства напрямую зависит от поддержания в норме тепловых режимов энергетических установок. Это предполагает использование датчиков контроля за их тепловым состоянием. В этих целях предложено использовать взаимосвязь между теплопроводностью металлов и их электропроводностью (соотношение (закон) Видемана-Франца). Рассмотрены известные решения уравнения Видемана-Франца относительно числа Лоренца. На пути поиска выражения для коэффициента теплопроводности формула Дебая дополнена уравнением, отражающим связь плотности теплового потока теплопроводностью в металлическом образце с долей плотности теплового потока его собственного излучения. С опорой на известное выражение для электропроводности металла и опытные данные получено соотношение для вычисления числа Лоренца особо чистых металлов с учетом их объемной теплоемкости, числа валентных электронов на атом и температуры плавления. Предложено соотношение, представляющее интерес и при разработке датчиков контроля за тепловым состоянием теплонапряженных элементов и узлов металлических конструкций по результатам измерения удельного электрического сопротивления металла в процессе эксплуатации.

*Ключевые слова:* металлы, стали, сплавы, теплопроводность, электропроводимость, формула Зоммерфельда-Тамма, формула Дебая, собственное тепловое излучение, решение уравнения Видемана-Франца, число Лоренца, датчик теплового состояния.

**Введение.** Необходимость обеспечения роста эффективности производства продуктов растениеводства и животноводства, повышение качества и сокращение потерь продукции и энергетических затрат требует совершенствования агроинженерных систем. К их числу, в частности, относятся установки, предназначенные для тепловой обработки продуктов. В ходе их эксплуатации необходимо поддержание заданных тепловых режимов в том или ином определенном допусковом диапазоне, а также корректировка поддерживаемых параметров установок (в зависимости от значений входных тепловых технологических параметров). Отмеченное обусловлено тем, что качество конечного продукта во многом зависит от точности поддержания технологических режимов работы установок. Это предполагает

использование контрольных приборов, позволяющих реализовать мониторинг параметров технологических процессов (естественным продолжением которого является использование полученных данных для введения контуров автоматического управления и регулировки технологического процесса). При этом в целях повышения точности на входе систем мониторинга в качестве первичного желательно иметь информативный электрический сигнал.

В этих целях представляет интерес практическое использование соотношения (закона) Видемана-Франца [1-4]:

$$\frac{\lambda \rho_{\Sigma}}{T} = \frac{\lambda}{\sigma T} = L_0, \quad (1)$$

устанавливающего взаимосвязь между теплопроводностью  $\lambda$  и удельным электрическим

сопротивлением  $\rho$ , металлов. Числовое значение теплопроводности  $\lambda$  определяет количество теплоты, проходящей через единицу поверхности в единицу времени при единичном градиенте температуры. Это позволяет использовать соотношение (1) и в целях технологического мониторинга теплового соотношения тепловых машин.

В отношении числа Лоренца  $Lo$  имеется известная неопределенность, которую можно снять, если решить уравнение Видемана-Франца относительно неизвестной переменной, каковой и считаем число Лоренца  $Lo$ .

Можно полагать, что истинная картина в отношении числа Лоренца  $Lo$  металлов во многом зашифрована в накопленных опытных данных, которые даже при комнатных температурах ( $T_0 = 300$  К) не увязаны между собой и изменяются от одной сводки результатов эксперимента к другой.

Здесь известную помощь при расшифровке кода может оказать периодическая система, где, как отмечают авторы работы [5], наличие фундаментальной связи между свойствами запрограммировано в строении электронных оболочек атомов и последовательном их изменении по соответствующим направлениям таблицы Д.И. Менделеева. Юм-Розери [6] рассматривает электропроводность  $\sigma$ , деленную на множитель, пропорциональный числу атомов в единице объема, и обращает внимание на периодичность зависимости  $\sigma/(\rho/\mu)$  чистых металлов при комнатной температуре от номера химических элементов в таблице Д.И. Менделеева. Отмечается, что наибольшей величиной  $\sigma/(\rho/\mu)$  обладают одновалентные металлы первой группы, а увеличение числа валентных электронов на атом ( $z$ ) не приводит к более высокой электропроводности. А. Миснар [7] подходит к теплопроводности  $\lambda$  металлов как к функции от номера группы  $z$  элементов, а также их молярной массы  $\mu$  и температуры плавления  $T_{пл}$  и отмечает отсутствие простой зависимости искомого данных от номера элементов в периодической системе. Если следовать отмеченным выше результатам работ [6,7], то для числа Лоренца  $Lo$  чистых металлов можно отследить зависимость вида

$$Lo = \frac{\lambda}{\sigma \cdot T_0} = f(z, \rho, \mu, T_{пл}), \quad (2)$$

отражающую, в частности, взаимосвязь  $Lo$  с температурой плавления  $T_{пл}$  металлов, высту-

пающей как следствие сил сцепления и прочности межатомных связей.

Согласно современным представлениям, металл можно представить как решетку из атомов (положительных ионов), погруженную в облако, образуемое электронами проводимости. Данные электроны полностью ответственны за электропроводность  $\sigma$ . Это позволило Зоммерфельду в классической теории проводимости металлов прийти к точной формуле для их электропроводности:

$$\sigma = \sqrt{\frac{5}{3}} \cdot \left(\frac{\pi}{3}\right)^{1/3} \cdot \frac{e^2 \cdot n_e^{2/3} \cdot L}{h}, \quad (3)$$

где наличие постоянной Планка  $h$  однозначно указывает на ее квантовое происхождение. Как отмечает И.Е. Тамм [8], более точные вычисления приводят к выражению, отличающемуся от приведенного заменой множителя  $\sqrt{5/3} = 1,29$  множителем 2. При комнатных температурах чистые металлы имеют теплопроводность  $\lambda$  на один-два порядка величины большую, чем твердые диэлектрики. Это позволяет прийти к суждению о том, что в чистых металлах почти весь поток теплоты переносится электронами проводимости. В данной связи в электронной теории проводимости закон Видемана-Франца (1) записывается в виде приближенного равенства (с выходом на постоянную величину  $Lo_0$ ):

$$\frac{\lambda_e}{\sigma \cdot T} = Lo_0 = \frac{\pi^2}{3} \left(\frac{h}{e}\right)^2 = 2,445 \cdot 10^{-8} \frac{Вт \cdot Ом}{К^2}, \quad (4)$$

где  $\lambda_e$  – электронная составляющая теплопроводности, а  $Lo_0$  – теоретическое число Лоренца (по Зоммерфельду). По Друде и Лоренцу, здесь коэффициент пропорциональности, соответственно, равен 3 и 2 [1,2]. В (4) – постоянная Больцмана, а  $e$  – заряд электрона. По образному выражению Дж. Зимана [9], соотношение для числа Лоренца  $Lo$  с множителем  $\pi^2/3$  получено с применением всей мощи статистической квантовой механики. Однако соотношение (4) является приближенным. Отклонения величин  $Lo$  металлов от зоммерфельдовского значения (4) объясняются неупругим характером рассеяния электронов на атомах решетки [1].

Помимо теории проводимости, теоретическое обоснование эмпирического закона Видемана-Франца (1) также дано А.И. Вейником в развитие термодинамики необратимых

процессов. Установлена взаимосвязь между числом Лоренца  $Lo$  металлов и их молярной теплоемкостью  $c_{р\mu}$ :

$$Lo = R_{\mu} \cdot c_{р\mu}, \quad (5)$$

что в определенной мере отвечает зависимости (2). Однако здесь отсутствует какая-либо ясность в отношении коэффициента пропорциональности  $R_{\mu}$ . Для его определения авторы работы [10] используют следующий прием. С опорой на имеющийся в литературе экспериментальный материал по  $Lo$  и  $c_{р\mu}$  вычисляется коэффициент  $R_{\mu}$ . Затем по методу наименьших квадратов в широком интервале температур через эти значения проведены прямые  $R_{\mu}=f_2(T / \theta_d)$ , где  $\theta_d$ —температура Дебая. При температуре  $T_0=300$  К обнаружена периодическая зависимость величины коэффициента  $R_{\mu}$  от порядкового номера металлических элементов в таблице Д.И. Менделеева.

Здесь можно сделать следующие замечания. Во-первых, путь [10], следуя которому получено соотношение (5), не исключает и возможность выхода на его разновидность как

$$\frac{\lambda}{\sigma \cdot T} = Lo = A(c_{р\mu} \cdot \Pi)^m. \quad (6)$$

Тогда число Лоренца  $Lo$  предстает и как функция переменной величины  $c_{р\mu}$ , и как количественная мера, образованная простым способом из этой переменной величины и неизвестных  $A$ ,  $\Pi$  и  $m$ , которые необходимо определить.

Во-вторых, как известно, температурные зависимости теплоемкости  $c_{р\mu}$  металлов являются сложными. Однако при комнатных температурах величины молярной теплоемкости  $c_{р\mu}$  простых одноатомных веществ близки к ее классическому значению Дюлонга и Пти [2]

$$c_{р\mu}(300\text{ K}) = 3kN_A = 3R = 24,96 \frac{\text{Дж}}{(\text{моль} \cdot \text{K})}, \quad (7)$$

найденному через полную энергию колебаний кристаллической решетки;  $N_A$  — число Авогадро,  $R$  — универсальная газовая постоянная. Тогда, если формулы (6) и (7) и являются следствием проявления единства электронной и решеточной подсистем металла, то из общих соображений следует ожидать, что параметр  $A$  в (6) должен учитывать прежде всего существенные детали процесса переноса теплоты в металлах.

А в-третьих, и это главное, знание взаимосвязи (6) является практически важным, так

как при этом открывается дополнительная возможность вычисления величины числа Лоренца  $Lo$  металлов, минуя сведения по  $\lambda$  и  $\sigma$ .

Целью работы является разработка математической модели для вычисления числа Лоренца  $Lo$  металлов через объемную теплоемкость.

**Методика.** Прежде всего, обратимся к формуле Зоммерфельда (3). Для объемной концентрации атомов  $n_a$  в металле с учетом (7) можно записать равенство

$$n_a = \frac{N_A \cdot \rho(300\text{K})}{\mu} = \frac{c_{р\mu}(300\text{K})\rho(300\text{K})}{3\mu k} = \frac{c_p(300\text{K})\rho(300\text{K})}{3k}. \quad (8)$$

Если  $z_e$  — число электронов проводимости на атом, то объемная концентрация электронов проводимости  $n_e$ :

$$n_e = z_e \cdot n_a, \quad (9)$$

и формула (3) принимает вид:

$$\sigma = 2 \left(\frac{\pi}{3}\right)^{1/3} \cdot \frac{e^2 L}{(3k)^{2/3} \cdot h} z_e^{2/3} [c_p(300\text{ K}) \cdot \rho(300\text{ K})]^{2/3}. \quad (10)$$

Вместе с тем, соотношения (1), (4) и (10) позволяют прийти к следующему суждению. В формулу для электропроводности  $\sigma$  металлов входят величины  $e$ ,  $k$ ,  $h$ ,  $L$ ,  $z_e$ , а также сомножитель  $c_p(300\text{ K})\rho(300\text{ K})$ . А следовательно, выход на взаимосвязь (1) между величинами  $\lambda$ ,  $\sigma$ ,  $T$ ,  $Lo$ , где  $Lo=f_2(k,e)$  представляется возможным только в том случае, если теплопроводность  $\lambda$  металлов отвечает функции вида:

$$\Phi(\lambda, k, h, L, T, c_p, \rho, z_e) = 0. \quad (11)$$

При энергетическом подходе к явному виду функции (11), на наш взгляд, можно приблизиться, если опираться на закон теплопроводности Фурье в его записи для весьма малого перепада температуры  $\Delta T$  — см. в (11) наличие величин  $\lambda$  и  $L$ , а также на закон Стефана-Больцмана:

$$q_{изл} = \sigma_T T^4 = \frac{2\pi^2 k^4}{15h^3 c^2} T^4 \quad (12)$$

(применительно к тому же интервалу температуры  $\Delta T$ ).

Пусть температура вблизи поверхности металлического образца равна  $T$ , а на удалении  $\Delta x=L$  вглубь равна  $T + \Delta T$ . Тогда плотность теплового потока теплопроводностью

$$q_{\lambda} = -\lambda \frac{dT}{dx} = \lambda \frac{\Delta T}{L}. \quad (13)$$

Для доли плотности теплового потока собственного излучения  $\Delta q_{\epsilon}$  (сформированного в металле), приходящейся на интервал температуры  $\Delta T$ , имеем

$$\Delta q_\epsilon = dq_\epsilon = \frac{d(\sigma_T T^4)}{dT} dT = 4\sigma_T T^3 \Delta T. \quad (14)$$

Тогда, полагая плотность теплового потока теплопроводностью  $q_\lambda$  прямо пропорциональной величине  $\Delta q_\epsilon$  и выражая среднюю скорость движения электронов  $V$  в единицах скорости света в вакууме  $c$ , приходим к соотношению для теплопроводности  $\lambda$ :

$$\lambda = 4\Psi_1 \left(\frac{c}{V}\right)^2 LT^3. \quad (15)$$

Заметим, что во всех вариантах теории проводимости металлов электронная составляющая теплопроводности  $\lambda_e$  описывается формулой Дебая [1-4]

$$\lambda_e = \frac{1}{3} c_{ve} \cdot V \cdot L, \quad (16)$$

известной из кинетической теории газов. В классической теории Друде-Лоренца это отвечает идее о том, что электроны проводимости при своем движении время от времени испытывают столкновения с атомами кристаллической решетки, а следовательно, обладают средней длиной свободного пробега  $L$ , а также и средней (между столкновениями) скоростью  $V$ . В отличие от известной формулы (16), предлагаемая нами формула (15) отвечает полной теплопроводности  $\lambda$  металлов.

В теории проводимости металлов определение средней длины свободного пробега электронов  $L$  – самый сложный вопрос [4]. В рассматриваемом случае формулы (15) и (16) можно рассматривать как систему уравнений с двумя неизвестными  $L$  и  $V$ . Их совместное решение позволяет, в частности, прийти к соотношению [11]:

$$L = \left(\frac{9}{4\sigma_T c^2}\right)^{1/3} \frac{\lambda}{(\Psi_1 \Psi_2^2)^{1/3} (c_p \rho)^{2/3} T}. \quad (17)$$

Здесь величина  $\Psi_2$  учитывает долю электронной составляющей объемной теплоемкости  $c_{ve}$  в полной объемной теплоемкости  $c_p \rho$  металла:

$$c_{ve} = \Psi_2 c_p \rho. \quad (18)$$

Тогда имеем соотношение

$$\frac{\lambda}{T} = \left(\frac{4\sigma_T c^2}{9}\right)^{1/3} (\Psi_1 \Psi_2^2)^{1/3} (c_p \rho)^{2/3} L, \quad (19)$$

которое совместимо с (10) позволяет прийти к закону Видемана-Франца в записи вида:

$$\frac{\lambda}{\sigma T} = Lo = \left(\frac{\pi}{5}\right)^{1/3} \left(\frac{\Psi_1 \Psi_2^2}{z_e^2}\right)^{1/3} \left(\frac{k}{e}\right)^2 (\bar{c}_p \bar{\rho})^{2/3}; \quad (20)$$

$$\bar{c}_p = \frac{c_p}{c_p(300\text{ K})} = \frac{c_{pm}}{3R}; \quad (21)$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{\rho(300\text{ K})}. \quad (22)$$

Здесь  $\bar{c}_p$  и  $\bar{\rho}$  – соответственно, безразмерная теплоемкость и плотность металла. Формула (20) отвечает условию (6) при  $A=C/(3R)^{2/3}$ ,  $P = \rho$  и  $m = 2/3$ ; она связывает воедино измеряемые величины  $\lambda$ ,  $\sigma$ ,  $T$ ,  $c_p$ , и  $\rho$  с характеристиками  $z_e$ ,  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$  микроскопических движений при передаче энергии в толще металла.

**Результаты.** Полученные результаты представляют интерес, в частности, для направлений исследований, обозначенных в работах [19-21].

О величинах  $z_e$ ,  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$  к настоящему времени сведений явно недостаточно. В реальных металлах валентные электроны разделяются на электроны проводимости и на связанные электроны, находящиеся на ионных остатках атомов [12]. В данной связи можно полагать, что  $z_e < z$ , где  $z$  – номер группы элементов в периодической системе. Также можно отметить, что величина  $\Psi_2$  отвечает условию:  $\Psi_2 \ll 1$ . По крайней мере, положение о том, что электронный вклад в теплоемкость металла при  $T > \theta_d$  не превышает нескольких процентов, является основополагающим в теории металлов [13]. Какие-либо данные о величине  $\Psi_1$  отсутствуют. В этих условиях, возможно, интерес может представлять выявленная нами ранее совместно с И.М. Приходько корреляция между молярной теплоемкостью  $c_{pm}$  простых твердых веществ, номером группы  $z$  элементов и приведенной температурой  $T/T_{пл}$  для температур от  $\theta_d$  до  $T_{пл}$  [14]:

$$c_{pm} = 23,96 + (4,58 + 1,457z) \frac{T}{T_{пл}}. \quad (23)$$

Обратимся к области комнатных температур, где опытные данные по  $\lambda$ ,  $\rho$ ,  $Lo$  и  $c_{pm}$  наименее противоречивы. Полагаем, что при  $\bar{\rho} = 1$  величина  $\Psi_2$  отвечает условию

$$\Psi_2 \propto \frac{z}{T_{пл}}, \quad (24)$$

причем

$$\left(\frac{\Psi_1 \Psi_2^2}{z_e^2}\right)^{1/3} = B \left(\frac{z}{T_{пл}}\right)^{2/3}.$$

Тогда, согласно соотношениям (20) – (22), приходим к формуле:

$$Lo = \left(\frac{\pi}{5}\right)^{1/3} B \left(\frac{z}{T_{пл}}\right)^{2/3} \left(\frac{k}{e}\right)^2 \left(\frac{c_{рм}}{3R}\right)^{2/3}, \quad (26)$$

которая отвечает связи (2).

Согласно работам [3, 13, 15], рассмотрены опытные данные по числу Лоренца  $Lo$  29 элементов таблицы Д.И. Менделеева. Для рассмотренных чистых металлов величина безразмерной теплоемкости  $c_{рм}/3R$  изменяется в

более узком интервале (от 0,976 для Al до 1,259 для Rb) по сравнению с величиной  $z/T_{пл}$ . Результаты расчета параметра  $B$  приведены на рисунке 1. Видно, что с ростом величины  $(z/T_{пл})^{2/3}$  величина  $B$  уменьшается, причем ее общее поведение можно описать прямой

$$B = 619,08 - 21890 \left(\frac{z}{T_{пл}}\right)^{2/3}, \quad (27)$$

полученной методом наименьших квадратов и показанной на рисунке 1 сплошной линией.

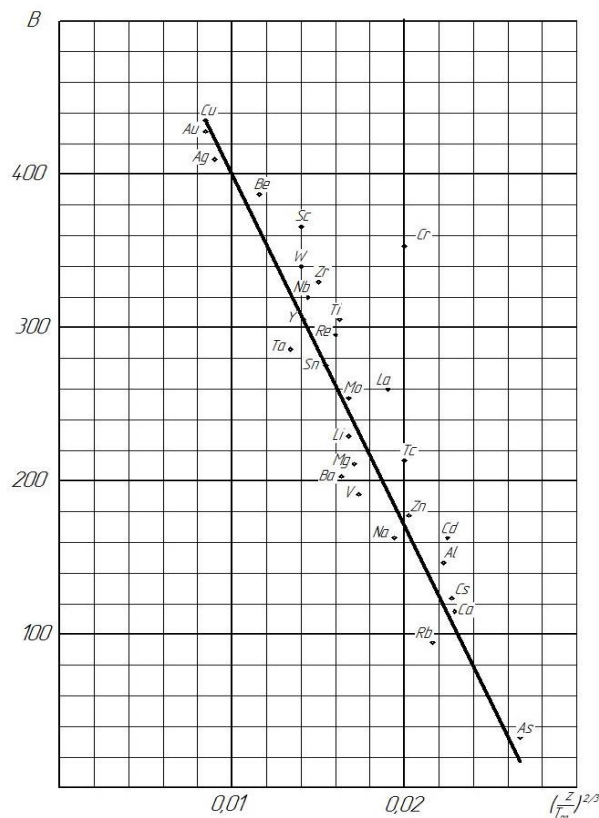


Рис. 1. График функции  $B = f\left(\frac{z}{T_{пл}}\right)^{2/3}$

Для элементов-аналогов Ti, Zr, Hf, V, Nb Ta, W, Mo и Cr вычисляем среднюю величину  $(z/T_{пл})_{ср}^{2/3}$  и согласно (28) получаем  $B = 273,2$ . Прямым вычислением по формуле (2) находим расчетные числовые значения числа Лоренца  $Lo$ , которые приведены в третьей строке таблицы. К определению величин числа Лоренца  $Lo$  рассматриваемых химических элементов-аналогов можно подойти и иным путем. По известному из опыта значению числа Лоренца  $Lo$ , скажем, титана Ti, равного  $Lo_0 = 3,14 \cdot 10^{-8} \frac{Вт \cdot Ом}{К^2}$ , находим величину параметра  $B = 260,6$ . Это позволяет найти по соотношению (26) величины числа Лоренца  $Lo$  металлов, приведенные в шестой

строке таблицы. Видно, что в обоих из рассмотренных выше вариантов, наибольшие отклонения расчетных  $Lo$  от экспериментальных значений величин числа Лоренца наблюдается для ванадия V(69,8%) и молибдена Mo (26,4%). В остальных случаях отклонения лежат в пределах от минус 11,1% (вольфрам W) до плюс 10,9% (тантал Ta). Подобные отклонения отвечают обычно наблюдаемому при комнатных температурах различию опытных значений числа Лоренца  $Lo$  металлов, определяемого по результатам измерения теплопроводности  $\lambda$  и электропроводности  $\sigma$  в независимых опытах разными авторами. Это объясняется, в частности, влиянием примесей на величины  $\lambda$  и  $\sigma$ , а также погрешностями измерения [16,17].

Сопоставление расчетных и опытных данных

Металл	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr	Mo	W	
$\left(\frac{z}{T_{пл}}\right)^{2/3}, 10^{-2}$	1,62	1,52	1,48	1,73	1,49	1,33	1,96	1,68	1,39	[15]
$\left(\frac{C_{пл}}{3R}\right)^{2/3}$	1,001	1,020	1,016	0,994	0,948	1,014	1,004	0,968	0,955	[16]
$Lo, 10^{-8}, \frac{Вт \cdot Ом}{К^2}$	3,29	3,14	3,05	3,48	2,86	2,77	3,99	3,30	2,69	
$Lo_3, 10^{-8}, \frac{Вт \cdot Ом}{К^2}$	3,33	3,32	2,81	2,05	2,62	2,47	3,79	2,61	2,96	[13]
$\frac{\Delta Lo}{Lo_3} \cdot 100\%$	-1,2	-5,4	8,5	69,8	9,2	10,9	5,2	26,4	-9,1	
$Lo, 10^{-8}, \frac{Вт \cdot Ом}{К^2}$	(3,14)	2,98	2,70	3,32	2,84	2,57	3,71	3,06	2,36	
$\frac{\Delta Lo}{Lo_3} \cdot 100\%$	-5,7	-10,2	-3,9	62,0	8,4	6,8	-2,1	17,2	11,1	

На рисунке 2 для наглядности в координатах  $\bar{Lo} \sim f(tg\alpha)$  приведены расчетные значения безразмерного числа Лоренца  $\bar{Lo} = Lo/Lo_w$  рассматриваемых металлов. В качестве опорной величины числа Лоренца  $Lo_w$  принято его значение для вольфрама W. Видно, что в подгруппах хрома Cr, ванадия V и титана Ti по мере роста номера периода элементов  $n$  в системе Д.И. Менделеева величина числа Лоренца  $Lo$  понижается. Вместе с тем, прослеживается определенная тенденция к

снижению разброса величин  $\bar{Lo}$  по мере уменьшения номера группы  $z$  элементов при одновременном стремлении  $\bar{Lo}$  к некоторой величине, характерной для титана Ti. Используемый при построении диаграммы  $\bar{Lo} - f(tg\alpha)$  параметр  $tg\alpha$  является одним из параметров системы неполяризованных ионных радиусов Э.В. Приходько [18] и отражает особенности строения внешних электронных оболочек атомов.

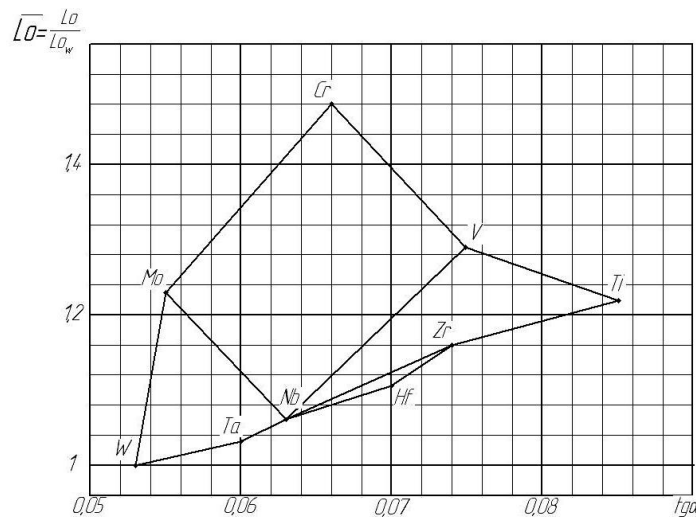


Рис. 2. График зависимости безразмерного числа Лоренца  $\bar{Lo}$  металлов от параметра  $tg\alpha$

Иллюстрируемая рисунком 2 картина является приближенной и нуждается в уточнении. Если же принять во внимание установленную Б.Н. Ощериным зависимость температуры плавления  $T_{пл}$  простых твердых веществ от номера периода  $n$  [5]:

$$T_{пл} = 3,1 \cdot 10^{-3} (2n^2 + 1)\theta_d, \quad (28)$$

то можно заметить, что соотношение (26) указывает на достаточно однозначную связь числа Лоренца  $Lo$  металлических элементов с их положением в периодической системе. Иными словами, число  $Lo$  существенно зависит от физико-химической природы вещества.

Для практики существенной является и взаимосвязь числа Ло металлов с их объемной теплоемкостью  $c_p\rho$ . Соотношение (26) выражает функциональную зависимость между значимыми параметрами  $\lambda$ ,  $c_p$ ,  $\rho$ ,  $\rho_3$ ,  $z$ ,  $T_{пл}$  (большинство которых, в свою очередь, зависит от температуры) и отражает существующие причинно-следственные связи. Это позволяет оценить как влияние отдельных определяющих факторов на искомый результат, так и с определенной точностью найти трудно определяемые показатели на основе более легко получаемых.

Удельная теплоемкость  $c_p$ , плотность  $\rho$  и теплопроводность  $\lambda$  используемых на практике технических металлов, сталей сплавов зависят от температуры. Они при прочих равных условиях отвечают как за динамику формирования и характер реализуемых температурных полей (при различных внешних технологических тепловых воздействиях), так и за реализуемые тепловые режимы подвергаемых нагреву элементов конструкций.

Отмеченное позволяет использовать соотношение (20) в целях регистрации изменчивости теплового состояния ответственных элементов конструкции. Действительно, следуя (20), можно прийти к выражению:

$$\frac{\rho_{32}}{\rho_{31}} = \frac{\lambda_1 T_2}{\lambda_2 T_1} \left( \frac{c_{p2} \rho_2}{c_{p1} \rho_1} \right)^{2/3}, \quad (29)$$

где подстрочными индексами «1» и «2» обозначены, соответственно, стартовые и текущие значения параметров. Здесь в комплексе изменяющихся с температурой теплофизических характеристик  $(c_{p2} \rho_2)^{2/3} / \lambda_2$  металлов, сталей и сплавов параметр  $\lambda_2$  отражает их способность транспортировать теплоту, а  $c_{p2} \rho_2$  – ее аккумулировать (при нагреве). Конструктивно устройство для регистрации теплового

состояния можно исполнить и в виде датчика, который предварительно необходимо протарировать. Здесь необходимо учитывать результаты расчета температурного поля в условиях наложения «дорожной карты» на нелинейности  $\lambda(T)$ ,  $c_p(T)$  и  $\rho(T)$ , присущие металлам, сталям и сплавам. Удельное электрическое сопротивление  $\rho_3$  (по результатам замеров) вычисляется по формуле:

$$\rho_3 = \frac{V \cdot S}{I \cdot l}, \quad (30)$$

где  $V$  – напряжение на концах данного участка цепи,  $I$  – ток,  $l$  – длина участка цепи,  $S$  – площадь его поперечного сечения.

При оценке теплового состояния можно измерять и электрическое сопротивление  $R_2$  для участка цепи, что позволяет использовать метод моста Уитстона.

**Выводы.** Полученное в настоящей работе соотношение для вычисления числа Лоренца Ло металлов через их объемную теплоемкость  $c_p\rho$  подтверждается опытными данными. Данное обстоятельство, с одной стороны, свидетельствует в пользу правомерности используемых при его получении теоретических построений, а с другой, позволяет рекомендовать данное соотношение для практического использования, в том числе и для оценки теплового состояния теплонапряженных элементов конструкций в ходе их эксплуатации (как отклика рассматриваемой нами системы на тепловое технологическое воздействие).

На наш взгляд, практическое использование предлагаемых в работе датчиков (наряду с термопарами и тензодатчиками) существенно расширяет возможности контроля за теплонапряженным состоянием металлических конструкций.

#### Литература

1. Ашкрофт Н., Мерлин Н. Физика твердого тела: в 2т. / перевод с англ. М. : Мир, 1979. Т. 1. 400 с.
2. Блейкмор Дж. Физика твердого тела / перевод с англ. М. : Мир, 1988. 608 с.
3. Теплопроводность твердых тел: справочник / под ред. А.С. Охотина. М. : Энергоатомиздат, 1984. 320 с.
4. Филиппов Л.П. Исследование теплопроводности жидкостей. М. : Изд-во МГУ, 1970. 240 с.
5. Регель А.Р., Глазов В.М. Периодический закон и физические свойства электронных расплавов. М. : Наука, 1978. 309 с.
6. Юм-Розери В. Введение в физическое металловедение / перевод с англ. М. : Металлургия, 1965. 204 с.
7. Миснар А. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций / перевод с франц. М. : Мир, 1968. 464с.
8. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М. : Физматлит, 2003. 616 с.
9. Зиман Дж. Электроны в металлах // Успехи физических наук. 1962. Вып. 2. Т. 78. С. 291–306.
10. Вейник А.И., Прилепин В.И. Ефимов Л.М. Метод определения теплофизических свойств металлов и сплавов // Теплофизические свойства твердых веществ. М. : Наука, 1976. С. 44–49.
11. Кошман В.С. Об одном подходе к обобщению опытных данных по теплофизическим свойствам элементов периодической системы Д.И. Менделеева // Пермский аграрный вестник. 2014 №2. С. 35–42.

12. Лифшиц И.М., Азбель М.Я., Каганов М.И. Электронная теория металлов. М. : Наука, 1971. 325 с.
13. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах: справочник. М. : Metallurgia, 1989. 384 с.
14. Приходько И.М., Кошман В.С. О закономерностях для теплоемкости элементов периодической системы Д.И. Менделеева // Инженерно-физический журнал. 1983. №6. Т. 45. С. 969–974.
15. СмитлзК. Дж. Металлы: справочное издание / перевод с англ. М. : Metallurgia, 1980. 447 с.
16. Да Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / перевод с англ. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; М. : Издательский дом МЭИ, 2010. 704 с.
17. Поуэлл Р. Наиболее важные достижения в изучении теплопроводности металлов // Успехи физических наук. 1971. Вып. 2. Т. 105. С. 329–351.
18. Приходько Э.В. Система неполяризованных ионных радиусов и ее использование для анализа электронного строения и свойств веществ. Киев : Наукова думка, 1973. 65 с.
19. Aisaka T., Shimizu M. Electrical resistivity, thermal conductivity and thermoelectric power of transition metals at high temperatures. // J. Phys. Soc. Japan. 1970. V. 28. P. 646–654.
20. Beal-Monod M.T., Mills D.L. Explicit temperature dependence of the Lorentz number in nearly ferromagnetic metals. // Sol. Stat. Comm. 1975. V. 13. P. 1707–1711.
21. Tellier C.R., Tosser A.J., Hafid L. Energy dependence of transport parameters derived from correlated variations in the thermoelectric power and temperature coefficient of resistivity of polycrystalline metal films. // J. Mat. Sci. 1980. V. 15. Issue 11. P. 2875–2878.

## ABOUT NATURAL INTERRELATION OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY, THERMAL CONDUCTIVITY AND THERMAL STATES OF AGRO-ENGINEERING SYSTEM ELEMENTS

**V.S. Koshman**, Cand. Eng. Sci., Associate Professor  
Perm State Agricultural Academy  
113, G.Khasana St., Perm 614025 Russia  
E-mail: [kaftog@pgsha.ru](mailto:kaftog@pgsha.ru)

### ABSTRACT

The quality of processing crop and livestock production depends on the maintenance of normal thermal modes of power plants. This involves the use of sensors for monitoring their thermal state. For this purpose, it was offered to use the relationship between the thermal conductivity and electrical conductivity of metals, known as Wiedemann-Franz ratio (law). The known solutions of the Wiedemann-Franz equation related to Lorentz number were considered. While searching expressions for the thermal conductivity, Debye's formula was supplemented with the equation reflecting the bond of heat flow rate density by thermal conductivity in the metal sample with a share of the heat flow rate density of its own radiation. The ratio to calculate Lorentz number of especially pure metals was obtained taking into account their volume heat capacity, the number of valence electrons per atom and the melting temperature based on the well-known expression for the electrical conductivity of the metal and the experimental data. A ratio useful both for the development of sensors for monitoring the thermal state of heat-stressed components and for assemblies of metal structures by measuring electrical resistivity of the metal during the operation was proposed.

*Key words: metals, steel, alloys, thermal conductivity, electrical conductivity, Sommerfeld-Tamm formula, Debye's formula, own thermal radiation, Wiedemann-Franz equation, Lorentz number, thermal state sensor.*

### References

1. Ashcroft N., Mermin N. Fizika tverdogo tela: 2t. T.I. (Solid-state physics: in 2 vol.), perevod s angl. M.: Mir, 1979, 400 p.
2. Blejkmor Dzh. Fizika tverdogo tela (Solid state physics), perevod s angl. M.: Mir, 1988, 608 p.
3. Teploprovodnost' tverdyh tel: spravochnik (Thermal conductivity of solids: guidebook), under ed. A.S. Ohotina. M.: Jenergoatomizdat, 1984, 320 p.
4. Filippov L.P. Issledovanie teploprovodnosti zhidkostej (Study of thermal conductivity of liquids), M.: Izd-vo MGU, 1970, 240 p.
5. Regel' A.R., Glazov V.M. Periodicheskiy zakon i fizicheskie svoystva jelektronnyh rasplavov (The periodic law and the physical properties of electronic melts), M.: Nauka, 1978, 309 p.
6. Jum-Rozeri V. Vvedenie v fizicheskoe metallovedenie (Introduction to physical metallurgy), perevod s angl. M.: Metalurgija, 1965, 204 p.
7. Misnar A. Teploprovodnost' tverdyh tel, zhidkostej, gazov i ih kompozicij (Thermal conductivity of solids, liquids, gases and their compositions), perevod s franc. M.: Mir, 1968, 464 p.
8. Tamm I.E. Osnovy teorii jelektrichestva (Foundations of the theory of electricity), M.: Fizmatlit, 2003, 616 p.



9. Ziman Dzh. Jelektrony v metallah (Electrons in metals) Uspehi fizicheskikh nauk. 1962, Vol.78, Issue 2, pp.291-306.
10. Vejnik A.I., Prilepin V.I. Efimov L.M. Metod opredelenija teplofizicheskikh svojstv metallov i splavov (Method for the determination of thermophysical properties of metals and alloys), Teplofizicheskie svojstva tverdyh veshhestv, M.: Nauka, 1976, pp.44-49.
11. Koshman V.S. Ob odnom podhode k obobshheniju opytnyh dannyh po teplofizicheskim svojstvam jelementov periodicheskoj sistemy D.I. Mendeleeva (One approach to the synthesis of experienced data on thermal properties of elements in the periodic system of D. I. Mendeleev), Permskij agrarnyj vestnik, 2014, No. 2, pp.35-42.
12. Lifshic I.M., Azbel' M.Ja., Kaganov M.I. Jelektronnaja teorija metallov (Electronic theory of metals), M.: Nauka, 1971, 325 p.
13. Zinov'ev V.E. Teplofizicheskie svojstva metallov pri vysokih temperaturah: spravochnik (Thermophysical properties of metals at high temperatures: guide), M.: Metallurgija. 1989. 384s.
14. Prihod'ko I.M., Koshman V.S. O zakonernostjakh dlja teploemkosti jelementov periodicheskoj sistemy D.I. Mendeleeva (About the patterns for heat elements in the periodic system of D. I. Mendeleev), Inzhenerno-fizicheskij zhurnal, 1983, Vol.45, No.6, pp. 969-974.
15. SmitlzK.Dzh. Metally: spravochnoe izdanie (Metals: guidebook), perevod s angl. M.: Metallurgija, 1980, 447 p.
16. Da Roza A. Vozobnovljaemye istochniki jenergii. Fiziko-tehnicheskie osnovy (Renewable sources of energy. Physical and technical basics), perevod s angl. Dolgoprudnyj: Izdatel'skij dom «Intelekt», M.: Izdatel'skij dom MJeI, 2010, 704p.
17. Poujell R. Naibolee vazhnye dostizhenija v izuchenii teploprovodnosti metallov (The most important achievements in the study of thermal conductivity of metals), Uspehi fizicheskikh nauk. 1971, Vol.105, Issue.2, pp.329-351.
18. Prihod'ko Je.V. Sistema nepoljarizovannyh ionnyh radiusov i ee ispol'zovanie dlja analiza jelektronnogo stroenija i svojstv veshhestv (System polarized ion radii and its application for analysis of electronic structure and properties of substances), Kiev: Naukova dumka, 1973, 65 p.
19. Aisaka T., Shimizu M. Electrical resistivity, thermal conductivity and thermoelectric power of transition metals at high temperatures. // J. Phys. Soc. Japan. 1970, V.28, pp.646-654.
20. Beal-Monod M.T., Mills D.L. Explicit temperature dependence of the Lorents number in nearly ferromagnetic metals. // Sol. Stat. Comm. 1975, V.13, pp.1707-1711.
21. Tellier C.R., Tossier A.J., Hafid L. Energy dependence of transport parameters derived from correlated variations in the thermoelectric power and temperature coefficient of resistivity of polycrystalline metal films. // Journ. Mat. Sci. 1980, V.15, Issue 11, pp.2875-2878.

УДК 631.3

## ОЦЕНКИ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ ДЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ПУНКТИРНОЙ СЕЯЛКОЙ

**А.Ф. Кошурников**, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [shm@pgsha.ru](mailto:shm@pgsha.ru)

*Аннотация.* Предлагаемая работа направлена на поиск оценок параметров распределения семян, обладающих свойствами эффективности, состоятельности и несмещенности с использованием методов максимального правдоподобия. К настоящему времени разработано несколько математических моделей распределения семян при пунктирном посеве. При достаточно малом среднем расстоянии между семенами относительное влияние факторов, рассеивающих семена (колебания высевающего диска, неопределенность момента выпадения семян из ячеек, разброс траекторий семян, раскатывание их в бороздке) достаточно велико, что приводит к модели простейшего потока. Доказательство принадлежности основных параметров распределения (плотности  $\tilde{\Lambda}_k$ , дисперсии  $\tilde{D}_k$ ) к оценкам максимального правдоподобия открывает возможность их объективного оценивания, в том числе построения доверительных интервалов и определения необходимого числа измерений, гарантирующего заданную точность результатов исследования.

*Ключевые слова:* распределение семян, оценки параметров, максимальное правдоподобие.

**Введение.** Проектирование новых технологий возделывания пропашных культур связано с тщательным исследованием закономерностей размещения на поле семян и растений.

Большое количество моделей процесса распределения семян и растений требует проведения их сравнительного анализа, а это невозможно без характеристики точности представляемых результатов.

В современной математической статистике основательно разработаны методы оценки рядов распределения случайных величин, подчиняющихся закону нормального распределения.

Использование этих методов для оценки рядов с другими распределениями не всегда корректно. Поэтому работы, направленные на изучение возможных ошибок в трактовках и оценках результатов исследования и поиск

новых оценок параметров распределения семян, являются важными и актуальными.

**Методика.** В работе использованы методы теории вероятностей и математической статистики.

**Результаты.** К настоящему времени разработано несколько математических моделей распределения семян при пунктирном посеве [1].

При достаточно малом среднем расстоянии между семенами относительное влияние факторов, рассеивающих семена (колебания высеваящего диска, неопределенность момента выпадения семян из ячеек, разброс траекторий семян, раскатывание их в бороздке) достаточно велико, что приводит к модели простейшего потока (рис.1).

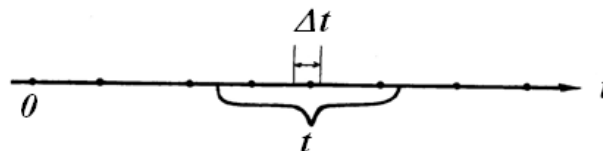


Рис. 1. Схема к выводу уравнения распределения числа семян на отрезке при чисто случайном расположении

Если плотность семян на участке  $t$  равна  $\lambda$ , то вероятность попадания семян на элементарный участок  $\Delta t = \frac{t}{n}$  будет  $P = \lambda \cdot \Delta t$ , а вероятность отсутствия семян  $q = 1 - \lambda \cdot \Delta t$ .

На основании теоремы о повторении опытов, перехода к пределу при  $n \rightarrow \infty$  и несложных преобразований можно найти вероятность  $P_k$  (вероятность попадания  $k$  семян на отрезок  $t$ ):

$$P_k = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}. \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой распределение Пуансона с математическим ожиданием  $\lambda t$ .

Известно, что расстояние между событиями в пуассоновском потоке подчиняется экс-

поненциальному распределению с дифференциальной функцией  $f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$  и коэффициентом вариации

$$V = 100\%. \quad (2)$$

Практически такое распределение наблюдается при среднем расстоянии между семенами  $t_{cp} = 1/\lambda$ , равным 1,5...2 см. Для высева с таким шагом на высеваящем диске должно располагаться большое количество ячеек. В реальных схемах пунктирного посева среднее расстояние между семенами составляет от 4 до 12 см.

Число ячеек на диске при этом может быть уменьшено, а сам посев часто называют равномерно-изреженным (рис. 2).

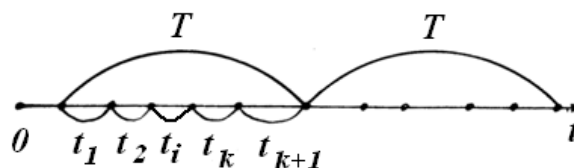


Рис. 2. Схема равномерно-изреженного распределения семян

Плотность распределения промежутков  $T$  можно найти как композицию  $k+1$  отрезков с показательным распределением.

Известно, что если распределение  $u(t)$  представляет собой сумму элементарных отрезков  $t_i$ , то ее характеристическая функция  $\varphi_{u(x)}$  равна произведению характеристических функций элементов  $\varphi_{x_j}(t)$ , т.е. при

$$u(t) = \sum_{j=1}^{k+1} f_j(t), \quad (3)$$

$$\varphi_{u(x)} = \prod_{j=1}^{k+1} \varphi_{x_j}(t). \quad (4)$$

Характеристической функцией  $\varphi_{(x)}$  случайной величины является

$$\varphi_x = \int_{-\infty}^{\infty} e^{ixt} f(t) dt, \quad (5)$$

где  $x$  – вспомогательный действительный параметр.

Для принципиально положительной величины  $t$  и  $f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$  можно получить

$$\varphi_x = \int_0^{\infty} e^{ixt} f(t) dt = \int_0^{\infty} e^{ixt} \lambda \cdot e^{-\lambda t} dt = \frac{\lambda}{\lambda - ix}. \quad (6)$$

Характеристическая функция композиции окажется равной

$$\varphi_{u(x)} = \left( \frac{\lambda}{\lambda - ix} \right)^{k+1}. \quad (7)$$

Характеристическая функция однозначно определяет дифференциальную функцию распределения  $f_k(t)$  искомой композиции.

Заменяя в уравнении (7)  $ix$  на  $-P$ , можно получить зависимость

$$\varphi_{u(x)} = \int_0^{\infty} e^{-Pt} f_k(t) dt, \quad (8)$$

представляющую собой уравнение Лапласа-Карсона:

$$P \left( \frac{\lambda}{\lambda + P} \right)^{k+1} = P \int_0^{\infty} e^{-Pt} f_k(t) dt. \quad (9)$$

Решение этого интегрального уравнения представляет собой

$$f_k(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t}. \quad (10)$$

Полученное соотношение  $f_k(t)$  соответствует закону Эрланга  $k$ -го порядка.

Числовые характеристики этого распределения равны:

$$\left. \begin{aligned} & - \text{математическое ожидание } M_k = \frac{k+1}{\lambda}; \\ & - \text{плотность потока Эрланга } A_k = \frac{\lambda}{k+1}; \\ & - \text{дисперсия } D_k = \frac{k+1}{\lambda^2}. \end{aligned} \right\} (11)$$

Использование закона Эрланга (10) затруднено тем, что экспериментально можно определить только  $M_k$  и  $A_k$ , а не  $\lambda$ .

Зная зависимость между ними уравнение (10) можно пронормировать относительно  $A_k$ :

$$f_k(t) = \frac{A_k(k+1)}{k!} [A_k(k+1)t]^k \cdot e^{-A_k(k+1)t}. \quad (12)$$

Численное значение  $k$  можно определить на основании экспериментальных значений  $A_k$  и  $D_k$  по формуле:

$$k = \frac{1}{D_k \cdot A_k^2} - 1. \quad (13)$$

При подсчете по этой формуле  $k$  может оказаться дробным числом.

Для вычисления  $k!$  в этом случае можно использовать равное ему значение *гамма-функции*  $\Gamma_{(k+1)}$ .

Уравнение (12) примет вид:

$$f_k(t) = \frac{A_k(k+1)}{\Gamma_{(k+1)}} [A_k(k+1)t]^k \cdot e^{-A_k(k+1)t}. \quad (14)$$

Это распределение в теории вероятностей известно как *гамма-распределение*.

Вывод уравнения распределения семян был сделан в предположении неограниченного количества произведенных замеров расстояний между семенами. На практике же приходится иметь дело со статистическим материалом ограниченного объема. Любые значения искомых параметров, вычисленные на основании ограниченного числа замеров, будут содержать элемент случайности и представляют собой лишь их оценки. Среди оценок параметров выделяют обычно точечные и интервальные оценки. Одним из наиболее универсальных методов точечного оценивания параметров является метод максимального правдоподобия, предложенный Р.Фишером (1921) [2]. Он же ввел требования к точечным оценкам, которые должны быть состоятельными, эффективными и несмещенными.

Принцип максимального правдоподобия приводит к утверждению того, что лучшими оценками параметров являются те из них, которые максимизируют вероятность получения выборки [3].

Пусть  $f(t, \Theta)$  – плотность вероятности выборки  $t_1, t_2 \dots t_n$ , где  $\Theta$  – параметр распределения.

Если считать, что закон распределения  $f(t, \Theta)$  известен, а искомой величиной является параметр  $\Theta$ , тогда функцией правдоподобия называют функцию, представляющую собой совместную плотность вероятности результатов выборки и рассматриваемую как функция неизвестного параметра  $\Theta$ .

$$L = L(t_1, t_2, t_3 \dots t_n; \Theta) = f_1(t_1 \Theta) \cdot f_2(t_2 \Theta) \dots f_n(t_n \Theta), \quad (15)$$

или

$$L(t_1; t_2; \dots t_n; \Theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i \Theta), \quad (16)$$

где  $f(t, \Theta)$  – плотность распределения случайной величины  $t$ .

За точечную оценку неизвестного параметра  $\Theta$ , согласно методу максимального правдоподобия, принимают такое его значение  $\tilde{\Theta}$ , при котором функция правдоподобия достигает максимума, т.е.

$$L(t, \tilde{\Theta}) = \max L(t, \Theta). \quad (17)$$

Если функция  $L(t, \Theta)$  дифференцируема по аргументу  $\Theta$ , и максимум ее достигается во внутренней из области  $\{\Theta\}$ , то значение точечной оценки максимального правдоподобия удовлетворяет уравнению

$$\frac{dL(t, \Theta)}{d\Theta} = 0 \quad (18)$$

как необходимому условию экстремума.

Соотношение (18) является уравнением правдоподобия.

Так как логарифм функции правдоподобия имеет максимум в той же точке, что и сама функция, то для упрощения вычислений удобнее взять логарифм, а затем приравнять производную нулю

$$\ln L(t, \tilde{\Theta}) = \max \ln L(t, \Theta), \quad (19)$$

где функцию  $\ln L(t, \Theta)$  называют логарифмической функцией правдоподобия [4], [5].

Если оценке подлежат несколько параметров  $\Theta_1, \Theta_2 \dots \Theta_k$  распределения, то оценки  $\tilde{\Theta}_1, \tilde{\Theta}_2 \dots \tilde{\Theta}_k$  определяют из системы уравнений с частными производными:

$$\frac{\partial [\ln L(t, \Theta)]}{\partial \Theta_i} = 0, \quad i = 1 \dots k. \quad (20)$$

Важными свойствами оценок максимального правдоподобия  $\tilde{\Theta}$  является их асимпто-

тическая нормальность, состоятельность, эффективность и несмещенность (только при больших  $n$ ) [6].

Если этот общий метод применить к оценкам распределения семян, то можно получить следующие результаты.

1. Оценка параметра  $\lambda$  показательного (исходного) распределения.

Плотность показательного распределения имеет вид

$$f(t, \lambda) = \begin{cases} \lambda \cdot e^{-\lambda t}, & \text{если } t \geq 0, \\ 0 & \text{если } t < 0 \end{cases}$$

где  $\lambda$  - оцениваемый параметр.

Функция правдоподобия будет равна:

$$L(t_1; t_2 \dots t_n; \lambda) = \lambda e^{-\lambda t_1} \cdot \lambda e^{-\lambda t_2} \dots \lambda e^{-\lambda t_n} = \lambda^n \cdot e^{-\lambda \sum t_i}. \quad (21)$$

Логарифмическая функция правдоподобия окажется равной:

$$\ln L(t_1; t_2 \dots t_n; \lambda) = n \ln \lambda - \lambda \sum_{i=1}^n t_i.$$

Уравнение правдоподобия (20) примет вид:

$$\frac{\partial [\ln L(t, \lambda)]}{\partial \lambda} = \frac{n}{\lambda} - \sum_{i=1}^n t_i = 0. \quad (22)$$

Отсюда можно найти искомую оценку:

$$\tilde{\lambda} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i}. \quad (23)$$

Если учесть, что  $\frac{\sum t_i}{n} = \tilde{t}_{cp}$ , то

$$\tilde{\lambda} = \frac{1}{\tilde{t}_{cp}}, \quad (24)$$

где  $\tilde{t}_{cp}$  - выборочная величина среднего значения  $t_i$ .

2. Оценки закона Эрланга в ненормированном виде.

По уравнению (10)

$$f_k(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t},$$

тогда функция правдоподобия примет вид

$$L(t_1, t_2 \dots t_n; \lambda) = \prod_{i=1}^n f_k(t) = \prod_{i=1}^n \frac{\lambda (\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (25)$$

а логарифмическая функция правдоподобия примет вид

$$\begin{aligned} \ln L(t_1; t_2 \dots t_n; \lambda) &= \sum_{i=1}^n \ln f_k(t_i) = \\ &= n(k+1) \ln \lambda + k \ln \sum_{i=1}^n t_i - \lambda \sum_{i=1}^n t_i - n \ln k!. \end{aligned} \quad (26)$$

Уравнение правдоподобия по параметру  $\lambda$  окажется равным:

$$\frac{\partial \ln L(t_1; t_2 \dots t_n; \lambda)}{\partial \lambda} = \frac{n(k+1)}{\lambda} - \sum_{i=1}^n t_i = 0, \quad (27)$$

или

$$\frac{n(k+1)}{\lambda} = \sum_{i=1}^n t_i.$$

Если поделить правую и левую части на  $n$ , то

$$\frac{k+1}{\tilde{\lambda}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad \text{или} \quad \frac{k+1}{\tilde{\lambda}} = \tilde{t}_{cp}, \quad (28)$$

где  $\tilde{t}_{cp}$  - выборочное среднее расстояние между семенами.

В этом случае

$$\tilde{\lambda} = \frac{k+1}{\tilde{t}_{cp}}. \quad (29)$$

Таким образом, оценка  $\tilde{\lambda}$  найдена.

Оценкой для  $\tilde{k}$  по аналогии может быть значение:

$$\tilde{k} = \lambda \cdot \tilde{t}_{cp} - 1. \quad (30)$$

### 3. Оценки для гамма-распределения.

По уравнению (14)

$$f_k(t) = \frac{A_k(k+1)}{\Gamma(k+1)} \cdot [A_k(k+1) \cdot t]^k \cdot e^{-A_k(k+1)t}.$$

Функция правдоподобия примет вид:

$$L(t, A_k) = \prod \frac{A_k^{k+1} \cdot (k+1)^{k+1}}{\Gamma(k+1)} \cdot t^k \cdot e^{-A_k(k+1)t}. \quad (31)$$

Упуская промежуточные выкладки, которые ничем не отличаются от рассмотренных выше, можно найти оценку максимального правдоподобия параметра  $A_k$ :

$$\tilde{A}_k = \frac{1}{t_{cp}}. \quad (32)$$

К этому же результату приводит и дифференцирование по  $k$ .

Таким образом, оценки максимального правдоподобия для  $k$  в гамма-распределении не существуют.

Поскольку  $k$  по уравнению (13) зависит от  $D_k$  и  $A_k$ , то можно  $k$  представить в виде функции от  $D_k$  и проверить существование оценки максимального правдоподобия для  $D_k$ .

Из уравнения (13) следует:

$$A_k^2 = \frac{1}{D_k(k+1)}, \quad \text{или} \quad A_k = \frac{1}{\sqrt{D_k(k+1)}}. \quad (33)$$

В этом случае

$$f_k(t) = \frac{(k+1)^{k+1}}{(\sqrt{D_k(k+1)})^{k+1} \cdot \Gamma(k+1)} \cdot t^k \cdot e^{-\frac{(k+1)}{\sqrt{D_k(k+1)}} \cdot t}$$

или

$$f_k(t) = \frac{(k+1)^{\frac{k+1}{2}}}{D_k^{\frac{k+1}{2}} \cdot \Gamma(k+1)} \cdot t^k \cdot e^{-\frac{(k+1)^{\frac{1}{2}}}{D_k^{\frac{1}{2}}} \cdot t}. \quad (34)$$

Функция правдоподобия примет вид

$$L(t, D_k) = \prod_{i=1}^n f_k(t),$$

а логарифмическая функция правдоподобия окажется равной

$$\ln L(t, D_k) = \frac{n(k+1)}{2} \ln(k+1) - \frac{n(k+1)}{2} \ln D_k - n \ln \Gamma(k+1) - (k+1)^{\frac{1}{2}} \cdot D_k^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^n t_i + k \cdot \ln \sum_{i=1}^n t_i.$$

Уравнение правдоподобия по параметру  $D_k$  может быть представлено в виде:

$$\frac{\partial \ln L(t, D_k)}{\partial D_k} = -\frac{n(k+1)}{2D_k} + \frac{\sqrt{k+1} \cdot \sum_{i=1}^n t_i}{2D_k^{\frac{3}{2}}} = 0.$$

После незначительных преобразований оказывается, что

$$\frac{t_{cp}}{\sqrt{D_k}} = \frac{\sqrt{k+1}}{1} \quad \text{или} \quad \sqrt{D_k} = \frac{t_{cp}}{\sqrt{k+1}},$$

откуда

$$\tilde{D}_k = \frac{t_{cp}^2}{k+1}. \quad (35)$$

Итак, у гамма-распределения существуют оценки максимального правдоподобия для  $\tilde{A}_k$  и  $\tilde{D}_k$ .

**Выводы.** При достаточно общих допущениях о свойствах потока семян при пунтирном посеве (стационарность, ординарность и равномерно-изреженность) математическая модель приводит к гамма-

распределению расстояний между семенами. При использовании этого распределения открытым остается вопрос об оценке ошибок в определении его параметров при том или ином количестве измерений расстояний между семенами, поскольку закон распределения этих параметров не известен.

Доказательство принадлежности основных параметров распределения (плотности  $\tilde{\lambda}_k$ ,

дисперсии  $\tilde{D}_k$ ) к оценкам максимального правдоподобия открывает возможность их объективного оценивания, в том числе построения доверительных интервалов и определения необходимого числа измерений, гарантирующего заданную точность результатов исследования.

#### Литература

1. Кошурников А.Ф. Математические модели размещения семян и растений при различных вариантах технологии механизированного формирования густоты насаждений // Пермский аграрный вестник №1(1) 2013. С. 18...22.
2. Fisher R.A. Theory of statistical estimation. – Proc. Cambridge Phil. Soc., 1925, v.22, 700–725.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2002, 576 с.
4. Kendall M., Stuart A. The Advanced theory of statistics. Charles Griffin & Company Limited, London. 1966. – 588 с.
5. Василенко В.В., Василенко С.В. Обоснование предела точности дозирования семян ячеисто-дисковыми аппаратами // Техника в сельском хозяйстве №1. 2000, С. 34...35.
6. Валге А.М. Обработка экспериментальных данных и моделирование динамических систем при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства. СПб. СЗНИИМЭСХ. 2002.-103.

## MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION FOR PARAMETERS OF SEED DISPERSAL WITH SINGLE-SEED DRILL

**A.F. Koshurnikov**, Cand.Ing.Sci.  
Perm State Agricultural Academy  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [shm@pgsha.ru](mailto:shm@pgsha.ru)

#### ABSTRACT

The proposed work aims at the search for seed dispersal parameter estimations with such characteristics as efficiency, viability and unbiasedness using maximum likelihood methods. Several mathematical models were developed for seed dispersal in single-grain sowing. When the average distance between seeds is small enough, relative influence of factors dispersing seeds (fluctuations of sowing disc, uncertainty of the moment when seeds fall down from cells, seeds trajectories, seeds scattering in furrows) is quite high. That leads to the model of simple stream. The proof of basic dispersal parameters membership (density  $\tilde{\lambda}_k$ , dispersion  $\tilde{D}_k$ ) of the maximum likelihood estimation enables the possibility of their objective assessment, including construction of confidence intervals and determination of required dimensions that guarantee specified accuracy of research results.

*Key words: seed dispersal, parameters estimation, maximum likelihood.*

#### References

1. Koshurnikov A.F. Matematicheskie modeli razmeshcheniya semyan i rastenii pri razlichnykh variantakh tekhnologii mekhanizirovannogo formirovaniya gustoty nasazhdenii (Mathematical models for the placement of seeds and plants with different variants of mechanized technology of formation density plantings), Permskii agrarnyi vestnik, 2013, No. 1(1), pp. 18–22.
2. Fisher R.A. Theory of statistical estimation. Proc. Cambridge Phil. Soc. 1925. v. 22. 700–725.
3. Venttsel' E.S. Teoriya veroyatnosti (Probability theory), M. : Vysshaya shkola, 2002, 576 p.
4. Kendall M., Stuart A. The Advanced theory of statistics. Charles Griffin & Company Limited. London, 1966, 588 p.
5. Vasilenko V.V., Vasilenko S.V. Obosnovanie predela tochnosti dozirovaniya semyan yacheisto-diskovymi apparatami (Justification the limit of precision seed metering cellular-disk apparatus), Tekhnika v sel'skom khozyaistve. 2000, No.1, pp. 34–35.
6. Valge A.M. Obrabotka eksperimental'nykh dannykh i modelirovanie dinamicheskikh sistem pri provedenii issledovaniy po mekhanizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (Experimental data processing and modeling of dynamic systems for research on mechanization of agricultural production), SPb. : SZNIIMESKh, 2002, 103 p.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ТОПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ АПК

**А.Т. Манташов**, канд. техн. наук;

**В.М. Деменев**,

ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,

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

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

*Аннотация.* Использование альтернативных горючих, а также применение различных присадок, изменяющих свойства топлив, требует иного подхода при оценке их экологических и энергетических качеств. Здесь одним из возможных направлений является использование более достоверного метода расчета состава и параметров продуктов сгорания топлива. С целью более широкого анализа зависимости энергетических характеристик ДВС от состава топлива необходимо использовать численный метод расчета термодинамических и теплофизических свойств ПС с включением в горючее новых химических соединений. В статье приведен алгоритм расчета и дан пример вычисления состава продуктов сгорания и их параметров состояния методом последовательных приближений для топлива: природный газ и воздух. Пример расчета можно применить в качестве алгоритма при определении состава и параметров ПС при использовании в ДВС различных горючих, в том числе и альтернативных, даже с присадками, изменяющими их свойства. Сформулированы выводы по работе.

*Ключевые слова:* условная химическая формула (УХФ), стехиометрическое соотношение компонентов топлива, коэффициент избытка окислителя, продукты сгорания (ПС), уравнения материального баланса, метод последовательных приближений.

**Введение.** Требования к экологическим и энергетическим свойствам химических топлив постоянно повышаются, например, [3]. Для их реальной оценки необходимо знать достоверный состав и параметры продуктов сгорания не только используемых, но альтернативных горючих. Кроме того, внесение химических компонентов в горючее с целью изменения октанового числа бензина и цетанового числа дизельного горючего изменяют состав продуктов сгорания. Используемые методики для расчета параметров и состава ПС [3, 5, 7, 8, 10, 11, 12] дают результаты, отличающиеся от расчетных данных по методике [1]. Так, например, в расчетах, приведенных в [3, с. 119], температура горения  $T_k = 2200$  К, а в [6, с. 441], её значение равно 1750 К. Также отличаются значения газовой постоянной и теплоемкостей. Следовательно, задача достоверности расчета состава ПС и их параметров в поршневых двигателях актуальна. Цель работы – показать использование методики расчета параметров продуктов сгорания топлива поршневых ДВС [1, 6].

**Методика.** Исходными данными для расчета являются:

- горючее и окислитель, заданные химической или условной химической формулой;
- коэффициент избытка окислителя  $\alpha$ ;
- давление, при котором осуществляется сгорание топлива  $p_k$ .

В процессе расчета необходимо определить состав продуктов сгорания, т.е. количество химических элементов и их соединений, температуру  $T_k$ , газовую постоянную  $R$  и показатель адиабаты  $k$  продуктов сгорания.

*Определение состава ПС.* Здесь предпочтительнее использовать метод, изложенный в [1], где расчет состава продуктов сгорания проводится в такой последовательности.

1. В зависимости от заданного топлива и коэффициента избытка окислителя назначается ориентировочная температура продуктов реакции.

2. Устанавливается качественный состав продуктов сгорания. Если  $\alpha > 1$ , то газовая

смесь должна содержать горючие элементы, продукты полного, а также и неполного окисления. При  $\alpha < 1$  в смесь должны входить, кроме продуктов полного окисления, и окислительные элементы. При температуре выше 2000-2500К в смеси будут находиться продукты диссоциации.

3. Записываются уравнения для расчета состава. Это, во-первых, группа уравнений, выражающих закон сохранения вещества при химических реакциях и называемых уравнениями материального баланса. Во-вторых, это группа уравнений диссоциации, записываемых при помощи констант равновесия. Дополнительным уравнением для расчета состава является закон Дальтона. Общее число уравнений должно быть равно числу установленных в продуктах сгорания веществ.

4. Одним из известных методов решают полученную систему и определяют состав при ориентировочно выбранной температуре.

При расчете состава продуктов сгорания топлива принимаются следующие допущения:

- реакция горения предполагается изобарной;
- продукты реакции находятся в химическом и энергетическом равновесии;
- процесс горения принимается адиабатным.

*Определение температуры ПС.* Для установления истинной температуры и состава смеси газов используется уравнение теплового баланса, выражающего собой закон сохранения энергии. Здесь сравнивается энтальпия продуктов сгорания при назначенной температуре с полной энтальпией топлива. Выбранная температура и вычисленный состав продуктов сгорания будут истинными лишь в случае равенства указанных энтальпий.

*Определение R и κ.* По найденному истинному составу ПС определяют молярную массу смеси газов  $\mu$ , а по ней – газовую постоянную R; вычисляют теплоемкости смеси  $c_{p см}$  и  $c_{v см}$  и их отношение, т.е.  $\kappa$ .

*Пример.* Целью расчета является определение параметров продуктов сгорания углеводородного горючего и азотсодержащего окислителя.

Исходные данные:

- топливо, в котором в качестве горючего используется природный газ, выраженный

условной химической формулой  $C_{62,5}H_{250}$ , и имеющий значение энтальпии  $i_T = -4618$  кДж/кг; в качестве окислителя – воздух  $N_{53,9} O_{14,5}$  с  $i_{ок} = 1,046$  кДж/кг.

- коэффициент избытка окислителя  $\alpha = 0,9$ ;

- давление, при котором осуществляется сгорание топлива  $p_k = 5$  МПа.

*Расчет состава ПС.* Для приведенных исходных данных температуру в камере в первом приближении выберем  $T'_k = 2300$  К. При такой температуре диссоциация молекул продуктов сгорания практически отсутствует, тогда ожидаемый состав ПС будет включать  $N_2, CO_2, H_2O, H_2, CO$ . Выразим его количественное содержание парциальными давлениями  $p_{N_2}, p_{CO_2}, p_{H_2O}, p_{H_2}, p_{CO}$ . Имеем пять неизвестных, следовательно, для их определения нужно иметь пять уравнений.

В основу уравнения материального баланса положен закон сохранения вещества, который устанавливает, что в термодинамических системах с постоянной массой реагирующих веществ число грамм-атомов любого химического элемента в топливе равно числу грамм-атомов этого элемента в продуктах сгорания.

Число грамм-атомов для каждого элемента в топливе определяется как

$$b_{im} = \frac{b_{iгор} + \alpha K_0 b_{iок}}{1 + \alpha K_0},$$

где  $b_{iT}, b_{iгор}, b_{iок}$  – число грамм-атомов i-го элемента в топливе, горючем и окислителе, соответственно;

$K_0$  – стехиометрическое соотношение компонентов топлива.

Для исходных компонентов топлива определим  $K_0$ .

$$K_0 = - \frac{(\sum b_i \cdot \nu_i)_{гор}}{(\sum b_i \cdot \nu_i)_{ок}} = - \frac{62,54 \cdot 4 + 250 \cdot 0}{14,5 \cdot (-2)} = 17,24 \frac{кг ок}{кг гор}$$

Вычислим число грамм-атомов азота в условной химической формуле топлива:

$$b_{Nm} = \frac{b_{Nгор} + \alpha K_0 b_{iок}}{1 + \alpha K_0} = \frac{0 + 0,9 \cdot 17,24 \cdot 53,9}{1 + 0,9 \cdot 17,24} = 50,62.$$

Аналогично найдем  $b_{CT} = 3,78$ ;

$b_{OT} = 13,62$ ;  $b_{HT} = 15,13$ .

Отсюда УХФ топлива будет иметь вид:  $C_{3,78} H_{15,13} O_{13,62} N_{50,62}$ .



Для рассматриваемого примера запишем рабочие уравнения материального баланса в виде:

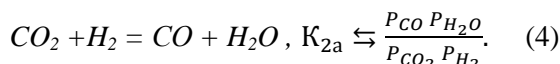
$$B = \frac{2p_{H_2O} + 2p_{H_2}}{p_{CO_2} + p_{CO}}; \quad (1)$$

$$C = \frac{2p_{CO_2} + p_{CO} + p_{H_2O}}{p_{CO_2} + p_{CO}}; \quad (2)$$

$$D = \frac{2p_{N_2}}{p_{CO_2} + p_{CO}}, \quad (3)$$

где  $B = \frac{b_{HT}}{b_{CT}}, C = \frac{b_{OT}}{b_{CT}}, D = \frac{b_{NT}}{b_{CT}}$ .

При сгорании топлив с недостатком окислителя между продуктами неполного окисления протекает реакция с образованием водяного газа. Запишем уравнение этой реакции и константу ее равновесия:



Пятым уравнением является уравнение, выражающее закон Дальтона:

$$p_k = p_{N_2} + p_{CO_2} + p_{H_2O} + p_{H_2} + p_{CO}. \quad (5)$$

Полученная система уравнений (1) - (5) позволяет определить парциальные давления всех веществ, входящих в состав продуктов сгорания для заданных давления и температуры. Температура в явном виде не входит в уравнения, но от нее зависит константа равновесия  $K_{2a}$ .

Распространенными методами решения полученной системы являются метод последовательных приближений и метод малых отклонений.

Сущность метода последовательных приближений заключается в следующем. Вначале приближенно задают температуру ПС и несколько значений парциальных давлений газов. Это дает возможность сократить число уравнений в системе и решить ее путем исключения переменных. Затем найденные значения парциальных давлений газов подставляют в первоначально исключенные уравнения и определяют давления газов, которые задавали приближенно. Далее полученные уточненные давления снова вводят в уравнения и повторяют все ранее проделанные операции. Эти последовательные приближения проводят до тех пор, пока найденный состав не будет отличаться от предыдущего приближения менее чем на требуемую погрешность

расчета. Другой температуре будет соответствовать другой состав ПС.

В решаемой задаче температура в первом приближении задана, задавать некоторые парциальные давления газов нет необходимости, т.к. решение пяти уравнений с пятью неизвестными не вызывает особой трудности.

Выразим в системе (1) - (5) через  $p_{CO}$  парциальные давления остальных четырех газов:

$$p_{N_2} = D \frac{p_k}{B + D + 2}; \quad (6)$$

$$p_{CO_2} = \frac{2p_k}{B + D + 2} - p_{CO}; \quad (7)$$

$$p_{H_2O} = \frac{2p_k}{B + D + 2} (C - 2) - p_{CO}; \quad (8)$$

$$p_{H_2} = \frac{2p_k}{B + D + 2} (0,5 B - C + 2) - p_{CO}. \quad (9)$$

Условная химическая формула топлива известна, тогда

$$B = \frac{b_{HT}}{b_{CT}} = \frac{15,13}{3,78} = 4,00;$$

$$C = \frac{b_{OT}}{b_{CT}} = \frac{13,62}{3,78} = 3,60;$$

$$D = \frac{b_{NT}}{b_{CT}} = \frac{50,62}{3,78} = 13,39.$$

Из приложения работы [9 с. 657] константа  $K_{2a}$  при  $T_k = 2300 K$  равна:

$$\frac{p_{CO} p_{H_2O}}{p_{CO_2} p_{H_2}} = 5,747. \quad (10)$$

Подставив выражения парциальных давлений (7), (8) и (9) в (10), получим квадратное уравнение относительно давления  $p_{CO}$ :

$$p_{CO}^2 - 10,48 p_{CO} + 61 = 0.$$

Решив это уравнение, найдем  $p_{CO} = 0,142$  МПа, а по нему определим парциальные давления газов  $p_{CO_2} = 0,374$  МПа,  $p_{H_2O} = 0,967$  МПа и  $p_{H_2} = 0,064$  МПа. Из (6) найдем  $p_{N_2} = 3,453$  МПа.

*Определение температуры ПС.* Для оценки соответствия заданной в первом приближении температуры и полученных парциальных давлений истинным значениям воспользуемся уравнением теплового баланса:

$$i_T = i_{пс}. \quad (11)$$

Определим энтальпию топлива:

$$i_m = \frac{i_T + \alpha \cdot K_0 \cdot i_{ок}}{1 + \alpha \cdot K_0} = \frac{-4618 + 0,9 \cdot 17,24 \cdot 1,046}{1 + 0,9 \cdot 17,24} = -279 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Из приложения работы [4 с.462] при  $T_k = 2300$  К выберем энтальпии входящих в ПС газов. Определим энтальпию продуктов сгорания и сравним полученное значение с энтальпией топлива:

$$i_{\text{ПС}} = \frac{\sum i_i p_i \mu_i}{\sum p_i \mu_i} = \frac{-249000}{1336} = -186 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Так как энтальпии не равны, то необходимо провести аналогичный расчет второго и третьего приближений по температурам.

Зададим температуры  $T_k'' = 2200$  К и  $T_k''' = 2100$  К. Расчеты состава ПС во втором и третьем приближениях дают значения энтальпий:

$$i_{\text{ПС}}'' = -292 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \text{ и } i_{\text{ПС}}''' = -397 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Графическое решение уравнения (11), см. рис.1, устанавливает истинную температуру продуктов сгорания:  $T_k = 2210$  К. Парциальные давления газов ПС имеют значения:  $p_{N_2} = 3,453$  МПа,  $p_{H_2O} = 0,962$  МПа,  $p_{CO_2} = 0,379$  МПа,  $p_{CO} = 0,137$  МПа и  $p_{H_2} = 0,069$  МПа.

*Определение R и κ.* Вычислим молярную массу смеси в ПС:

$$\mu_{\text{см}} = \frac{\sum \mu_i p_i}{p_{\text{см}}} = \frac{1336}{5} = 26,72 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}.$$

Газовая постоянная продуктов сгорания определяется как

$$R = \frac{\bar{R}}{\mu_{\text{см}}} = \frac{8314}{26,72} = 311 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Вычислим массовую теплоемкость смеси газов ПС при постоянном давлении.

$$c_{p\text{см}} = \frac{\sum c_{pi} \mu_i p_i}{\sum \mu_i p_i} = \frac{2051}{1336} = 1,535 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

Теплоемкость при постоянном объеме определим по уравнению Майера:

$$c_{v\text{см}} = c_{p\text{см}} - R = 1535 - 311 = 1224 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Вычислим показатель адиабаты:

$$\kappa = \frac{c_{p\text{см}}}{c_{v\text{см}}} = \frac{1536}{1224} = 1,25.$$

Таким образом, рассчитаны параметры продуктов горения природного газа в воздухе при давлении 50 бар, именно:

$$T_k = 2210 \text{ К}, R = 311 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), \kappa = 1,25.$$

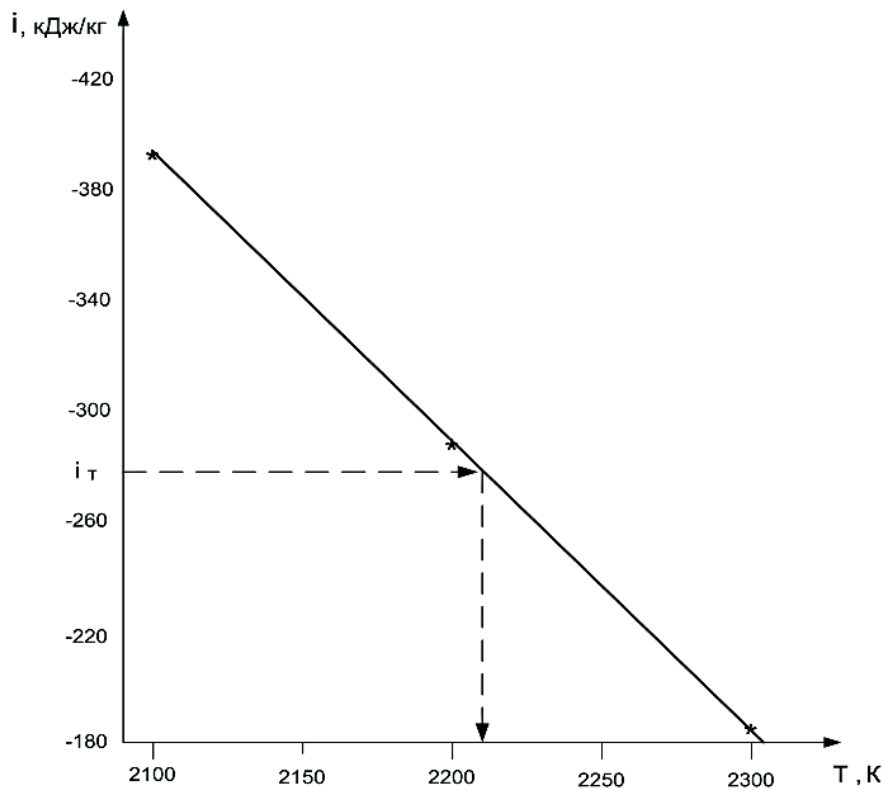


Рис. 1. Зависимость энтальпии продуктов сгорания от температуры

**Результаты.** В результате расчета получены энергетические параметры продуктов сгорания и установлено не только наличие, но и количественная величина токсичного продукта СО. Сходимость полученных значений с результатами их расчета по первоисточнику [6, с. 552] высокая.

**Выводы.** 1. Пример расчета можно применить в качестве алгоритма при определении состава и параметров ПС при использовании в

ДВС различных горючих, в том числе и альтернативных, даже с присадками, изменяющими их свойства.

2. С целью более широкого анализа зависимости энергетических характеристик ДВС от состава топлива необходимо использовать численный метод расчета термодинамических и теплофизических свойств ПС [6] с включением в горючее новых химических соединений.

#### Литература

1. Алемасов В.Е., Дрегаллин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей : учебник для вузов / под ред. акад. В.П. Глушко. М. : Машиностроение, 1980. 535 с.
2. Болдырев О.И. Математическая модель расчета термодинамических параметров гомогенной смеси продуктов сгорания углеводородного топлива в термодинамическом цикле газотурбинных двигателей // Молодой ученый. 2011. № 11. С. 31–35.
3. Галиев Р.Г., Хавкин В.А., Данилов А.М. Требования к бензинам и дизельным топливам. URL: WWW.persnalazc.ru (дата обращения: 02.09.2015).
4. Квасников А.В. Теория жидкостных ракетных двигателей : учебное пособие для вузов. Л. : Судпромиздат, 1959. 541 с.
5. Кулешов А.С. Развитие методов расчета и оптимизация рабочих процессов ДВС: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2011. 228 с.
6. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания : справочник. / В.Е. Алемасов [и др.]; под ред. акад. В.П. Глушко. М. : АН СССР, 1973. Т. 3. 623 с.
7. Двигатели внутреннего сгорания : учебник для вузов / А.С. Хачиян [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. 2-е изд. М. : Высшая школа, 1985. 311 с.
8. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет : учебник для вузов / под ред. Б.А. Шароглазова. Челябинск : ЮУрГУ, 2004. 344 с.
9. Шевелюк М.И. Теоретические основы проектирования жидкостных ракетных двигателей : учебное пособие для вузов. М. : Оборонгиз, 1960. 689 с.
10. Kalan M., Pecha L., Howard T. Исследование свойств циклов двигателя: интернет-изд. 2014. URL: www.udallas.edu/.../engineering/thermodynamic. (дата обращения: 10.09.2015).
11. Программное обеспечение разработки Lotus: [Электронный ресурс]. URL: http://www.lesoft.co.uk (дата обращения: 11.09.2015).
12. Xiaohong Wang, Qiong Lu, Guangzhi Wu, Jialing Shi, Zhi Sun. Термодинамический расчет и экспериментальные исследования синтеза сгорания // Journal of Alloys and Compounds : электрон. журн. 2015. № 8. URL: www.sciencedirect.com/.../s092583881501069...

## IMPROVEMENT OF ASSESSING METHODS OF ENVIRONMENTAL AND ENERGETIC QUALITIES FOR TRACTOR FUELS UNITS IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**A.T. Mantashov**, Cand. Ing. Sci.,  
**V.M. Demenev**,  
 Perm State Agricultural Academy  
 23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
 E-mail: [tsat@pgsha.ru](mailto:tsat@pgsha.ru)

### ABSTRACT

Use of alternative flammable, as well use of different additives that change the properties of fuels require a different approach when assessing their environmental and energy qualities. Here is one of possible directions is the use of a more accurate method of calculating the composition and parameters of the products of fuel combustion. In order to analyze the dependence of combustion engine's energy characteristics on fuel composition, numerical technique is required to apply for calculating thermodynamic and thermophysical properties of combustion residues with introduction of new

chemical compounds into fuel. The paper contains the algorithm of calculating and an example of calculating combustion products composition and their state parameters using method of successive approximations: natural gas and air. Example of calculation of an algorithm can be applied in determining the composition and parameters of the combustion residues when using various flammable in combustion engines, including alternative, even with additives that modify their properties. Some conclusions on work were drawn.

*Key words: relative chemical formula, stoichiometric ratio of fuel components, oxidant excess coefficient, combustion residue, material-balance equation, method of successive approximations.*

#### References

1. V.E. Alemasov. Teorija raketnyh dvigatelej (Rocket motor theory): learning guide for higher institutions / V.E. Alemasov, A.F. Dregalin, A.P. Tishin / under ed. V.P. Glushko. M.: Mashinostroenie, 1980, 535 p.
2. O.I. Boldyrev. Matematicheskaja model rascheta termodinamicheskikh parametrov gomogennoj smesi produktov sgoranija uglevodorodnogo topliva v termodinamicheskom cikle gazoturbinnyh dvigatelej (Mathematical model of thermodynamic properties calculation of homogeneous mixture of combustion products of hydrocarbon fuel in thermodynamical cycle of gas-turbine engine) // Molodoj uchenyj, 2011, № 11, pp. 31–35.
3. R.G. Galiev, V.A. Havkin, A.M. Danilov, Trebovanija k benzina i dizelnym toplivam (Requirements for petrol and diesel). URL: WWW.persnalazc.ru (date retrieved: 02.09.2015).
4. A.V. Kvasnikov, Teorija zhidkostnyh raketnyh dvigatelej (The theory of liquid rocket engines): learning guide for higher institutions, L.: Sudpromizdat, 1959, 541 p.
5. A.S. Kuleshov, Razvitie metodov rascheta i optimizacija rabochih processov DVS (Development of methods of calculation and optimization of working processes of internal combustion engines): Dissertation of Dr.Tech.Sci. M., 2011, 228 p.
6. Termodinamicheskie i teplofizicheskie svojstva produktov sgoranija (Thermodynamic and thermophysical properties of combustion products): information book / V.E. Alemasov [et al.]; under ed. of V.P. Glushko. M. : AN SSSR, 1973, Vol. 3. 623 p.
7. Dvigateli vnutrennego sgoranija (Internal combustion engines): learning guide for higher institutions / A.S. Hachijan [et al.]; under ed. of V.N. Lukanina, 2nd edition. M. : Vysshaja shkola, 1985, 311 p.
8. B.A. Sharoglazov, M.F. Farafontov, V.V. Klementev, Dvigateli vnutrennego sgoranija: teorija, modelirovanie i raschet (Internal combustion engines: theory, modeling and calculation): learning guide for higher institutions / under ed. of B.A. Sharoglazova. Cheljabinsk : JuUrGU, 2004, 344 p.
9. M.I. Sheveljuk, Teoreticheskie osnovy proektirovanija zhidkostnyh raketnyh dvigatelej : learning guide for higher institutions, M.: Oborongiz, 1960, 689 p.
10. M.Kalan, L.Pecha, T. Howard, Issledovanie svojstv ciklov dvigatelja (Studying of the properties of engine cycles): e-resource, 2014. URL: [www.udallas.edu/...engineering/thermodynamic](http://www.udallas.edu/...engineering/thermodynamic). (Date retrieved: 10.09.2015).
11. Software development Lotus: [e-resource]. URL: <http://www.lesoft.co.uk> (Date retrieved: 11.09.2015).
12. Xiaohong Wang, Qiong Lu, Guangzhi Wu, Jialing Shi, Zhi Sun. Termodinamicheskij raschet i jeksperimental'nye issledovanija sinteza sgoranija (Thermodynamic calculation and experimental studies of synthesis combustion) // Journal of Alloys and Compounds: electronic journal, 2015, № 8, URL: [www.sciencedirect.com/.../s092583881501069...](http://www.sciencedirect.com/.../s092583881501069...)

## БОТАНИКА И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 633.375:581.145

**РОЛЬ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ БОБОВЫХ ТРАВ**

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

*Аннотация.* В качестве объектов исследования послужили многолетние бобовые травы: *Medicago*, *Trifolium*, *Melilotus*. Фертильность пыльцы определяли на временных препаратах окрашиванием пыльцевых зерен ацетокармином. Фертильность семязачатков изучали с помощью люминесцентной и йодной методик. Семенную продуктивность определяли по методике И.В. Вайнагия. У исследованных нами видов реальная семенная продуктивность в десять раз меньше потенциальной. Выявление причин низкого коэффициента продуктивности – необходимый этап в селекционных программах по повышению урожайности культурных растений. Причины снижения семенной продуктивности следующие: во-первых, происходит стерилизация части семязачатков до опыления. У изученных видов она достигает 32%. Стерилизация обусловлена как генетическими, так и физиологическими факторами. В верхушечных цветках соцветия, сформировавшихся позднее и в соцветиях, образовавшихся в более поздние сроки, процент стерильных семязачатков выше. Происходит гибель фертильных, оплодотворенных семязачатков. Такие картины наблюдались у растений разных видов клевера (до 16%). Часть цветков остаются неопыленными и фертильные семязачатки – неоплодотворенными. Это может быть вызвано неблагоприятными условиями среды, нехваткой опылителей, наличием цветущих одновременно других видов. В дальнейшем наблюдается дегенерация неоплодотворенных семязачатков. На этот этап приходится основная доля снижения семенной продуктивности у изученных растений видов люцерны (до 46% семязачатков) и донника (до 50%), в меньшей степени – у видов клевера (до 32%). Этот период является определяющим для будущего урожая семян.

*Ключевые слова:* кормовые бобовые травы, потенциальная и реальная семенная продуктивность, фертильность, стерильность.

**Введение.** Для всех культивируемых бобовых весьма актуальна проблема низкой семенной продуктивности. Этим объясняется пристальный интерес к ней многочисленных исследователей, изучающих разные стороны этой проблемы [2,8,10,13]. Причины низкой реализации потенциальной продуктивности многолетних бобовых трав разнообразны. Во-первых, это асинхронность заложения и длительный период развития цветков в соцветии, приводящий к недостаточности обеспечения питательными веществами [1], наличие нарушений в строении семязачатков [6]. Во-вторых, поражение вредителями и болезнями, вызывающими опадение бутончиков, цветков и

бобов [5]. В-третьих, неблагоприятные погодные условия способствуют уменьшению лета опылителей, что ведет к осыпанию неопыленных цветков. Высокая влажность воздуха и почвы приводят к вторичному росту, полеганию, формированию новых цветков, не успевающих образовывать плоды и семена [4].

Необходимо выявление критических этапов органогенеза, на которых происходят наибольшие потери. В связи с чем актуальность изучения репродуктивной биологии культивируемых и дикорастущих бобовых растений для выявления причин низкой семенной продуктивности несомненна.

Цель работы – выявление роли репродуктивной биологии в практической селекции кормовых бобовых трав.

**Методы.** В качестве объектов исследования послужили многолетние бобовые травы: люцерна посевная, люцерна серповидная, люцерна голубая, клевер луговой, клевер средний, клевер ползучий, донник белый, донник лекарственный.

Фертильность пыльцы определяли на временных препаратах окрашиванием пыльцевых зерен ацетокармином [12]. По каждому исследованному растению готовили 10 микропрепаратов, подсчеты вели в 10 полях зрения с помощью микроскопа при увеличении 15x20.

Фертильность семязачатков изучали с помощью люминесцентной и йодной методик [11]. Расчеты вели по 100 цветкам каждого вида. В стерильных семязачатках каллоза, имеющаяся в нуцеллусе, при взаимодействии с красителем анилиновым синим в УФ-свете дает желтовато-зеленое свечение. Фертильные семязачатки не светятся.

Семенную продуктивность определяли по методике И.В. Вайнагия [3], Р.Е. Левиной [9]. Расчеты вели по 100 растениям каждого вида. Определяли потенциальную (ПСП) и реальную семенную продуктивность (РСП). Потенциальная семенная продуктивность равна числу семязачатков, закладывающихся на особь или генеративный побег, реальная семенная продуктивность – число жизнеспособных семян, продуцируемых особью. Для более полной характеристики репродуктивного процесса растений использовали коэффициент продуктивности ( $K_{пр}$ ), равный отношению РСП к ПСП и выраженный в процентах [9].

**Результаты.** Научный статус термина «репродуктивная биология» обсуждался неоднократно [7,14,15,16]. Репродуктивная биология вида складывается из двух составляющих: размножения особей и возобновления популяции. Но когда речь идет о введении в культуру новых видов из генцентров происхождения культурных растений, то особое значение приобретает исследование первой составляющей, так как для возобновления агрофитоценоза достаточно получить качественный семенной материал.

Существенны и другие стороны исследования – установление степени лабильности отдельных этапов, сочетание различных способов и типов опыления, варьирование ритма цветения и плодоношения. Особого внимания заслуживает вопрос о количественных соотношениях и факторах разрыва между потенциальной и реальной семенной продуктивностью, запасом семян и числом всходов, числом ювенильных и генеративных особей.

Анализируя наши исследования по фертильности пыльцы, следует отметить, что в пределах каждого вида встречаются как высоко-, так и среднефертильные растения. Изучение фертильности семязачатков, в зависимости от местоположения цветка в соцветии, показало возрастание числа аномалий в строении и развитии семязачатков в верхушечных цветках соцветия. По-видимому, это связано с оттоком питательных веществ на сформировавшиеся ранее нижние цветки соцветия. Но в сравнении с мужским (снижение фертильности на 24%), стерилизация женского гаметофита (снижение фертильности на 10%) незначительна, и некоторая часть бобов может сформироваться в более поздние сроки растянутого периода плодоношения.

Таким образом, одной из существенных причин низкой семенной продуктивности многолетних бобовых кормовых трав являются нарушения в развитии репродуктивных органов, гибель семязачатков происходит на всех стадиях развития завязи и семязачатков, начиная с заложения спорогенной ткани – археспориальных клеток – до момента созревания семян. Существует генетически закрепленная частичная гибель женского гаметофита у многоцветковых видов с достаточно большим числом семязачатков в завязи. Аномалии в строении семязачатков разнообразны, происходят на разных этапах развития, и частота встречаемости их варьирует как у разных растений одного вида, так и между видами и родами.

У исследованных нами видов даже при оптимальных внешних условиях и избыточном количестве пыльцы зарегистрирован сравнительно низкий процент оплодотворенных семязачатков. Реальная семенная продуктивность почти в десять раз меньше потенциальной.

Изучение и диагностика возникновения стерильных семязачатков и семян имеет важное теоретическое и практическое значение.

Это направление исследований приобретает особую актуальность в связи с выявлением механизмов воздействия внешних неблагоприятных факторов на репродуктивные структуры. Выявление признаков-маркеров и дальнейшая разработка экспресс-методов для оценки развивающихся семязачатков, особенно к моменту оплодотворения, является первоочередной задачей при исследованиях репродуктивной биологии хозяйственно-ценных видов растений. Таким образом, использование экспресс-методов определения состояния мужского и женского гаметофитов позволяет в сжатые сроки выявить возможные причины отсутствия семенного возобновления ценочленистых видов.

Процент семязачатков, давших семена, варьировал у исследованных видов люцерны от 32 (у люцерны голубой) до 43 (у люцерны посевной).

Из трех видов клевера наибольшими потенциальными возможностями образования семян характеризовался клевер луговой. В разные годы исследований ПСП его составила 508,7 и 742,2. Но коэффициент продуктивности клевера лугового ниже, чем у клевера ползучего (23-25% и 35-45 %, соответственно).

По семенной продуктивности донника белого и донника лекарственного наблюдалась сходная картина с другими исследованными нами видами. Снижение потенциальной семенной продуктивности происходит при образовании бобов, почти 50% цветков остаются неоплодотворенными, и в дальнейшем осыпаются. Следующий этап снижения ПСП состоит в том, что из оплодотворенных семязачатков лишь половина дает семена. В итоге потенциальные возможности семенной продуктивности реализуются лишь на 14-26%.

Очевидно, что семенная продуктивность многолетних кормовых бобовых трав зависит от комплекса генетических и экологических факторов: соответствующие гены фенотипически проявляются на цитологическом и эмбриологическом уровнях. Они обуславливают стерильность пыльцы, аномалии развития семязачатков и их элементов, контролируют самонесовместимость. Также на семенную продуктивность влияют климатические и погод-

ные условия, поражаемость вредителями и болезнями, наличие опылителей и др.

Обобщая результаты, полученные при изучении семенной продуктивности многолетних бобовых, следует отметить, что ПСП значительно превышает РСП. Коэффициент продуктивности варьирует от 8 до 30% у видов люцерны, от 20 до 45% – у видов клевера, от 14 до 26% – у видов донника.

Причины снижения семенной продуктивности следующие:

- во-первых, происходит стерилизация части семязачатков до опыления. У люцерны она варьирует от 1 до 21%, у клевера – от 8 до 32%, у донника – от 0 до 13%. Стерилизация обусловлена как генетическими, так и физиологическими факторами; в верхушечных цветках соцветия, сформировавшихся позднее и в соцветиях, образовавшихся в более поздние сроки, процент стерильных семязачатков выше;

- во-вторых, происходит гибель фертильных, оплодотворенных семязачатков. Чаще такие картины наблюдались у растений разных видов клевера (до 16%). У исследованных видов люцерны дегенерирует до 15% семязачатков, у видов донника – до 8%;

- в-третьих, часть цветков остаются неопыленными и, соответственно, фертильные семязачатки – неоплодотворенными. Это может быть связано с неблагоприятными условиями среды, нехваткой опылителей, наличием цветущих одновременно других видов. В дальнейшем наблюдается дегенерация неоплодотворенных семязачатков. На этот этап приходится основная доля снижения семенной продуктивности у изученных растений видов люцерны (до 46% семязачатков) и донника (до 50%), в меньшей степени – у видов клевера (до 32%). Этот период является определяющим для будущего урожая семян.

**Выводы.** 1. Изучение потенциальной и реальной семенной продуктивности вносит существенный вклад в познание процесса семенного размножения растений.

2. Выявление причин низкого коэффициента продуктивности – необходимый этап в селекционных программах по повышению урожайности культурных растений.

## Литература

1. Ахундова В.А., Морозова З.А., Мурашев В.В. Морфогенез и продуктивность растений. М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1994. 160 с.
2. Ашурметов О.А., Каршибаев Х.К. Семенное размножение бобовых в аридной зоне Узбекистана. Ташкент : Изд-во ФАН, 2002. 204 с.
3. Вайнагий В.И. Методика определения семенной продуктивности представителей семейства лютиковых // Бюллетень Гл. ботан. сада. 1990. Вып. 155. С. 86–90.
4. Вольнец Г.П., Пальченко Л.А., Морозик Г.В. Причины низкой семенной продуктивности люцерны // Докл. АН СССР. 1989. № 12. Т.27. С. 1125–1127.
5. Жаринов В.И. Фактическая и потенциальная семенная продуктивность люцерны в зоне лесостепи УССР // Труды Харьков. с.-х. ин-та. 1977. Т. 235. С. 56–60.
6. Зимницкая С.А. Эмбриологические особенности *Trifolium trichocephalum* Vieb. и *Trifolium pannonicum* Jacq. при интродукции на Северном Урале в связи с низкой семенной продуктивностью : автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб, 1992. 20 с.
7. Злобин Ю.А. Репродуктивный успех // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. В 3 т. / под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб., 2000. Т. 3. С. 251–258.
8. Колясникова Н.Л. Репродуктивная биология некоторых многолетних видов *Astragalus (Fabaceae)* // Ботан. журн. 2004. № 5. Т. 89. С. 70–77.
9. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений : обзор проблемы. М., 1981. 96 с.
10. Мустафаев С.М. Хозяйственное использование бобовых природной флоры. Л. : Наука, 1989. 208 с.
11. Определение уровня потенциальной плодовитости завязей люцерны в связи с семенной продуктивностью / Л.И. Орел, А.И. Иванов, Л.Н. Константинова, Н.И. Дзюбенко // Бюллетень ВИР. Л., 1983. Вып. 131. С. 56–58.
12. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М. : Наука, 1975. 250 с.
13. Туркова Е.В. О биологии репродуктивного развития люцерны в связи с семенной продуктивностью // Вестник Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. 2002. №1. С. 37–42.
14. Carlos M. Herrera. Floral Biology, Microclimate, and Pollination by Ectothermic Bees in an Early-Blooming Herb // Ecology. 1995. No. 1. Vol. 76. P. 218–228.
15. Kaius Helenurm, Spencer C. H. Barrett. The reproductive biology of boreal forest herbs. II. Phenology of flowering and fruiting // Canadian Journal of Botany. 1987. № 65(10) P. 2047–2056.
16. Spencer C. H. Barrett, Kaius Helenurm. The reproductive biology of boreal forest herbs. I. Breeding systems and pollination // Canadian Journal of Botany. 1987. № 65(10). P. 2036–2046.

## ROLE OF REPRODUCTIVE BIOLOGY IN THE PROBLEM SOLUTION OF FODDER BEAN HERBS SEED EFFICIENCY INCREASE

**N.L. Kolyasnikova**, Dr.Bio.Sci., Professor,  
Perm State Agricultural Academy,  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [Kolyasnikova@list.ru](mailto:Kolyasnikova@list.ru)

### ABSTRACT

As objects of research, some bean herbs served: *Medicago*, *Trifolium*, *Melilotus*. Fertility of pollen was defined on temporary preparations. Pollen fertility was studied by painting grains with acetocarmine. Fertility of seed buds was studied by means of luminescent and iodine techniques. Seed efficiency was determined by Vaynagiya technique. The real seed efficiency of the investigated species was ten times less than the potential. Identification of the reasons of low coefficient of efficiency is a necessary stage in selection programs for increase of cultural plants productivity. The reasons of decrease in seed efficiency were established. There was a sterilization of seed buds before pollination. In the studied species, it reaches 32%. Sterilization is caused by genetic and physiological factors. In top flowers of an inflorescence, the percent of sterile seed buds was higher. There was a death of the fertile, impregnated seed buds. Such pictures were observed in plants of different types of *Trifolium* (to 16%). Part of flowers remains not pollinated and fertile seed buds – not impregnated. It is caused by adverse conditions of the environment, shortage of pollinators, the existence of other species blossoming at the same time. Further, there was a degeneration of not impregnated seed buds. The main share of decrease in seed efficiency at the studied plants of *Medicago* (to 46% of seed buds) and *Melilotus* (to 50%), to a less extent in *Trifolium* is the share of this stage (to 32%). This period is defining for future yield of seeds.

*Key words:* fodder bean herbs, potential and real seed efficiency, fertility, sterility.



## References

1. Ahundova V.A., Morozova Z.A., Murashev V.V. Morfogenez i produktivnost rastenii (Morphogenesis and plant productivity), M. izd-vo Mosk. gos. un-ta, 1994, 160 p.
2. Ashurmetov O.A., Karshibaev H.K. Semennoe razmnojenie bobovih v aridnoi zone Uzbekistana (Seed propagation of pulses in arid zone of Uzbekistan), Tashkent izd-vo FAN, 2002, 204 p.
3. Vainagii V.I. Metodika opredeleniya semЕННОЙ produktivnosti predstavitelei semeistva lyutikovih (Method for determination of seed productivity of representatives of Ranunculaceae), Byul. gl. botan. sada, 1990, Issue 155, pp. 86 – 90.
4. Volinec G.P., Palchenko L.A., Morozik G.V. Prichini nizkoi semЕННОЙ produktivnosti lyucerni (Causes of low seed production of alfalfa, Report AN SSSR, 1989, Vol.27, No. 12, pp. 1125 – 1127.
5. Jarinov V.I. Fakticheskaya i potencialnaya semennaya produktivnost lyucerni v zone lesostepi USSR (Actual and potential productivity of alfalfa seed in forest-steppe zone of the USSR) Tr. Kharkov. s.-h. in-t, 1977, Vol. 235, pp. 56 – 60.
6. Zimnickaya S.A. Embriologicheskie osobennosti *Trifolium trichocephalum* Bieb. i *Trifolium pannonicum* Jacq. pri introdukcii na Severnom Urale v svyazi s nizkoi semЕННОЙ produktivnostyu (Embryological features of *Trifolium trichocephalum* Bieb. and *Trifolium pannonicum* Jacq. when introduced in the Northern Urals in connection with low seed productivity), avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. SPb, 1992, 20 p.
7. Zlobin Yu.A. Reproductivnii uspeh (Reproductive success), Embriologiya cvetkovih rastenii. Terminologiya i koncepcii. In 3 vol. / under ed. T.B. Batiginoi. SPb, 2000, Vol. 3, pp. 251–258.
8. Kolyasnikova N.L. Reproductivnaya biologiya nekotoryh mnogoletnih vidov *Astragalus* (Fabaceae) (Reproductive biology of some perennial species of *Astragalus* (Fabaceae)), Botan. jurn. 2004, Vol. 89, No. 5, pp. 70 – 77.
9. Levina R.E. Reproductivnaya biologiya semennih rastenii obzor problem (Reproductive biology of seed plants: overview of the problem) M, 1981, 96 p.
10. Mustafaev S.M. Hozyaistvennoe ispolzovanie bobovih prirodnoi flori (Rational utilization of legume flora) L. Nauka, 1989, 208 p.
11. Opredelenie urovnya potencialnoi plodovitosti zavyazei lyucerni v svyazi s semЕННОЙ produktivnostyu (Determination of the level of potential fertility of ovaries of alfalfa seed in relation to productivity), L.I. Orel A.I. Ivanov L.N. Konstantinova N.I. Dzyubenko, Byul. VIR. L, 1983, Issue 131, pp. 56 – 58.
12. Pausheva Z.P. Praktikum po citologii rastenii (Workshop on cytology), M, Nauka, 1975, 250 p.
13. Turkova E.V. O biologii reproductivnogo razvitiya lyucerni v svyazi s semЕННОЙ produktivnostyu (Reproductive biology of alfalfa in connection with development of seed productivity), Vestn. Mosk. Un-ta. Ser. 16, Biologiya, 2002, No. 1, pp. 37 – 42.
14. Carlos M. Herrera. Floral Biology, Microclimate, and Pollination by Ectothermic Bees in an Early-Blooming Herb // Ecology. Vol. 76, No. 1. 1995, pp. 218-228.
15. Kaius Helenurm, Spencer C. H. Barrett The reproductive biology of boreal forest herbs. II. Phenology of flowering and fruiting // Canadian Journal of Botany, 1987, No. 65(10), pp. 2047-2056.
16. Spencer, C. H. Barrett, Kaius Helenurm. The reproductive biology of boreal forest herbs. I. Breeding systems and pollination // Canadian Journal of Botany, 1987, No. 65(10), pp. 2036-2046.

УДК 631.445.9

## МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ НА ГОРЕ ХОМГИ-НЁЛ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ, ЗАПОВЕДНИК «ВИШЕРСКИЙ»)

**И.А. Самофалова**, канд. с.-х. наук., доцент,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)

*Аннотация:* Изучены условия формирования и морфологические признаки горных почв на Северном Урале на территории государственного природного заповедника «Вишерский». Территория находится в пределах горной страны с перепадами высот 800-1200 м и фрагментами центральных осевых хребтов Урала. Детальное морфологическое описание почв особенно важно в горных территориях, так как на большей высоте условия почвообразования приводят к образованию почв, различия которых ярко выражены в цвете, структуре, мощности горизонтов. В исследованиях использовали профильный, сравнительно-географический методы. По морфологическим признакам определено классификационное положение почв по субстантивно-генетической классификации почв 2004 г. В гольцовом поясе мощность почвенных образований составляет 8-9...30-31 см, в подгольцовом поясе – 21...42, в горно-лесном поясе – 22...75.

В условиях горной тундры формируются маломощные почвы (подбуры и петроземы), по строению которых можно диагностировать первичное почвообразование. В подгольцовом поясе в березово-еловом черничнике в подпоясе горных криволесий формируются подбуры оподзоленные, на мезофильном лугу среди паркового редколесья-криволесья сформировалась органо-аккумулятивная серо-гумусовая почва, а в разреженных парковых лесах с высокотравными луговыми полянами – ржавозёмы. В горно-лесном поясе на склонах с крутизной более 5 градусов формируются маломощные литоземы, а на более пологих склонах в нижней части горно-лесного пояса формируются дерново-подзолистые иллювиально-железистые с признаками глееватости. Выявлены основные морфолого-генетические особенности почв: щелбиность, укороченный профиль, отчетливая дифференциация на горизонты, наличие оглеения, ожелезнения, оподзоливания.

*Ключевые слова:* высотный пояс, растительность, генезис горных почв, морфологические признаки почв, классификация почв.

**Введение.** В горных районах формируются разнообразные по генезису почвы [1-7]. Вопросы генезиса и географии горных почв частично изучены, а разделы классификации и систематики этих почв проработаны слабее. Стационарные исследования играют важнейшую роль в изучении почв и почвообразовательных процессов, их динамики. Однако, в настоящее время, в заповедниках России такие работы практически не ведутся, и только в 20 % заповедниках проводятся отдельные исследования почвенного покрова [8-13]. Для выявления почвенного эколого-генетического разнообразия горных территорий необходимо создание списка почв.

Почвы Урала начали изучать позже, чем других горных систем [14-22]. Северный Урал тянется более, чем на 500 км на север, начинаясь от горы Косьвинский Камень, и территориально находится в административных границах республики Коми и Пермского края. В Пермском крае уникальные биоценозы Северного Урала представлены в государственном природном заповеднике (ГПЗ) «Вишерский». Разнообразие и генетические особенности почв Северного Урала в пределах заповедника не изучались.

Цель исследований: изучить морфолого-генетические особенности почв на горе Хомги-Нёл в пределах западного макросклона Северного Урала и определить их классификационную принадлежность. Детальное морфологическое описание почв особенно важно в горных территориях, так как на большей высоте условия почвообразования приводят к образованию почв, различия которых ярко выражены в цвете, структуре, мощности горизонтов. Мезоморфологический облик каждой

почвы индивидуален. Это может быть обусловлено как геоморфологическими условиями, так и растительными сообществами.

**Методика.** Объектом исследований были горные почвы на территории заповедника «Вишерский», который является четвертым по величине в Европе. Располагается заповедник на крайнем северо-востоке Пермского края в верховьях реки Вишеры. Территория находится в пределах горной страны с перепадами высот 800-1200 м и фрагментами центральных осевых хребтов Урала. К востоку от реки Большая Мойва (левого притока реки Вишеры) возвышается наиболее мощный горный узел заповедника, где и расположен хребет Молебный Камень (1322 м). Почвенное обследование проведено в 2014 г. по основным элементам рельефа с высоты 920 м (горно-тундровый пояс) до 458 м (горно-лесной пояс). Используя катенарный метод, заложено 8 разрезов с отбором почвенных образцов на горе Хомги-Нёл (1301 м). По морфологическим признакам определено классификационное положение почв по субстантивно-генетической классификации почв [23].

Характерной особенностью рельефа Северного Урала является наличие древних поверхностей выравнивания, поднятых на разную высоту, поэтому здесь преобладают плосковершинные или куполовидные хребты и массивы, независимо от их высоты. Различные исследователи в разных местах Урала насчитывают от одной до семи выровненных поверхностей. Эти древние поверхности выравнивания служат доказательством неравномерного во времени поднятия Урала. Северный Урал характеризуется отсутствием со-

временного оледенения и наличием высотных поясов: холодные гольцовые пустыни, горные тундры, подгольцовый пояс (березовые криволиесья, парковые пихтово-еловые леса, луговые поляны), горно-лесной пояс (темнохвойная елово-пихтовая тайга, светлохвойные сосновые леса). Таким образом, многообразие условий формирования почв обуславливает и пестроту почвенного покрова [24, 25].

Почвообразующие породы в верхних частях склонов представлены элювием коренных пород, преимущественно кварцитов и сланцев, которые местами выходят на поверхность. На склонах почвообразование идет на рыхлых элювиально-делювиальных отложениях.

**Результаты.** Условия формирования почв на горе Хомги-Нёл представлены в таблице 1.

Таблица 1

Условия формирования почв на горе Хомги-Нёл (ГПЗ «Вишерский»)

№, Alt.,м	Крутизна, экспозиция характеристика	Рельеф	Растительность
<b>Гольцовый (горно-тундровый) пояс</b>			
8-14, 928	платообразный уступ, пробная площадка 8/1, N 61°12'105' и E 059°12'974'	однородная поверхность, слабый наклон к востоку, местами россыпи камней «колодцы выветривания»	мохово-лишайниковая пустошь
7-14, 870	45°, северо-западная, пробная площадка 6/1, N 61°12'192', E 059°12'017'	склон в окружении каменных россыпей, микрорельеф однородный	горно-пустошный луг, ассоциация горцево-ветреницево-моховой
<b>Подгольцовый пояс</b>			
6-14, 794	50°, 3, пробная площадка 7/1, N 61°12'347', E 059°12'669'	поверхность неровная, крупновалунная	мезофильный луг разнотравно-вейниковый с фрагментами низкотравно-зверобоевого
5-14, 682	45°, С-З, пробная площадка 5, N 61°12'779' и E 059°12'637'.	кочки, многочисленные неровности (валежник, возвышения под деревьями)	березово-еловый черничник
4-14, 540	10-15°, С-З, пробная площадка 4/1, N 61°12'779', E 059°10'040'.	неоднородный, сформирован валежником, возвышениями под деревьями, в условиях заболачивания, пересекается руслами проток и ручьев	елово-пихтовая тайга, ассоциация крупнотравно-папоротниково-вейниковая
<b>Горно-лесной пояс</b>			
3-14, 510	30°, С-З, пробная площадка 3/1, N 61°12'883' E 059°09'763'.	неоднородный микрорельеф, валежник и возвышениями под деревьями	елово-пихтовая тайга, ассоциация заболоченная крупнотравно-вейниковая
2-14, 490	5°, С-З, пробная площадка 2/1, N 61°12'970' E 059°09'333'.	заболоченный на протоках, кочки, неровности микрорельефа образованы валежником и возвышения под деревьями	пихтово-еловая тайга, ассоциация заболоченная крупнотравно-вейниковая
1-14 468	<5, С-З, пробная площадка 1/1, первая береговая терраса N 61°12'971' E 059°08'971	валежник, кочки под деревьями	пихтово-еловая тайга, ассоциация черничник голокучниковый

Горно-тундровый пояс растительности (850-1200 м) представлен разными типами открытых безлесных сообществ: травяно-моховыми, кустарничковыми, каменистыми, лишайниковыми тундрами, зарослями карликовой берёзки, которые находятся в разных сочетаниях. Горные тундры здесь чередуются с россыпями камней, представляющих гольцовые пустыни. Растительность бедная по видовому составу и большей частью представлена мхами и альпийской флорой. На высотах свыше 1200 м, среди крупно глыбовых завалов камней располагается самая верхняя зона высотной поясности Уральских гор – холод-

ные каменистые пустыни – гольцы. Растительность здесь представлена разноцветными пятнами произрастающих на камнях накипных лишайников. Таким образом, безлесные пространства характеризуются высокой контрастностью условий микроклимата, создающих разные сочетания условий выветривания и почвообразования.

В гольцовом поясе мощность почвенных образований варьирует и составляет 8-9...30-31 см. В суровых условиях горной тундры формируются маломощные почвы, по строению которых можно диагностировать первичное почвообразование (табл. 2).

## Морфологические признаки почв в горно-тундровом поясе на горе Хомги-Нёл (хребет Молебный Камень)

№, Alt., м	Морфологические признаки			Название почвы	
	Горизонты		h, см		Описание
	1977	2004			
8-14, 928	A <sub>0</sub>	O	0-1	Органическая корка, олиготрофно-торфяной, серо-коричневый	Подбур глеевый окисленно- глеевый
	Bfe,g	BFg	1-15	Иллювиально-железистый, ржаво-коричневый, влажный, бесструктурный, плотный, глинистый, твердый, встречаются ржавые пятна соединений Fe, переход в нижележащий горизонт ясный по цвету	
	G	Gox	15-31	Глеевый, сизый, влажный, бесструктурный, плотный, глинистый, твердый, встречаются ржавые пятна соединений Fe, переход в нижележащий горизонт постепенный	
7-14, 870	A <sub>0</sub>	O	0-6	Моховая подушка	Петрозем гумусовый
	A <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	W	6-8	Органо-минеральный, темно-серый, много древесных корней	
	R	R	8-9	Плотная порода	

На разных участках горной тундры сочетание агентов-почвообразователей приводит к формированию подбуров и петроземов. Почвенный профиль является неполно развитым, но четко дифференцирован на генетические горизонты по окраске и по содержанию специфических компонентов. Так, в разрезе 8-14 отчетливо выделяется органическая олиготрофно-торфяная корка, под которой сформирован иллювиально-железистый горизонт с признаками оглеения, а под ним – глеевый горизонт сизой окраски с ржавыми пятнами соединений железа. Таким образом, морфологически выражена иллювиальная аккумуляция железо-гумусовых соединений, формирующих специфический хемогенный альфегумусовый горизонт, который диагностирует альфегумусовые почвы, в частности, подбур. Длительное морозное выветривание, короткий теплый период способствуют длительному переувлажнению и хемогенной редукции соединений железа. Кроме диагностических горизонтов выделяются переходный (глеватость в альфегумусовом горизонте) и процессный признаки. Процессный признак ох отражает специфику миграции и аккумуляции веществ в связи с особенностями современных почвенных режимов в глеевом горизонте. Кроме того, в горно-тундровом (гольцовом) поясе встречаются слабо развитые почвы, которые представлены сла-

боразвитым гумусовым горизонтом W мощностью менее 5 см на плотной коренной породе. Этот горизонт является диагностическим, так как нет других почвенных горизонтов. Такие почвы формируются в местах скопления мелкозема между россыпями камней.

В подгольцовом поясе почвенные разрезы заложены на площадках, приуроченных к разным подпоясам, отличающихся преобладающей растительностью: подпояс мезофильных подгольцовых лугов (разрез 6-14), подпояс горных криволесий (разрез 5-14), подпояс подгольцовых редколесий (разрез 4-14) (см. табл. 1). Рельеф неоднородный и достаточно разнообразен: склоны различной крутизны, хорошо выражен микрорельеф, также биогенные формы рельефа. Многочисленные неровности микрорельефа образованы валежником и возвышениями под деревьями. Встречаются заболоченные участки, россыпи камней, пересекается руслами проток и ручьев.

Так, на мезофильном лугу разнотравно-вейниковым с фрагментами низкотравно-зверобоевого, среди паркового редколесья криволесья сформировалась органо-аккумулятивная серо-гумусовая почва, представляющая собой растянутый гумусовый профиль с постепенно изменяющейся окраской – от серо-черной до коричневой, с хорошо выраженной прочной структурой (табл. 3).

Морфологические признаки почв в подгольцовом поясе на горе Хомги-Нёл (хребет Молебный Камень)

№, Alt., м	Морфологические признаки			Название почвы	
	Горизонты		h, см		Описание
	1977	2004			
6-14, 794	A <sub>0</sub>	O	0-4	Лесная подстилка из опада хвойных и лиственных деревьев, задерненная, частично остатков травянистой растительности	Органо-аккумулятивная серогумусовая элювирированная метаморфизированная
	A <sub>1</sub>	AYel	4-8	Серогумусовый, серо-черный, свежий, мелкокомковато-зернистый, легкосуглинистый, уплотненный, мало корней, переход в нижний горизонт ясный по структуре и окраске	
	A <sub>1</sub> B	AYm	8-29	Серогумусовый, буро-коричневый, свежий, мелкоореховатый, твердоватый, суглинистый, плотный, мало корней, переход в нижележащий горизонт ясный	
	B	AY	29-34	Серогумусовый, коричневый, свежий, мелкоореховатый, плотный, суглинистый, твердый, встречаются хлоритовые сланцы, корней немного, переход в нижележащий горизонт постепенный	
5-14, 682	A <sub>0</sub>	O	0-6	Лесная подстилка из опада хвойных, лиственных деревьев, частично остатков травянистой растительности, мха	Лито-дерново-подбур оподзоленный
	A <sub>1</sub> G	AYe,g	6-10	Сизовато-серый (пепельный), влажноватый, комковатый, легкосуглинистый, слабопористый, корней мало, встречаются камни, переход в нижележащий горизонт ясный по структуре и окраске	
	B <sub>1</sub>	BH	10-15	Альфегумусовый, кофейно-коричневый, свежий, ореховатый, плотный, легкосуглинистый, твердоватый, корней единично, переход в нижележащий горизонт постепенный	
	B <sub>2</sub>	BF	15-21	Альфегумусовый, коричнево-рыжий, влажный, ореховато-комковатый, менее плотный, среднесуглинистый, корней единично, встречаются хлоритовые сланцы, переход постепенный	
4-14, 540	A <sub>0</sub>	O	0-3	Лесная подстилка, дерновая из опада хвойных и лиственных деревьев, частично остатки травянистой растительности, мха, мажущаяся	Ржавозем железисто-гранулированный
	A <sub>1</sub>	AY	3-16	Серогумусовый, темно-серый, влажноватый, зернистый, легкосуглинистый, рыхлый, редкие корни, встречаются оргштейны, переход в нижележащий горизонт ясный по структуре и окраске	
	B <sub>1</sub>	BFM <sub>gr</sub>	16-31	Железисто-метаморфический, ярко-коричневый, влажноватый, крупнозернистый, уплотнен, глинистый, твердоватый, встречаются оргштейны и хлоритовые сланцы, единичные корни, переход в нижележащий горизонт постепенный	
	B <sub>2</sub>	BFM	31-42	Железисто-метаморфический, коричневый, влажноватый, ореховато-зернистый, плотный, суглинистый, твердый, встречаются оргштейны, хлоритовые сланцы, щебень и древесина, единичные корни, переход постепенный	

Серогумусовый горизонт имеет переходные признаки элювирирования (el) и метоморфизации (m), выражающиеся, соответственно, в наличии осветленного материала в виде минеральных зерен, рассеянных в массе горизонта и в наличии ореховато-комковатой структуры.

В березово-еловом черничнике в подпоясе горных криволесий на крутой части склона (разрез 5-14) формируются почвы с альфегумусовым горизонтом, который диагностирует подбур, но так как профиль является укороченным (менее 30 см), то почву относим к литоподбуре, имеющему дерновый горизонт с

переходным признаком оподзоленности. Этот признак диагностирует оподзоленный подтип в подбурах.

В разреженных парковых лесах с высоко-травными луговыми полянами на покатых, пологих склонах в профиле почв морфологически выделяется железисто-метаморфический горизонт BFM, занимающий более половины профиля, и диагностирует почвы типа ржавозёмы. В диагностическом горизонте BFM выделяется процессный признак gr (железисто-гранулированный), который проявляется в гранулированной структуре.

Итак, в подгольцовом поясе формируются почвы с маломощным профилем, которые отчетливо дифференцированы на генетические горизонты, и переход одного горизонта в другой является ясным по структуре или окраске.

В горно-лесном поясе разрезы заложены на пробных площадках, отличающихся крутизной, напочвенным покровом в елово-пихтовой тайге. Рельеф в этом поясе является неоднородным, с хорошо выраженными биологическими формами. На слабо дренированных склонах встречаются заболоченные участки. Подпояс горных елово-пихтовых лесов с примесью березы, рябины и кедра занимает высоты 400-600 м. Лес редколесный и низкорослый (высота до 15 м). Существенные

изменения происходят и в составе древостоя. С подъемом в горы пихтово-еловая тайга постепенно превращается в елово-пихтовую. Резко возрастает доля березы (до 30 %) и доля кедра (10-30%). С редкостойностью горных лесов связано развитие в них густого травяного яруса. На хорошо дренированных склонах со средним увлажнением представлены крупнопоротниковые елово-пихтовые леса, а на влажных склонах и участках с временными водотоками развита разреженная высокотравная тайга и сырые хвощевые ельники.

В горно-лесном поясе под елово-пихтовыми лесами формируются почвы мощностью от 20 до 75 см (табл. 4).

Таблица 4

Морфологические признаки почв в горно-лесном поясе на горе Хомги-Нёл (хребет Молебный Камень)

№, Alt., м	Морфологические признаки				Название почвы
	Горизонты		h, см	Описание	
	1977	2004			
3-14, 510	A <sub>0</sub>	O	0-5	Лесная подстилка из опада хвойных и лиственных деревьев, частично остатков травянистой растительности, мха	Литозем серогумусовый метаморфизированный
	A <sub>1</sub>	A <sub>Y</sub> ao	5-12	Серогумусовый, темно-серый, свежий, комковато-порошистый, легкосуглинистый, рыхлый, корней мало, остатки лесной подстилки, встречаются хлоритовые сланцы, переход в нижний горизонт ясный по структуре и окраске	
	B	A <sub>Y</sub> m	12-29	Светло-коричневый, свежий, ореховато-призматический, плотный, суглинистый, твердый, встречаются орштейны, хлоритовые сланцы, корней мало, переход в нижележащий горизонт постепенный	
2-14, 490	A <sub>0</sub>	O	0-5	Лесная подстилка из опада хвойных и лиственных деревьев, частично остатков травянистой растительности, мха	Литозем серогумусовый глееватый потечно-гумусовый
	A <sub>1</sub>	A <sub>Y</sub> ao.g	5-11	Серогумусовый, темно-серый, сырой, следы оглеения, зернистый, суглинистый, твердоватый, много корней и остатки лесной подстилки, встречаются хлоритовые сланцы, переход в нижний горизонт ясный по структуре и окраске	
	B <sub>g</sub>	A <sub>Y</sub> .g,hi	11-20	Серогумусовый, оглеенный, коричнево-бурый, сырой, ореховато-комковатый, плотный, среднесуглинистый, твердый, встречаются орштейны и хлоритовые сланцы, корней мало, переход в нижележащий горизонт постепенный	
1-14, 468	A <sub>0</sub>	O	0-5	Лесная подстилка из опада хвойных и лиственных деревьев, частично остатков травянистой растительности, мха	Дерново-подзолистая иллювиально-железистая глееватая
	A <sub>1</sub>	A <sub>Y</sub>	5-11	Серогумусовый, серый, влажный, мелкозернистый (порошистый), суглинистый, уплотненный, много корней, переход в нижний горизонт ясный по структуре и окраске	
	A <sub>2</sub>	E <sub>g</sub>	11-16	Элювиальный, ярко-белесый, влажный, плитчатый, твердоватый, среднесуглинистый, плотный, встречаются орштейны, железистые конкреции, много корней, переход в нижележащий горизонт ясный	
	B <sub>1</sub>	B <sub>F</sub> g	16-34	Коричнево-бурый, влажный, ореховатый до мелко-ореховатого, плотный, тяжелосуглинистый, твердый, встречаются орштейны и соединения Fe, корней немного, переход в нижележащий горизонт постепенный	
	B <sub>2</sub>	B <sub>F</sub>	34-75	Желто-бурый, влажный, ореховато-призматический, менее плотный, тяжелосуглинистый, переход постепенный	

На склонах с крутизной более 5 градусов формируются маломощные *литоземы* (мощность профиля менее 30 см). На профилеобразующие процессы накладываются горизонтобразующие, которые проявляются в переходных (*g*, *ao*, *m*) и процессных (*hi*) признаках.

На более пологих склонах в нижней части горно-лесного пояса под пихтово-еловой тайгой сформировалась дерново-подзолистая ил-

лювиально-железистая почва с признаками глееватости. Профиль достаточно мощный для горной местности (75 см) и отчетливо дифференцирован на генетические горизонты.

Итак, на Северном Урале на горе Хомги-Нёл можно встретить почвы как первичного, так и постлитогенного почвообразования (табл. 5).

Таблица 5

Классификационное положение почв на горе Хомги-Нёл (ГПЗ «Вишерский»)

Таксономические единицы			
Ствол	Отдел	Тип	Подтип
Первичного почвообразования	Слаборазвитых почв	Петрозем	гумусовый
			метаморфизированный
Постлитогенного почвообразования	Литоземы	Серогумусовые	глееватый
			потечно-гумусовый
	Железисто-метаморфические	Ржавоземы	железисто-гранулированный
	Органо-аккумулятивные	Серогумусовые	элювиированный
			метаморфизированный
	Альфегумусовые	Подбуры глеевые Литодерново-подбур	окисленно-глеевый
оподзоленный			

**Выводы.** На основании морфогенетической характеристики почв на горе Хомги-Нёл на Северном Урале выделены отделы почв: литоземы (мощность профиля менее 30 см), железисто-метаморфические (наличие генетического горизонта BFM), структурно-метаморфические (наличие генетического горизонта BM), органо-аккумулятивные (срединный горизонт не выражен), слаборазвитые (наличие слаборазвитого гумусового горизонта W), альфегумусовые (выражена иллювиальная аккумуляция алюмо-железо-гумусовых соединений). Внутри отделов определены типы и подтипы почв, род (ненасыщенный, бескарбонатный); по мощности гумусового горизонта – вид почв (мелкие); по глубине и месту оглеения – поверхностно оглеенные; по степени насыщенности основаниями – сильно ненасыщенные и ненасыщенные. Разновидно-

сти выделены по гранулометрическому составу – от среднесуглинистой до глинистой, а по степени скелетности – средне- и сильноскелетные.

Выявлены основные морфолого-генетические особенности почв: щебнистость, укороченный профиль, отчетливая дифференциация на горизонты, наличие оглеения, ожелезнения, оподзоливания. Выделенные морфологические особенности диагностируют следующие элементарные почвообразовательные процессы в почвах на Северном Урале: дерновый, альфегумусовый, глеевый, подзолистый, иллювиальный, метаморфизации, элювиальный.

Изучение почвенного покрова необходимо продолжать для инвентаризации объектов охраны почв.

**Литература**

1. Урушадзе Т.Ф. О некоторых аспектах почвообразования в горных регионах // Почвоведение. 1979. № 1. С. 131–143.
2. Урушадзе Т.Ф. Горные почвы СССР. М.: Агропромиздат, 1989. 247 с.
3. Урусевская И.С. Типы поясности и почв – географическое районирование горных систем России // Почвоведение. 2007. № 11. С. 1285–1297.
4. FAO/UNESCO Soil Map of the World, 1 : 5 000 000. UNESCO. Paris, 1971-1975.
5. Buol S.W., Hole F.D., Cracken R.J. Soil genesis and classification // The Iowa State Univ. Press, Amer. 1973.
6. Heuberger By.H., Sgibnev V.V. Paleoglaciological studies in the Ala-Archa national Park, Kyrgyzstan, Northwestern Tian-Shan mountains, and using multitextural analysis as a sedimentological tool for solving stratigraphical problems // Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie. 1998, Band 34. P. 95–123.
7. Fu G., Shen Z., Zhang X., Yu C., Zhou Y. and Yang P., Response of ecosystem respiration to experimental warming and clipping at daily time scale in an alpine meadow of Tibet, "Journal of Mountain Science. 2013. vol. 10. pp. 455–463,.

8. Почвенный покров охраняемых территорий. Состояние, степень изученности, организация исследований / Г.В. Добровольский [и др.] // Почвоведение. 2003. № 6. С. 645–655.
9. Samofalova I. Geochemical features of the elemental composition of soils in undisturbed ecosystems in the Middle Urals (for example the Reserve «Basegi») French Journal of Scientific and Educational Research. No.2. (12), July-December, 2014. Vol. III. "Paris University Press". 2014. P. 156–170.
10. Samofalova I. Genetic Characteristics of Braun Forest Soils on the Middle Urals // American Journal of Environmental Protection. 2015. 4 (3-1). P. 148–156. (<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajep>).
11. Mikailsoy F.D., Samofalova I.A. Application of Entropy as Characteristics of Information Diversity Bulk Composition of Mountain Soils in the Middle Urals // Proceedings The Inter Conf. on (Applied Ecology: Problems, Innovations). Georgia: Tbilisi-Batumi, 2015. P. 118–124.
12. Dymov A.A., Zhangurov E.V., Hagedorn F. Soil organic matter composition along altitudinal gradients in permafrost affected soils of the Subpolar Urals // Catena. 2015. №131. P. 140–148.
13. Dymov A.A., Gabov D.N. Pyrogenic alterations of Podzols at the North-east European part of Russia: Morphology, carbon pools, PAH content // Geoderma. 2015. №241–242. P. 230–237.
14. Иванова Е.Н. Горно-лесные почвы Среднего Урала // Труды Почвенного ин-та АН СССР. 1949. Т. 30. С. 168–193.
15. Богатырев К.П., Ногина Н.А. Почвы горного Урала // Труды Почвенного ин-та АН СССР. 1962. С. 5–48.
16. Михайлова Р.П. Бурые грубогумусные ненасыщенные почвы Урала // Труды Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 1977. С. 87–142.
17. Дедков В.С., Павлова Т.С. Структура почвенного покрова как основа почвенного районирования западных предгорий Среднего Урала // Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск, 1982. С. 40–57.
18. Фирсова В.П., Дедков В.С. Почвы высоких широт горного Урала. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1983. 95 с.
19. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Горные почвы Среднего Урала (на примере ГПЗ «Басеги»). Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокрость», 2014. 154 с.
20. Титова А.А., Горячкин С.В. Почвы горных лугово-лесных экотонів Северного Урала // Труды Печоро-Илычского заповедника. 2010. Вып. 16. С. 195–201.
21. Почвы и почвенный покров Печоро-Илычского заповедника (Северный Урал) / Под ред. С.В. Дёгтевой, Е.М. Лаптевой, Сыктывкар, 2013. 328 с.
22. Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А. Морфолого-генетические особенности почв горных лугов Северного Урала // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 75. С. 36–47.
23. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 342 с.
24. Samofalova I.A. Characteristics of soils in the Northern Urals // The Proceedings of the International Congress on "Soil Science in International Years of Soils". 19-23 October, 2015. Sochi, Russia. Article book / Editor: Dr. Ev. Shein. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia. 2015. P. 368–371.
25. Cherepanova S., Samofalova I. Humus Soil Profiles in the Northern Urals («Vishercky» Natural Reserve) // The Proceedings of the International Congress on "Soil Science in International Years of Soils". 19-23 October, 2015. Sochi, Russia. Article book / Editor: Dr. Ev. Shein. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia. 2015. P. 72–75.

## MORPHOLOGICAL AND GENETIC FEATURES OF SOILS ON HOMGI-NYOL MOUNTAIN (NORTHERN URALS, VIPHERA RESERVE)

**I.A. Samofalova**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor  
Perm State Agricultural Academy  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)

### ABSTRACT

Conditions of formation and morphological features of mountain soils in the Northern Urals in the territory of the State natural Vishera reserve were studied.

The territory is located within the mountain country with altitudes 800-1200 m and fragments of the central backbones of the Urals. A detailed morphological description of soils is particularly important in the mountain areas, as at a higher altitude conditions of soil formation lead to the formation of the soil, which differences appear in color, structure, horizons depth. The studies used the profile, comparative geographical methods. Classification soil location on substantively-genetic soil classification, 2004 was morphologically defined. In goltsy belt, soil formation is 8-9...30-31 cm, in subgoltsy belt – 21...42, in mountain-forest belt – 22...75. In mountainous tundra low-depth soil formed (podburs and petrozems), on which it is possible to diagnose the initial soil formation. In the subgoltsy zone in birch-spruce hurtleberry in mountain elfin-woodland sub-belt podsolized podburs are formed, in moderate meadow among park sparse forest and woodland organo-accumulative grey



humic soil is formed, and in sparse forests with high-grass meadow – rzhavozions. In mountain-forest belt on the slopes with a gradient more than 5 degrees low-power litozems are formed, and on more gentle slopes at the bottom of the mountain-forest belt sod-podzol illuvial-glandular with gleysolic features are formed. The main morphological and genetic features of soil were revealed: rank soil, short profile, clear horizons differentiation, gleyzation, ferrugination, podzolization.

*Key words: altitudinal zone, vegetation, genesis of mountain soils, soil morphological features, soil classification.*

#### References

1. Urushadze T.F. O nekotorykh aspektakh pochvoobrazovaniya v gornykh regionakh (On some aspects of soil formation in mountain regions), *Pochvovedenie*. 1979, No. 1, pp. 131–143.
2. Urushadze T.F. *Gornye pochvy SSSR (Mountain soils of the USSR)* : Agropromizdat, 1989. 247 p.
3. Urusevskaya I.S. Tipy poyasnosti i pochv – geograficheskoe raionirovanie gornykh sistem Rossii (Types of belts and soil-geographical regionalization of mountain systems in Russia), *Pochvovedenie*. 2007. No. 11, pp. 1285–1297.
4. FAO/UNESCO Soil Map of the World, 1 : 5 000 000. UNESCO. Paris, 1971-1975.
5. Buol S.W., Hole F.D., Cracken R.J. Soil genesis and classification // The Iowa State Univ. Press, Amer. 1973.
6. Heuberger By.H., Sgibnev V.V. Paleoglaciological studies in the Ala-Archa national Park, Kyrgyzstan, Northwestern Tian-Shan mountains, and using multitextural analysis as a sedimentological tool for solving stratigraphical problems // *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*. 1998, Band 34, pp. 95–123.
7. Fu G., Shen Z., Zhang X., Yu C., Zhou Y. and Yang P., Response of ecosystem respiration to experimental warming and clipping at daily time scale in an alpine meadow of Tibet, *Journal of Mountain Science*. 2013, Vol. 10, pp. 455–463,.
8. Pochvennyi pokrov okhranyaemykh territorii. Sostoyanie, stepen' izuchennosti, organizatsiya issledovaniy (The soil cover protected areas. State the degree of knowledge organization research), G.V. Dobrovolskii [i dr.], *Pochvovedenie*, 2003, No. 6, pp. 645–655.
9. Samofalova I. Geochemical features of the elemental composition of soils in undisturbed ecosystems in the Middle Urals (for example the Reserve «Basegi») *French Journal of Scientific and Educational Research*. No.2. (12), July-December, 2014. Vol. III. "Paris University Press". 2014. P. 156–170.
10. Samofalova I. Genetic Characteristics of Braun Forest Soils on the Middle Urals // *American Journal of Environmental Protection*. 2015. 4 (3-1). P. 148–156. (<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajep>).
11. Mikhailsoy F.D., Samofalova I.A. Application of Entropy as Characteristics of Information Diversity Bulk Composition of Mountain Soils in the Middle Urals // *Proceedings The Inter Conf. on (Applied Ecology:Problems, Innovations)*. Georgia: Tbilisi-Batumi, 2015. p. 118–124.
12. Dymov A.A., Zhangurov E.V., Hagedorn F. Soil organic matter composition along altitudinal gradients in permafrost affected soils of the Subpolar Ural Mountains // *Catena*. 2015. №131. P. 140–148.
13. Dymov A.A., Gabov D.N. Pyrogenic alterations of Podzols at the North-east European part of Russia: Morphology, carbon pools, PAH content // *Geoderma*. 2015. №241–242. P. 230–237.
14. Ivanova E.N. Gorno-lesnye pochvy Srednego Urala (Mountain-forest soils of the Middle Urals), *Trudy Pochvennogo in-ta AN SSSR*. 1949, Vol. 30, pp. 168–193.
15. Bogatyrev K.P., Nogina N.A. Pochvy gornogo Urala (The soil of the mountain in the Urals), *Trudy Pochvennogo in-ta AN SSSR*, 1962, pp. 5–48.
16. Mikhailova R.P. Burye grubogumusnye nenasyshchennye pochvy Urala (Brown humus-unsaturated soil of Urals), *Trudy Pochvennogo in-ta im. V.V. Dokuchaeva*, 1977, pp. 87–142.
17. Dedkov V.S., Pavlova T.S. Struktura pochvennogo pokrova kak osnova pochvennogo raionirovaniya zapadnykh predgorii Srednego Urala (Soil structure as the basis for soil regionalization in the western foothills of the Middle Urals), *Serye lesnye pochvy Predural'ya i ikh ratsional'noe ispol'zovanie*. Sverdlovsk, 1982, pp. 40–57.
18. Firsova V.P. Dedkov V.S. Pochvy vysokikh shirot gornogo Urala (Soils of latitudes of the Urals), *Sverdlovsk: UNTs AN SSSR*, 1983, 95 p.
19. Samofalova I.A., Luzyanina O.A. Gornye pochvy Srednego Urala (na primere GPZ «Basegi»), (Mountain soils of the Middle Urals (on example natural reserve "Basegi»)), *Perm' : Izd-vo IPTs «Prokrost»*, 2014, 154 p.
20. Titova A.A., Goryachkin S.V. Pochvy gornykh lugovo-lesnykh ekotonov Severnogo Urala (The soil of mountain meadow-forest ecotones of the Northern Urals), *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika*, 2010, Vyp. 16, pp. 195–201.
21. Pochvy i pochvennyi pokrov Pechoro-Ilychskogo zapovednika (Severnyi Ural), (Soil and soil cover of Pechora-Ilych biosphere reserve (Northern Urals)), *Pod red. S.V. Degtevoi, E.M. Laptevoi, Syktyvkar*, 2013, 328 p.
22. Zhangurov E.V., Dubrovskii Yu.A., Dymov A.A. Morfologo-geneticheskie osobennosti pochv gornykh lugov Severnogo Urala (Morphological and genetic features of soils of mountain meadows of the Northern Urals), *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*. 2014, Issue 75, pp. 36–47.
23. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii (Diagnosis and classification of soils in Russia), *Smolensk*, 2004, 342 p.
24. Samofalova I.A. Characteristics of soils in the Northern Urals // *The Proceedings of the International Congress on "Soil Science in International Years of Soils"*. 19-23 October, 2015. Sochi, Russia. Article book / Editor: Dr. Ev. Shein. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia. 2015. P. 368–371.
25. Cherepanova S., Samofalova I. Humus Soil Profiles in the Northern Urals («Vishercky» Natural Reserve) // *The Proceedings of the International Congress on "Soil Science in International Years of Soils"*. 19-23 October, 2015. Sochi, Russia. Article book / Editor: Dr. Ev. Shein. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia, 2015, pp. 72–75.

# ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.3.087.73.8(470.57)

## ПРОБИОТИК «ВИТАФОРТ» В РАЦИОНАХ ЯГНЯТ МОЛОЧНОГО ПЕРИОДА

**А.А. Камильянов**, аспирант;  
**Ф.С. Хазиахметов**, д-р с.-х. наук,  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,  
ул. 50-летия Октября, д. 34, г. Уфа, Россия, 450001  
E-mail: [fail56@mail.ru](mailto:fail56@mail.ru), [kamilyanov.aidar@rambler.ru](mailto:kamilyanov.aidar@rambler.ru)

*Аннотация.* В условиях Республики Башкортостан в период с 2013 по 2015 год были изучены нормы скармливания пробиотика «Витафорт» ягнятам. Исследование проводилось в целях определения влияния пробиотика «Витафорт» на интенсивность роста и развития животных, их сохранность в молочный период, экстерьерные показатели, а также особенности воздействия бактерий *Bacillus subtilis* 11В на параметры метаболизма ягнят. Животных в контрольные и опытные группы подбирали по методу пар-аналогов, ягнят выращивали в одинаковых условиях содержания и кормления. Рацион животных контрольных и опытных групп был идентичен. Единственным отличием являлось то, что ягнятам опытных групп скармливали пробиотик «Витафорт» в утренние часы до кормления в течение 5 дней, с последующими 7-дневными перерывами. Пробиотик скармливали пероральным методом. Продолжительность опыта составляла 110 дней. При этом было сформировано 5 групп: 1 группа – контрольная-1 без пробиотика, 2 группа – контрольная-2 с пробиотиком «Ветом» – 50 мг/кг, 3 группа – опытная-1 с 0,02 мл пробиотика «Витафорт», 4 группа – опытная-2 с 0,1 мл пробиотика «Витафорт», 5 группа – опытная-3 с 0,2 мл пробиотика «Витафорт». Суточная доза скармливания пробиотика «Витафорт» приведена в расчете на 10 кг живой массы ягнят. Использование пробиотика «Витафорт» в рационах ягнят породы прекос в дозе 0,1 мл в расчете на 10 кг живой массы способствовало увеличению среднесуточного прироста на 9,6 % ( $P<0,01$ ), по сравнению с обычной контрольной группой и на 4,3 % ( $P<0,05$ ) по сравнению со второй контрольной группой, где к основному рациону добавляли пробиотик «Ветом». При использовании пробиотика «Витафорт» у ягнят опытной группы наблюдалась тенденция к увеличению экстерьерных показателей: высота в холке, высота в крестце, косая длина туловища, ширина груди, обхват груди, ширина в маклаках, обхват пясти. Результаты исследований состава крови животных показали, что изучаемые показатели во всех группах находились в пределах физиологической нормы, но при использовании пробиотика «Витафорт» наблюдалось повышение таких показателей, как гемоглобин, общий белок, кальций, фосфор неорганический, по сравнению с первой и второй контрольными группами ( $P<0,05$ ).

*Ключевые слова:* ягнята, рост и развитие, среднесуточный прирост, экстерьер, морфологические и биохимические показатели крови.

**Введение.** На современном этапе развития животноводства, в целях обеспечения большей сохранности молодняка и увеличения получаемой животноводческой продукции, все большую популярность приобретают пробиотики, в свою очередь являющиеся альтернативой антибиотическим препаратам [3,

7, 11, 12, 13]. Пробиотические препараты – это естественные живые микроорганизмы или продукты их ферментации, положительно влияющие на переваримость корма, а также способствующие улучшению состояния здоровья животных, конкурируя с патогенными и условно патогенными микроорганизмами за

счет развития полезной микрофлоры [1, 3, 6, 8, 10, 11]. Идеи применения пробиотиков зародились еще в начале 20-го века, когда И.И. Мечников выдвинул гипотезу о положительном действии бифидо- и лактобактерий, содержащихся в кисломолочных продуктах [1, 2, 9]. Так, в настоящее время наибольший интерес представляют пробиотики, применяемые как в медицинских, так и в ветеринарных целях на основе антагонистических бактерий рода *Bacillus* [1, 14, 15].

На современном этапе развития животноводства изучению эффективности использования пробиотиков в рационах животных уделяется большое внимание, но в то же время в овцеводстве их применение остается мало изученным [4, 5].

Целью исследований являлось установление эффективной дозы скармливания пробиотика «Витафорт» ягнятам от 10 до 120-дневного возраста, и его влияние на интенсивность роста, экстерьерные показатели и морфобиохимические показатели крови животных.

**Методы.** Научно-хозяйственные опыты проводились в условиях хозяйства ООО «Нур+Р» Караидельского района Республики Башкортостан на ягнятах породы прекос от десяти дневного возраста в течение 110 дней.

Пробиотик «Витафорт» был разработан на основе антагонистической бактерии рода *Bacillus subtilis* штамма 11В. Предварительные дозы скармливания пробиотика установлены, исходя из экспериментальных данных, полученных на подопытных лабораторных животных (белых беспородных мышах), для которых непатогенной и нетоксичной дозой являлась  $10^9$  колониеобразующих единиц (КОЕ)

на одно животное, данные установлены разработчиками препарата «Витафорт» ООО НПП «Биофорт» [3, 4, 5, 10].

Ягнят молочного периода в контрольные и опытные группы подбирали по методу пар-аналогов (пол, возраст, живая масса, происхождение), животных выращивали в одинаковых условиях содержания и кормления. Единственным отличием являлось то, что ягнятам опытных групп скармливали исследуемый пробиотик «Витафорт» в утренние часы до кормления, в течение 5 дней с последующими 7-дневными перерывами [3, 4]. Пробиотик скармливали пероральным методом. Продолжительность опыта составляла 110 дней. При этом было сформировано 5 групп: 1 группа – контрольная-1 – без пробиотика, 2 группа – контрольная-2 – с пробиотиком «Ветом» – 50 мг/кг, 3 группа – опытная-1 – с 0,02 мл пробиотика «Витафорт», 4 группа – опытная-2 – с 0,1 мл пробиотика «Витафорт», 5 группа – опытная-3 – с 0,2 мл пробиотика «Витафорт» [3]. Суточная доза скармливания пробиотика «Витафорт» приведена в расчете на 10 кг живой массы ягнят. Морфологический анализ крови проводился с помощью автоматического анализатора Abacus (Junior Vet), биохимический анализ проводили на биохимическом анализаторе Stat Fax 3300. Полученные результаты обрабатывали биометрически по методу Н.А. Плохинского [6].

**Результаты.** Использование в рационах ягнят пробиотика «Витафорт» в дозе 0,1 мл в расчете на 10 кг живой массы (четвертая опытная группа) показало следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей роста и развития ягнят

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Живая масса, кг в начале	5,5±0,05	5,6±0,06	5,5±0,07	5,6±0,06	5,6±0,05
в конце	27,5±0,43	28,7±0,21 *	28,2±0,75	29,7±0,38 **	28,1±0,28
Абсолютный прирост, кг	22,0±0,46	23,1±0,24 *	22,7±0,73	24,1±0,31 **	22,5±0,31
Среднесуточный прирост, г	200,0±3,78	210,0±2,34 *	206,4±5,78	219,1±3,55 **	204,5±3,11
К контролю, %	100	105,0	103,2	109,6	102,3
Относительный прирост, %	133,3±0,48	134,7±0,28 *	134,7±1,57	136,5±0,69 **	133,5±0,37

Разница достоверна: \* при  $P < 0,05$ ; \*\* -  $P < 0,01$  по отношению к первой контрольной группе

Среднесуточный прирост ягнят в 4-й опытной группе был выше на 9,6 % ( $P < 0,01$ ) по отношению к 1-й контрольной группе и,

соответственно, живая масса к концу опыта составила 29,7 кг, что больше на 2,2 кг ( $P < 0,01$ ) по сравнению с 1-й контрольной

группой. Использование пробиотика «Витафорт» в рационе четвертой группы также оказало положительное влияние по отношению ко второй контрольной группе, где скармливали пробиотик «Ветом 1.1.» в количестве 50 мг в расчете на 1 кг живой массы. На основании полученных результатов видно, что сред-

несуточный прирост в четвертой опытной группе был выше на 4,3 % ( $P < 0,05$ ) по отношению ко второй контрольной группе.

Экстерьерные особенности животных изучали путем взятия основных промеров тела, результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Промеры статей экстерьера ягнят в 4-месячном возрасте, см

Показатель	Группа				
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Высота в холке	55,1 ± 0,09	55,5 ± 0,15	55,2 ± 0,15	55,8 ± 0,15	55,6 ± 0,23
Высота в крестце	59,4 ± 0,19	59,3 ± 0,18	59,5 ± 0,24	59,6 ± 0,12	59,4 ± 0,19
Косая длина туловища	66,5 ± 0,29	66,4 ± 0,23	66,4 ± 0,21	66,9 ± 0,30	66,3 ± 0,33
Глубина груди	25,0 ± 0,06	25,1 ± 0,06	25,0 ± 0,03	25,1 ± 0,06	25,0 ± 0,03
Ширина груди	20,7 ± 0,12	20,9 ± 0,07	20,7 ± 0,09	21,0 ± 0,09	20,8 ± 0,15
Обхват груди	81,9 ± 0,19	82,1 ± 0,38	82,0 ± 0,29	82,4 ± 0,19	82,2 ± 0,17
Ширина в маклаках	18,8 ± 0,06	18,9 ± 0,09	18,8 ± 0,06	19,0 ± 0,18	18,9 ± 0,09
Обхват пясти	9,3 ± 0,12	9,5 ± 0,12	9,4 ± 0,09	9,5 ± 0,06	9,3 ± 0,06

Как видно из табл. 2, при использовании пробиотика «Витафорт» в рационах ягнят отмечена тенденция к увеличению высотных и широтных промеров статей экстерьера.

В процессе роста и развития животных, отдельные части тела, органы и ткани растут неравномерно, что влечет за собой изменения пропорций телосложения, которые можно выразить через индексы телосложения (табл. 3).

Таблица 3

Индексы телосложения ягнят в 4-месячном возрасте

Показатель	Группа				
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
Длинноноготь	54,7 ± 0,16	54,7 ± 0,19	54,7 ± 0,14	55,0 ± 0,20	54,9 ± 0,24
Растянutosть	120,6 ± 0,42	119,8 ± 0,30	120,2 ± 0,39	120,0 ± 0,80	119,4 ± 0,83
Грудной	82,9 ± 0,56	83,4 ± 0,33	82,6 ± 0,28	83,5 ± 0,45	83,0 ± 0,58
Перерослости	107,7 ± 0,21	106,9 ± 0,47	107,7 ± 0,34	106,9 ± 0,34	106,8 ± 0,27
Сбитости	123,1 ± 0,57	123,6 ± 0,52	123,5 ± 0,50	123,1 ± 0,59	123,9 ± 0,37
Костистости	16,8 ± 0,23	17,1 ± 0,26	17,1 ± 0,16	17,0 ± 0,06	16,7 ± 0,10
Тазогрудной	110,3 ± 0,65	111,0 ± 0,22	109,9 ± 0,66	110,6 ± 0,62	109,7 ± 1,19

На основании полученных данных можно констатировать, что изменения пропорциональности телосложения ягнят в период их роста протекали относительно одинаково, с некоторыми отклонениями в пользу опытных групп.

Морфологические и биохимические показатели крови ягнят во всех группах находились в пределах физиологической нормы. Однако использование пробиотика «Витафорт» в дозе 0,1 мл/10 кг живой массы в четвертой опытной группе положительно повлияло на количество гемоглобина, который был выше на 13 г/л, общего белка – на 4,6 г/л, кальция – на 0,4 ммоль/л, фосфора неорганического, соответственно, – на 0,11 ммоль/л по сравнению

с первой контрольной группой. Различия достоверны при  $P < 0,05$ . В четвертой опытной группе прослеживалось снижение уровня мочевины на 12,2 % (при  $P < 0,05$ ) по сравнению с первой контрольной группой. Понижение уровня мочевины в крови свидетельствует об отложении ее в организме.

При исследовании фракций белка в крови ягнят наиболее существенные изменения зафиксированы в четвертой опытной группе. Так количество альбуминов снизилось на 2,9 % ( $P < 0,05$ ) и повысилось количество гамма-глобулинов на 3,1 % ( $P < 0,05$ ), по сравнению с первой контрольной группой. Данное понижение альбуминов и повышение гамма-глобулинов свидетельствуют об интенсивности роста животных. А также при использова-

нии в рационе ягнят четвертой опытной группы пробиотика «Витафорт» регистрировалось достоверное увеличение содержания гемоглобина на 2,7 % ( $P < 0,05$ ), общего белка – на 2,2 % ( $P < 0,05$ ) и изменения фракций белка, а именно снижение альбуминов – на 1,7 % ( $P < 0,05$ ) и повышение гамма-глобулинов на 1,7 % ( $P < 0,05$ ), по отношению ко второй контрольной группе, что подтверждает интенсивность роста животных четвертой опытной группы.

**Выводы.** Использование в рационах ягнят пробиотика «Витафорт» в дозе 0,1 мл в расчете на 10 кг живой массы является наиболее оптимальным, что подтверждается динамикой живой массы, абсолютного, среднесуточного и относительного приростов, параметрами статей экстерьера и морфобиохимическими показателями анализов крови ягнят.

#### Литература

1. Андреева А.В. Восстановление микроэкологии кишечника // (Перспективы инновационного развития АПК: материалы междунаро. науч.-практич. конф.). Уфа, 2014. С. 242–246.
2. Долженкова, Г.М., Губайдуллин Н.М., Вагапов И.Ф., Тагиров Х.Х. Переваримость питательных веществ при включении в рацион бычков «Биодарина» // Национальная ассоциация ученых. 2015. № 4. С. 148–151.
3. Камильянов А.А., Хазиахметов Ф.С. Рост и развитие ягнят при использовании пробиотика Витафорт // Вестник Башкирского ГАУ. 2014. № 4 (32). С. 54–57.
4. Камильянов, А.А., Хазиахметов Ф.С. Влияние пробиотика Витафорт на продуктивные, морфологические и биохимические показатели крови ягнят // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: [www.science-education.ru/119-15020](http://www.science-education.ru/119-15020).
5. Нугуманов, Г.О., Хазиахметов Ф.С., Андреева А.В. Влияние пробиотика Витафорт и Ветом на состав кишечной микрофлоры поросят-отъемыше // Фундаментальные исследования. 2013. № 6. С. 606–610.
6. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
7. Тагиров Х.Х. Особенности весового роста телок черно-пестрой породы при скармливании пробиотической добавки «Биогумитель» // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 6. С. 26–29.
8. Тагиров Х.Х. Вагапов Ф.Ф., Никулина Н.Ш., Миронова И.В. Качественные показатели молочной продуктивности при скармливании коровам пробиотика «БИОГУМИТЕЛЬ-Г» // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 8. С. 28–30.
9. Тагиров, Х.Х., Долженкова Г.М., Вагапов И.Ф. Мясная продуктивность бычков при скармливании им кормовой добавки Биодарин // Зоотехния. 2015. № 7. С. 25–26.
10. Хабиров, А.Ф., Авзалов Р.Х. Результаты выращивания молодняка водоплавающей птицы при использовании пробиотика // Материалы междунаро. науч.-практич. конф. «Перспективы инновационного развития АПК» Уфа: Башкирский ГАУ. 2014. С. 401–405.
11. Хазиахметов Ф.С., Андреева А.Е., Камильянов А.А. Использование пробиотика Витафорт в рационах молодняка сельскохозяйственных животных // Материалы междунаро. науч.-практич. конф. «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». Ставрополь, 2013. С. 72–75.
12. Хазиахметов Ф.С. Рациональное кормление животных. СПб. : Лань, 2011. 361 с.
13. Fuller, R. Probiotics and prebiotics microflora managment for improved gut health [Text] /R. Fuller, G. R. Gibson // Clin. Microbiol. Infect. 1998. 4. P. 477–480.
14. Hučko, B. Rumen fermentation characteristics in pre-weaning calves redeiving yeast culture supplements / Hučko B., Vampidis V.A., Kodeš A., Christodoulou V., Mudřik Z., Polakova K., Plachý V. // Czech. J. Anim. Sci. 2009. 54. №10. С. 435–442.
15. Stein, T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions [Text] // Mol. Microbiol. 2005. Vol. 56. № 4. P. 845–857.

## VITAFORT PROBIOTIC IN DIETS OF LAMBS IN PREWEANING PERIOD

**A.A. Kamilyanov**, Postgraduate Student  
Bashkir State Agrarian University  
450001, Ufa, 50-letiya Octyabrya St., 34,  
E-mail: [kamilyanov.aidar@rambler.ru](mailto:kamilyanov.aidar@rambler.ru)

**F.S. Khaziahmetov**, Dr. Agr. Sci, Professor  
Bashkir State Agrarian University  
450001, Ufa, 50-letiya Octyabrya St., 34  
E-mail: [fail56@mail.ru](mailto:fail56@mail.ru)

#### ABSTRACT

Norms of feeding lambs with the Vitafort probiotic were investigated in conditions of Republic Bashkortostan in the period from 2013 to 2015. The research was conducted for the purpose to determine the effect of Vitafort probiotic on growth and development rate of animals, their preservation in preweaning period, exterior indicators, as well as features of the *Bacillus subtilis* 11B bacteria impact on metabolic parameters in lambs. The animals in the control and experimental groups were selected according to the method of paired analogs, and lambs were grown under identical

conditions. Ration of animals in control and experimental groups was identical. The only difference was that lambs of experimental groups were fed with the Vitafort probiotic in the morning hours before feeding for 5 days at 7-day intervals. The probiotic was fed orally. Duration of the experiment was 110 days. Five groups were formed: Group 1 – control 1 without probiotic, Group 2 – control 2 with Vetom probiotic – 50 mg / kg, Group 3 – 1 experienced with 0.02 ml Vitafort probiotic, Group 4– Experimental 2 0.1 ml of the Vitafort probiotic, Group 5 – Experiment with 0.2 ml of 3 Vitafort probiotic. The daily dose of the Vitafort probiotic feeding presented per 10 kg live weight of lambs. Use of Vitafort probiotic in diets of lambs in a dose of 0.1 ml per 10 kg of live weight has increased average daily growth by 9.6 % ( $P<0.01$ ) compared to the common control group and it was at 4.3 % higher with Vetom probiotic in the second control group ( $P<0.05$ ). When using Vitafort probiotic, lambs of the experimental group showed a tendency to increase exterior indicators: height at withers, height at sacrum, oblique body length, chest width, chest girth, width head of femur, girth metacarpus. Research lamb blood in all the control and test groups showed that morphological and biochemical values of animal blood were within physiological standard. Within physiological standard there was increased hemoglobin, crude protein, calcium, inorganic phosphorus in the fourth test group compared to the first control group. The same changes were observed in the second control group with Vetom probiotic in the main diet ( $P<0.05$ ).

*Key words: lambs, the growth and development, average daily gain, exterior, morphological and biochemical parameters of blood.*

#### References

1. Andreeva, A.V. Vosstanovlenie mikroekologii kishechnika (Restoring microecology intestine), Prospects of innovative development of agriculture: proceedings of an International scientific-practical conference. - Ufa, 2014, pp. 242-246.
2. Dolzhenkova, G.M. Perevarimost' pitatel'nykh veshchestv pri vkluchenii v ratsion bychkov «Biodarina» (The digestibility of nutrients when included in the diet of calves' Biodarina"), G.M. Dolzhenkova, N.M. Gubaidullin, I.F. Vagapov, Kh.Kh. Tahirov // National Association of Scientists, 2015, No. 4, pp. 148-151.
3. Kamilyanov A.A. Rost i razvitiye yagnyat pri ispol'zovanii probiotika Vitafort (Growth and development of lambs using probiotic Vitafort), A.A. Kamilyanov, F.S. Khaziakhmetov // Vestnik the Bashkir State Agrarian University, 2014, No.4 (32), pp. 54-57.
4. Kamilyanov, A.A. Vliyanie probiotika Vitafort na produktivnye, morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi yagnyat (Effect of Vitafort probiotic on productive, morphological and biochemical indices of the blood of lambs), A.A. Kamilyanov, F.S. Khaziakhmetov // Contemporary problems science and education, 2014, No. 5, -URL: [www.science-education.ru/119-15020](http://www.science-education.ru/119-15020).
5. Nugumanov, G.O. Vliyanie probiotika Vitafort i Vetom na sostav kishechnoi mikroflory porosyat-ot"emyshe (Effect of probiotic Vitafort Vetom and the composition of the intestinal microflora of weaned piglets), G.O. Nugumanov, F.S. Khaziakhmetov, A.V. Andreeva // Fundamental studies, 2013, No. 6, pp. 606-610.
6. Plohinsky N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov (Guide to of Biometrics for zoo technicians), M.: Kolos, 1969, 256 p.
7. Tahirov Kh.Kh. Osobennosti vesovogo rosta telok cherno-pestroi porody pri skarmivanii probioticheskoi dobavki «Biogumitel'» (Features of growth of heifers black-motley breed at feeding probiotic supplement "Biogumitel"), Dairy and beef cattle, 2013, No. 6, pp. 26 - 29.
8. Tahirov Kh.Kh. Kachestvennye pokazateli molochnoi produktivnosti pri skarmivanii korovam probiotika «BIOGUMITEL"-G» (Quality indicators milk productivity when fed to the cows of probiotic "BIOGUMITEL-G"), Kh.Kh. Tagirov, F.F. Vagapov, N.S. Nikulin, I.V. Mironov // Dairy and beef husbandry, 2014, No.8, pp. 28-30.
9. Tahirov, Kh.Kh. Myasnaya produktivnost' bychkov pri skarmivanii im kormovoi dobavki Biodarin (Meat efficiency of calves at feeding them feed additive Biodarin), Kh.Kh. Tagirov, G.M. Dolzhenkova, I.F. Vagapov // Zootechnics, 2015, No. 7, pp. 25-26.
10. Habirov, A.F. Rezul'taty vyrashchivaniya molodnyaka vodoplavayushchei ptitsy pri ispol'zovanii probiotika (Results cultivation of young growth waterfowl when using probiotic), A.F. Habirov, R.Kh. Avzalov / Prospects of innovative development of agriculture: proceedings of an International scientific-practical conference. Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2014, pp. 401 - 405.
11. Khaziakhmetov F.S. Ispol'zovanie probiotika Vitafort v ratsionakh molodnyaka sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh (Using of probiotics Vitafort in the diets of young farm animals), F.S. Khaziakhmetov, A.E. Andreeva, A.A. Kamilyanov // Actual problems improvement of technology of production and processing of agricultural products: proceedings of an International scientific conference. - Stavropol, 2013, pp. 72-75.
12. Khaziakhmetov F.S. (Ratsional'noe kormlenie zivotnykh) Rational feeding animals. - SPb.: Lan, 2011, 361 p.
13. Fuller, R. Probiotics and prebiotics microflora management for improved gut health [Text]/ R. Fuller, G. R. Gibson // Clin. Microbiol. Infect, 1998, 4, pp. 477-480.
14. Hučko, B. Rumen fermentation characteristics in pre-weaning calves receiving yeast culture supplements / Hučko B., Bampidis V.A., Kodeš A., Christodoulou V., Mudřík Z., Polakova K., Plachý V. // Czech. J. Anim. Sci. 2009, 54, No. 10, pp. 435-442.
15. Stein, T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions [Text]/ T. Stein // Mol. Microbiol, 2005, Vol. 56, No. 4, pp. 845-857.

УДК: 636.93

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ШКУРОК МОЛОДНЯКА ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

**О.Н. Сухих**, аспирант;

**Н.В. Пронина**, аспирант;

**А.Е. Кокорина**,

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства

и звероводства имени профессора Б.М. Житкова,

ул. Преображенская, 79, г. Киров, Россия, 610000

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

**О.Ю. Беспятых**, канд. биол. наук, доцент,

ФГБОУ ВПО Вятский государственный гуманитарный университет,

ул. Красноармейская, 26, г. Киров, Россия, 610002

E-mail: [b\\_oleg@mail.ru](mailto:b_oleg@mail.ru)

*Аннотация.* Новый препарат мирового уровня – это лигногумат, представляющий собой порошок или 20 % раствор на основе калиевых солей гуминовых кислот. Лигногумат в птицеводстве и свиноводстве стимулировал рост животных, повышал резистентность организма, улучшал обмен веществ. В звероводстве его не использовали, поэтому цель работы – изучить влияние лигногумата на качество шкурок молодняка пушных зверей. Исследования проводили на молодняке лисицы, норки и песца, разводимого в условиях Кировской области в 2012-2013 годах. Формировали 4 группы из зверей в возрасте 2 месяцев (начало июля). Животные опытных групп получали дополнительно к рациону 20%-ный раствор лигногумата из расчета, соответственно, 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг массы тела. Звери контрольной группы препарат не получали. После формирования зимнего волосяного покрова (ноябрь) животных убивали и оценивали качество шкурок по ГОСТ. Большинство зверей, получавших лигногумат, росли быстрее, чем контрольные животные. Площадь шкурок, наличие на них дефектов и зачет шкурок по качеству колебались в разных опытных группах, но, тем не менее, были в опытных группах выше, чем в контрольной. Следовательно, включение лигногумата в рацион способствует ускорению роста и улучшению качества шкурок молодняка пушных зверей. Оптимальной дозой лигногумата для лисиц является 0,1, для песцов и норок – 0,2 мл/кг массы тела. Препарат вводят в рацион в первые 10 дней каждого месяца, делая через 5 дней скармливания 2-дневные перерывы.

*Ключевые слова:* пушные звери, норка, лисица, песец, рост молодняка, качество шкурки, лигногумат.

**Введение.** Одним из путей повышения продуктивности пушных зверей клеточного разведения является применение в технологии кормления биологически активных веществ. В последнее время разработаны новые отечественные препараты гуминового ряда, соответствующие мировому уровню, в частности, лигногумат. Лигногумат – это кормовая добавка на основе калиевых солей гуминовых кислот, полученных методом окислительно-гидролитической деструкции лигносодержащего сырья от переработки древесины хвойных и лиственных пород. Выпускается в виде порошка и 20 % раствора. Препарат содержит около 58% органических веществ от сухого

вещества, 60% высокомолекулярных гуминовых и 40% фульвовых и низкомолекулярных кислот от органических веществ.

Препарат положительно зарекомендовал себя в птицеводстве и свиноводстве [1, 2, 3]. Лигногумат стимулирует рост животных, повышает общую резистентность организма, улучшает обмен веществ, обладает высокими антиоксидантными и антистрессовыми свойствами. Гуминовые препараты безвредны для животных и человека. Они не вызывают аллергии, не имеют канцерогенных, тератогенных и эмбриотоксических свойств.

В звероводстве лигногумат до настоящего времени не использовали, поэтому изучение

его влияния на рост, развитие и качество волосяного покрова пушных зверей представляет несомненный интерес для специалистов-практиков. Цель работы – изучить влияние лигногумата на качество шкурок молодняка пушных зверей.

**Методика.** Исследования проводили на серебристо-черной лисице, стандартной темно-коричневой норке и серебристом песце в ООО «Зверохозяйство «Вятка» (Кировская обл.) в 2012-2013 годах в соответствии с методическими указаниями по постановке научно-хозяйственных опытов по кормлению на пушных зверях [4]. Из молодняка лисицы и песца в возрасте 2 месяцев (начало июля) по принципу групп-аналогов были сформированы 4 группы. Зверей 1 (контрольной) группы содержали на общехозяйственном рационе. Животные 2, 3 и 4 групп дополнительно к рациону получали 20%-ный раствор лигногумата КД-Б из расчета 0,1, 0,2 и 0,3 мл/кг массы тела, соответственно. Из молодняка норки в возрасте 2 месяцев (начало июля) мы имели возможность сформировать только две группы: контрольную и опытную. Звери контрольной группы получали общехозяйственный рацион, а опытной – дополнительно к рациону получали лигногумат КД-Б из расчета 0,2 мл/кг массы тела. Препарат вводили в рацион в первые 10 дней каждого месяца, делая через 5 дней скармливания 2-дневные перерывы.

Животных выращивали в соответствии с принятыми технологиями клеточного разведения. Ежемесячно у зверей определяли живую массу на электронных весах с точностью до 10 г. После формирования зимнего волосяного покрова проводили убой животных (ноябрь) и оценивали качество шкурок по ГОСТ 2790-88 [5], ГОСТ 27769-88 [6], ГОСТ 7907-78 [7]. На основании этого определяли экономический эффект от применения лигногумата. Результаты исследований обработаны статистически с использованием программы «Biostat».

**Результаты.** Живая масса молодняка пушных зверей существенно различалась между группами к концу наблюдения (рис. 1а, 1б). Среди молодняка лисиц наибольшей массой тела обладали звери 4-й группы в сравнении с животными других групп. Меньше всего весили среди самок звери 1-й (контрольной) группы, среди самцов – 3-й группы. Необходимо отметить, что и самцы и самки 3-й груп-

пы весят меньше, чем животные, получающие другие дозы препарата (как меньшую, так и большую). Некоторое уменьшение массы самок лисиц в ноябре, вероятно, связано с наступлением в этом месяце устойчивых минусовых температур и, соответственно, с повышенным расходом энергетических запасов на обогрев тела. У зверей, получавших лигногумат, увеличиваются способности адаптации к холоду, энергетические запасы расходуются в меньшей степени, и масса тела почти не изменяется.

У песцов несколько другие закономерности роста (рис. 1в, 1г). Среди самок песца наибольшей массой обладали звери 2-й и 4-й групп, наименьшей – 3-й группы в сравнении с 1-й (контрольной) группой. Среди самцов больше всего весили животные 3-й и 4-й групп, меньше – 2-й группы в сравнении с контрольной группой.

У норок к концу наблюдения звери опытной группы превосходили контрольную (рис. 1д, 1е). Это вызвано достаточно резким снижением массы тела зверей контрольной группы в ноябре (чего явно не наблюдали в опытной группе), что обусловлено наступлением устойчивых минусовых температур и, соответственно, увеличением расхода энергии на обогрев тела. У норок, получавших лигногумат, повышались адаптационные возможности организма к минусовым температурам и энергетические запасы тела расходовались медленнее, поэтому масса тела почти не уменьшалась. Подобный эффект мы наблюдали при применении в рационе пушных зверей янтарной кислоты [8, 9, 10].

Площадь шкурки не всегда напрямую коррелирует с живой массой зверей. От самок лисиц наибольшие по площади шкурки получены в 4-й и 2-й группах, что, соответственно, на 0,8-0,6 дм<sup>2</sup> больше, чем в 1-й (контрольной) группе. От самцов разных групп получены шкурки почти равной площади. Наибольшие по площади шкурки от самок песца получены в 2-й и 3-й группах, что больше на 0,5-0,2 дм<sup>2</sup> в сравнении с 1-й (контрольной) и 4-й группами, соответственно. У самок наибольшая площадь шкурок также получена в 2-й и 3-й группах, что больше на 0,4-0,6 дм<sup>2</sup> в сравнении с 1-й (контрольной) группой. Шкурки от самок норок не различались по площади в разных группах, а от самцов опытных групп были несколько больше, чем от контрольных.



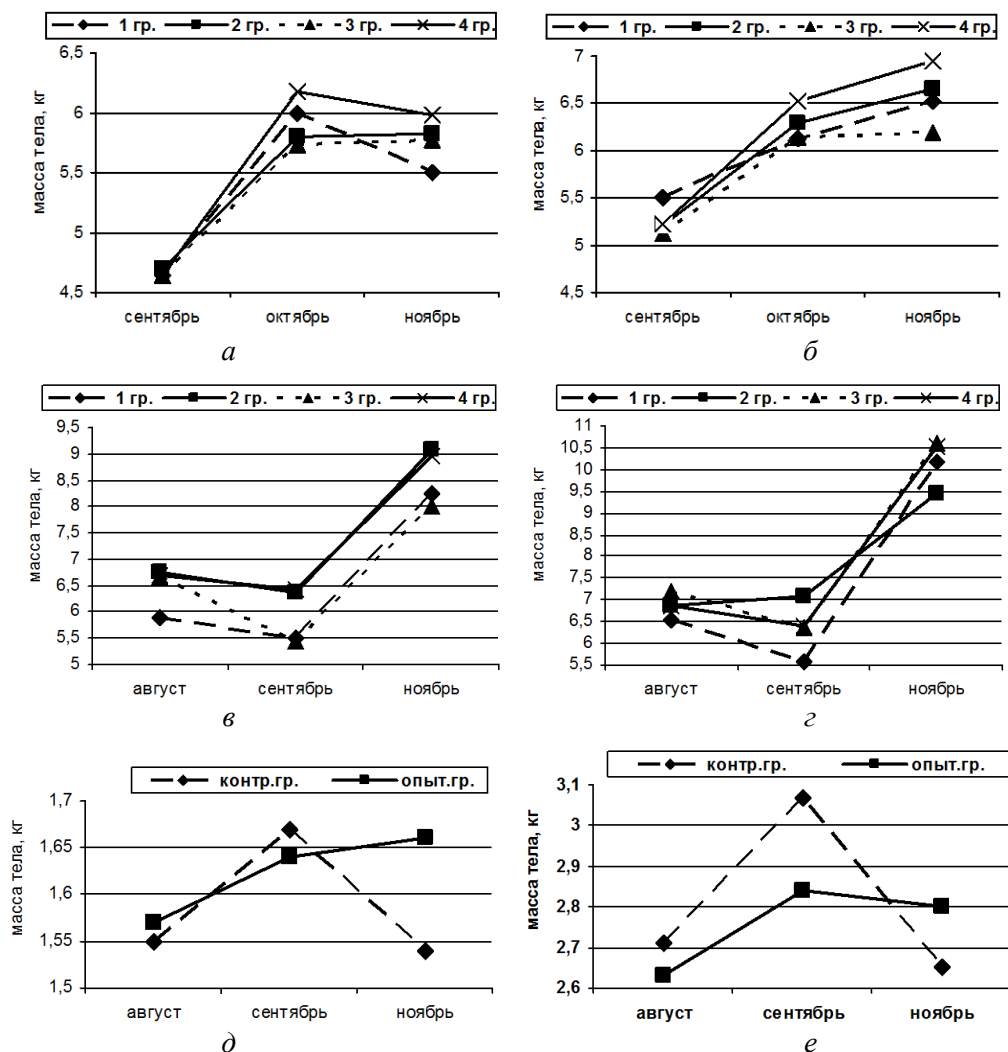


Рис. 1. Влияние лигногумата на динамику массы тела лисиц (а,б), песцов (в,г) и норок (д,е)

Все шкурки от самок лисиц 2-й группы не имели дефектов, от самок 3-й группы без дефектов получено 90 % шкурок, что на 18 и 8 % больше, чем в 1-й (контрольной) группе (рис. 2а). Наибольшее количество бездефектных шкурок от самцов лисиц получено в 1-й группе, но в этой же группе отмечено и наибольшее число шкурок со средним дефектом (рис. 2б). Во второй группе самцов меньше бездефектных шкурок на 7,7% в сравнении с 1-й группой, но в этой группе нет шкурок со средним дефектом.

От самок песцов все шкурки были бездефектными в 4-й группе, что на 33-36 % больше, чем в других группах (рис. 2в). Из них, в 1-й и 2-й группах, в отличие от 3-й, были еще шкурки со средним дефектом. От самцов песцов наибольшее число бездефектных шкурок получено в 3-й группе, что на 20 % больше,

чем в 1-й (контрольной) (рис. 2г). Во 2-й группе 12,5 % составляли шкурки с большим дефектом.

От самок норок несколько больше бездефектных шкурок получено в опытной группе, чем в контрольной (рис. 2д). Наибольшее количество бездефектных шкурок отмечено в контрольной группе самцов, в сравнении с опытной, но в ней присутствовали также шкурки со средним дефектом (рис. 2е).

Для специалистов-практиков наиболее важным критерием является зачет шкурок по качеству, который является совокупной оценкой размера шкурки и наличия на ней дефектов. Зачет шкурок лисиц по качеству был наибольшим у самок во 2-й группе, у самцов – во 2-й и 4-й группах, что, соответственно, на 6 и 2 % выше, чем в 1-й (контрольной) группе

(рис. 3а). Шкурки самок песцов имели наивысший зачет по качеству в 4-й группе, самцов – в 3-й группе, что, соответственно, на 8 и 7 % больше, чем в 1-й (контрольной)

группе (рис. 2б). Зачет шкурок норок по качеству был больше в опытной группе: у самок – на 7 %, у самцов – на 4 % в сравнении с контрольной группой (рис. 3в).

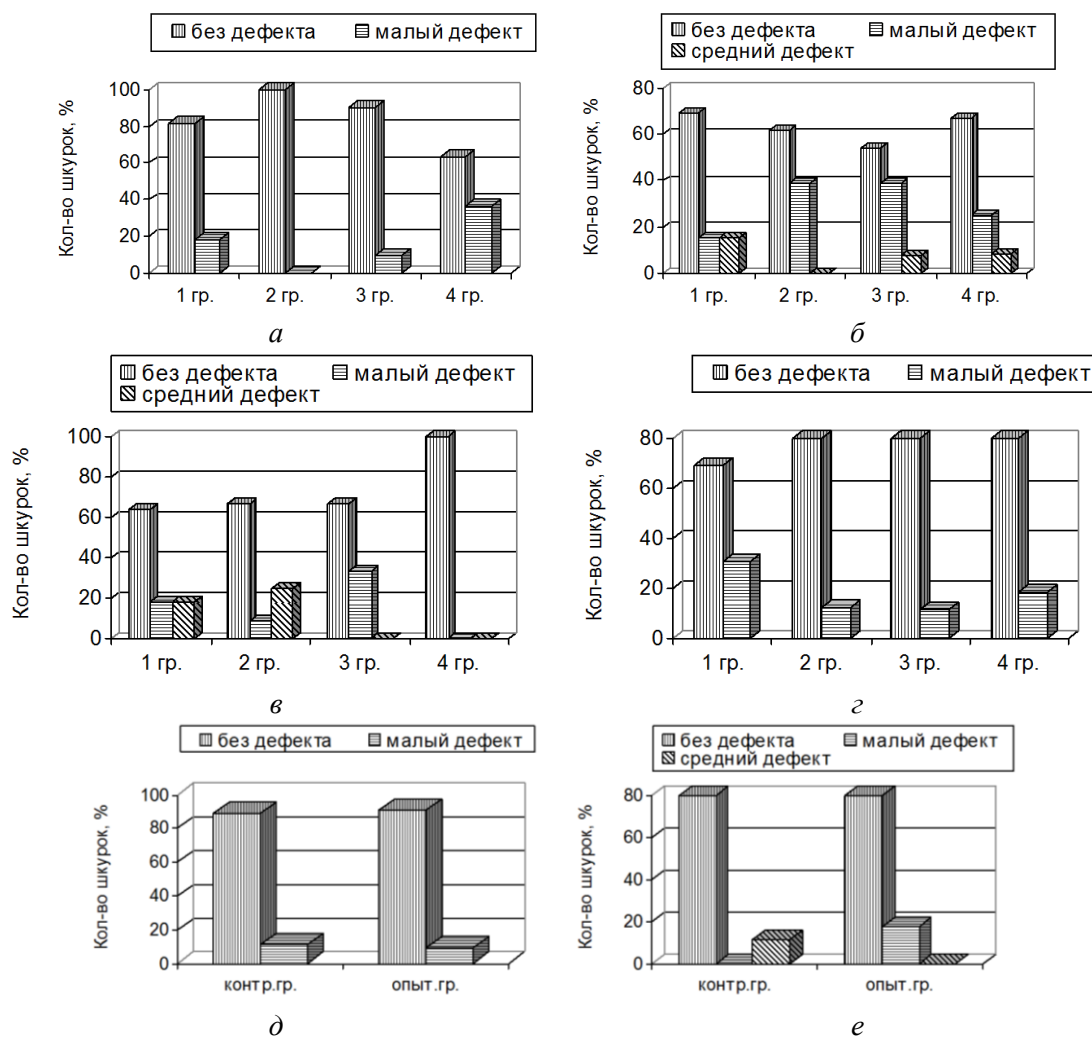


Рис. 2. Влияние лигногумата на дефектность шкурок от лисиц (а,б), песцов (в,г) и норок (д,е)

Расчет экономических показателей от введения лигногумата в рацион пушных зверей позволил сделать вывод о том, что у самок лисицы наибольший эффект получен в 2-й группе, у самцов лисицы – в 4-й группе (табл.). Тем не менее, суммарный эффект (вместе по самкам и самцам) выше в 2-й группе, в сравнении с другими. Также следует отметить «провал» эффективности воздействия препарата на организм лисиц 3-й группы. Подобную картину мы наблюдали ранее при применении в рационе пушных зверей янтар-

ной кислоты [8, 9, 10], что, вероятно, можно объяснить наличием у препарата нескольких доз, воздействующих на организм животного, и/или индивидуальными особенностями организма лисиц. У самок песца наибольший эффект отмечен в 4-й, у самцов – в 3-й группе, но наибольший суммарный эффект получен в 3-й группе в сравнении с другими (табл.). У норки изученная доза препарата способствовала повышению качества шкурок (табл.).

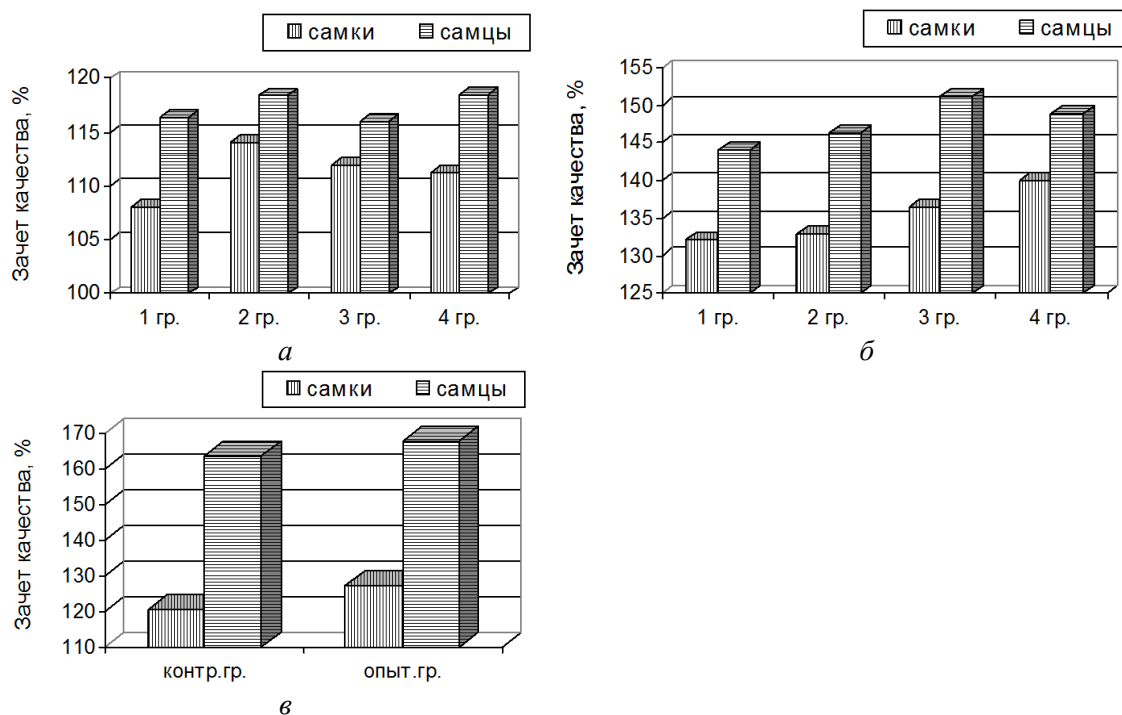


Рис.3. Влияние лигногумата на зачет по качеству шкурок от лисиц (а), песцов (б) и норок (в)

Таблица

Экономический эффект от применения лигногумата КД-Б, руб./гол.

Группы зверей		Опытные группы		
		2	3	4
Лисица	самки	291,7	171,6	213,9
	самцы	69,3	- 33,7	117,8
Песец	самки	117,0	182,5	239,5
	самцы	154,6	348,9	208,5
Норка	самки	-	98,3	-
	самцы	-	116,8	-

Несмотря на колебания в показателях роста зверей, площади шкурок и в наличии на них дефектов, зачет шкурок свидетельствует о способности препарата повышать качество шкурок молодняка лисиц, песцов и норок и, тем самым, получать экономический эффект от его включения в рацион. Учитывая суммарные эффекты препарата и практику кормления пушных зверей в зверохозяйствах (без разделения по полу), следует признать оптимальной дозой лигногумата КД-Б для включения в рацион лисиц – 0,1, песцов и норок – 0,2 мл/кг массы тела. Большая оптимальная доза лигногумата для песца в сравнении с лисицей, по-видимому, обусловлена более высокой гомеостатированностью организма песца, то есть меньшей реактивностью к изменяющимся условиям существования [11]. Выведенные

нами дозы меньше, чем дозы препарата у других животных (0,3 мл/кг массы тела), что объясняется особенностями метаболизма у животных разных видов [12, 13, 14].

Таким образом, на основании проведенных исследований предлагаем включать лигногумат КД-Б в рацион молодняка лисиц в дозе 0,1, песцов и норок – 0,2 мл/кг массы тела в первые 10 дней каждого месяца, делая через 5 дней скармливания 2-дневные перерывы.

**Выводы.** 1. Включение лигногумата КД-Б в рацион способствует ускорению роста и улучшению качества шкурок молодняка пушных зверей.

2. Оптимальной дозой препарата для лисиц является 0,1, для песцов и норок – 0,2 мл/кг массы тела.

## Литература

1. Бессарабов Б.Ф., Мельникова И.И., Фомин А. Эффективность «Лигногумата КД-А» при выращивании цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2006. № 6. С. 15–16.
2. Бессарабов Б.Ф., Мельникова И.И., Дугин А.В. и др. Применение Лигногумата КД в птицеводстве: методические рекомендации. М., 2007. 15 с.
3. Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Семёнов С.В. Физиологический статус организма свиней при использовании в рационе Лигногумата КД-А // Ветеринария Кубани. 2014. № 3. С. 15–16.
4. Балакирев Н.А., Юдин В.К. Методические указания проведения научно-хозяйственных опытов по кормлению пушных зверей. М., 1994. 31 с.
5. ГОСТ 2790-88. Шкурки лисицы клеточного разведения невыделанные. Технические условия. М., 1988.
6. ГОСТ 27769-88. Шкурки норки клеточного разведения невыделанные. Технические условия. М., 1988.
7. ГОСТ 7907-78. Шкурки песца голубого невыделанные. Технические условия. М., 1978.
8. Беспярых О.Ю., Кокорина А.Е., Тебенькова Т.В. Влияние разных доз янтарной кислоты на качество шкурок пушных зверей // Зоотехния. 2011. № 10. С. 18.
9. Беспярых О.Ю., Кокорина А.Е., Тебенькова Т.В. Рост и качество шкурок молодняка пушных зверей при использовании добавки янтарной кислоты // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 3. С. 91–97.
10. Kokorina A.E., Bespyatykh O.Yu., Tebenkova T.V. The influence of succinic acid on the quality of fur-bearing animals skin // Scientifur. 2012. Vol. 36 (3/4). P. 84–86.
11. Sillero-Zubiri C., Hoffmann M., McDonald D.W. Canids: foxes, wolves, jackals and dog. N.Y. USA, 2004. 430 pp.
12. Берестов В.А. Клиническая биохимия пушных зверей. Петрозаводск : Карелия, 2005. 160 с.
13. Биохимические показатели крови молодняка песцов разных цветовых окрасов. Ю.А. Березина и др. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2011. № 4. С. 5–8.
14. Tietch S., Karstad Z. Blood parameters of healthy mink // Canad. J. comp. med. and veter. science. 1972. Vol. 36. P. 275–281.

## IMPROVING THE QUALITY OF SKINS OF YOUNG FUR ANIMALS

**O.N. Sukhikh**, Post-Graduate Student

**N.V. Pronina**, Post-Graduate Student

**A.E. Kokorina**

Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming

79 Preobrazenskaya St., Kirov 610000 Russia

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

**O.Yu. Bespyatykh**, PhD in Biol., Associate Professor

Vyatka State University of Humanities

26 Krasnoarmeyskaia St., Kirov 610002 Russia

E-mail: [b\\_oleg@mail.ru](mailto:b_oleg@mail.ru)

## ABSTRACT

A new drug of world level is Lignohumate, which is a powder or a 20% solution based on potassium salts of humic acids. Lignohumate in poultry and pig production stimulates the growth of animals, increases the resistance of organism, improves metabolism. In fur farming it is not used, so the objective was to study the influence of Lignohumate on the quality of skins of young fur-bearing animals. The study was carried out with young foxes, minks and arctic foxes bred in the Kirov region in 2012-2013. Four groups of animals at the age of 2 months (beginning of July) were formed. Animals of the experimental group received additionally to the diet 20% solution of Lignohumate in 0.1, 0.2 and 0.3 ml/kg in proportion to body weight, respectively. Animals of the control group did not receive the drug. After the formation of hairline winter (November), animals were killed and the quality of the skins was assessed according to GOST. The majority of animals treated with Lignohumate, grew faster than the control animals. The size of the skins, the presence of defects therein and the classification of skins by quality indicates varied in different experimental groups. Nevertheless, they were higher in the experimental groups than in the control group. Therefore, the inclusion of Lignohumate in the diet helps to accelerate the growth of body and improve the quality of skins of young fur-bearing animals. The optimal dose of Lignohumate for foxes is 0.1, for arctic foxes and minks – 0.2 ml/kg of body weight. The drug is to enter the ration in the first 10 days of each month, making two-day breaks every 5 days of feeding.

*Key words: fur animals, mink, fox, arctic fox, the growth of animals, the quality of the skin, lignohumate.*

References

1. Bessarabov B.F., Melnikova I.I., Fomin A. Effektivnost «Lignogumata KD» pri virashivanii tsipliyat broylerov (Efficiency of "Lignohumate KD" in growing broiler chickens), Poultry, 2006, No. 6, pp. 15-16.
2. Bessarabov B.F., Melnikov I.I., Dugin A.V. et al. Primenenie Lidnogumata KD v ptitsevodstve: Metodicheskie rekomendacii (Lignogumate KD in poultry: guidelines), Moscow, 2007, 15 p.
3. Topuriya G.M., Topuriya L.Yu., Semenov S.V. Fiziologicheskij status organizma svinej pri ispolzovanii v racione Lignogumata KD-A (The physiological status of the organism of pigs at use in the ration of Lignohumate-KD-A). Veterinary Kuban. 2014, No. 3, pp. 15-16.
4. Balakirev N.A., Yudin V.K. Metodicheskie ukazaniya provedeniya nauchno-khozyaystvennykh opitov po kormleniyu pushnykh zverey (Methodical instructions on carrying out of scientific and economic experiments on the feeding of fur animals), Moscow, 1994, 31 p.
5. GOST 2790-88. Shkurki lisitsi kletochnogo razvedeniya nevidelannie. Tekhnicheskie uslovia (The skins of fox of cage breeding undressed. Specifications), Moscow, 1988.
6. GOST 27769-88. Shkurki norki kletochnogo razvedeniya nevidelannie. Tekhnicheskie uslovia (The skins of mink of cage breeding undressed. Specifications), Moscow, 1988.
7. GOST 7907-78. Shkurki pestsy golubogo nevidelannie. Tekhnicheskie uslovia (The skins of blue fox undressed. Specifications), Moscow, 1978.
8. Bespyatykh O.Yu., Kokorina A.E., Tebenkova T.V. Vliyanie raznykh doz yantarnoy kisloty na kachestvo shkurok pushnih zverey (Effect of various doses of succinic acid on the quality of skins of fur animals), Animal Husbandry, 2011, No.10, pp. 18.
9. Bespyatykh O.Yu., Kokorina A.E., Tebenkova T.V. Rost i kachestvo shkurok molodnyaka pushnih zverey pri ispolzovanii dobavki yantarnoy kisloty (Growth and quality of skins of young fur animals when using the additive of succinic acid), Problems of biology productive animals, 2011, No. 3, pp. 91-97.
10. Kokorina A.E., Bespyatykh O.Yu., Tebenkova T.V. The influence of succinic acid on the quality of fur-bearing animals skin, Scientifur, 2012, Vol. 36 (3/4), pp. 84-86.
11. Sillero-Zubiri C., Hoffmann M., McDonald D.W. Canids: foxes, wolves, jackals and dog, N.Y. USA, 2004, 430 p.
12. Berestov V.A. Klinicheskaya biohimia pushnih zverey (Clinical biochemistry fur animals), Petrozavodsk: Karelia, 2005, 160 p.
13. Berezina Yu.A., Bespyatykh O.Yu., Donskiy I.A., Perevozchikova M.A., Zhuravlev D.M. Biohimicheskie pokazateli krovi molodnyaka pestsov raznykh tsvetovih okrasov (Biochemical indicators of blood of young of polar foxes of different color types), Actual problems of veterinary biology, 2011, No.4, pp. 5-8.
14. Tietch S., Karstad Z. Blood parameters of healthy mink, Canad. J. comp. med. and veter. science, 1972, Vol. 36, pp. 275-281.

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ, БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

УДК 631.1:908

## КОНКУРЕНТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА

**Т.А. Дозорова**, д-р экон. наук, профессор;  
**Т.Н. Сушкова**, канд. экон. наук, профессор;  
**М.Р. Богапова**, аспирант,  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА  
б-р Новый Венец, 1, г. Ульяновск, Россия, 432017  
E-mail: [t.dozorova@yandex.ru](mailto:t.dozorova@yandex.ru), [bogapova-marina@rambler.ru](mailto:bogapova-marina@rambler.ru)

*Аннотация.* Для оценки текущих конкурентных возможностей региона была применена система показателей (индикаторов 1-го уровня). Поскольку конкурентные возможности сельского хозяйства зависят от совместного действия множества факторов, комплексная количественная оценка региональной конкурентоспособности была проведена с помощью сводного интегрального показателя, который формируется множеством частных показателей, дающих характеристику отдельных блоков. Для комплексной оценки конкурентных возможностей муниципальных районов Ульяновской области нами был предложен методический подход, который представлен в статье на примере двух блоков (операционного и инвестиционного). Ранжирование муниципальных районов по отдельным конкурентным позициям позволило оценить сложившуюся ситуацию региона в решении конкурентных задач в развитии сельской территории. При их определении были применены балльные оценки, что позволило выявить 5 районов-лидеров Ульяновской области: Мелекесский, Новомалыклинский, Чердаклинский, Ульяновский, Сурский. Анализ также показал, что существуют большие экономические различия конкурентных возможностей муниципальных районов Ульяновской области. При такой большой поляризации экономического пространства в регионе нет оснований говорить о росте региональной экономики как целостном едином организме. Все это в совокупности определило производственные возможности муниципальных районов Ульяновской области для ведения сельскохозяйственного производства, которые, несомненно, следует учитывать при разработке региональных программ социально-экономического развития.

*Ключевые слова:* региональная экономика, конкурентные возможности сельского хозяйства, конкурентные преимущества, операционная и инвестиционная деятельность, ресурсный потенциал.

**Введение.** В социально-экономическом развитии муниципальных районов Ульяновской области происходят постоянные изменения как во времени, так и в пространстве. Отслеживание этих изменений и определение точек роста является элементом и фактором повышения его конкурентоспособности. Развитие региональных комплексов должно опираться не только на территориальные особенности, но и на конкурентные преимущества региональной экономики, важнейшей составляющей которой является сельское хозяйство [6,7].

*Цель работы* состоит в определении конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области как показателя эффективности использования ими имеющегося ресурсного потенциала.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Выделить составляющие конкурентного преимущества сельского хозяйства муниципальных районов в регионе;

2. Предложить методический подход оценки конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области;

3. Дать комплексную оценку конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области, на основе рейтинга районов выявить их точки роста.

Конкурентоспособность региона в целом зависит от ряда социально-экономических факторов и степени использования региональных производственных возможностей [5].

Факторы, характеризующие конкурентные преимущества региона, многочисленны, поэтому для их систематизации нами были выделены следующие блоки (рис.1):



Рис. 1. Составляющие конкурентного преимущества региона

Комплексная оценка конкурентных возможностей региона проводится на основе расчетов взаимосвязанных индикаторов, дающих количественную характеристику степени развития ресурсного потенциала в рамках каждого блока.

Операционный блок включает в себя информацию о состоянии обеспеченности региона природными и производственными ресурсами.

Инновационный блок отражает потенциальную способность региона к производству новых знаний, открытию новых технологий. При этом реализация инновационного потенциала возможна только на основе эффективного использования трудового потенциала региона.

Инфраструктурный потенциал позволяет обеспечить ускоренный оборот материальных, финансовых и информационных потоков, повысить конкурентоспособность региональной экономики. Ускоренное развитие инфраструктуры приводит к смещению акцента с конкурентоспособности организации на конкурентоспособность территории.

Инвестиционный блок является катализатором модернизации экономики, так как определяется реализацией инновационного и инфраструктурного потенциалов региона и сель-

ских территории. Как показывает теория и практика инвестирования, активное участие отечественных и иностранных инвестиций обуславливает применение новых идей, новых технологий через участие в международном разделении труда.

Социально-демографический блок отражает обеспеченность региона трудовыми ресурсами, уровень и качество жизни на селе: обеспеченность жильем, доступность социальной инфраструктуры.

Финансовый блок отражает состояние эффективности производственной и финансовой деятельности, рентабельность экономики, ее способность к самообеспечению и развитию. Эффективность управления экономикой региона невозможна без объективной оценки своих конкурентных позиций на рынке, выявления сильных и слабых сторон региона и принятия оптимальных решений [8,9].

**Методика.** Для оценки текущих конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах региона применяется система показателей (индикаторов 1-го уровня) [2]. Операционная сфера характеризуется наличием основных производственных фондов, производством и реализацией сельскохозяйственной продукции. Показателями инвестиционной сферы являются объем инве-

стиций по видам экономической деятельности в сельском хозяйстве, инвестиционная и деловая активность региона.

Показатели финансовой деятельности характеризуются числом убыточных сельскохозяйственных организаций, их платежеспособностью и ликвидностью. Показатели социальной сферы – численность сельского населения региона, вовлеченность населения в производство и показатели, отражающие состояние развития в регионе здравоохранения, образования, благоустройства жилья и территории.

Поскольку конкурентные возможности сельского хозяйства зависят от совместного

действия множества факторов, комплексную количественную оценку региональной конкурентоспособности целесообразно проводить с помощью сводного интегрального показателя, который формируется множеством частных показателей, дающих характеристику отдельных блоков. Ранжирование муниципальных районов по отдельным конкурентным позициям позволяет оценить конкурентную ситуацию региона в целом в решении конкурентных задач в развитии сельской территории. При их определении применяются относительные величины – душевые, долевые, а в ряде случаев – балльные оценки [1,4].

Таблица 1

Сравнительная характеристика конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области

Регионы	Операционная деятельность					Инвестиционная деятельность					
	Стоимость товарной продукции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	Ранг	Стоимость основных производственных фондов на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	Ранг	Сумма рангов	Инвестиции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	Ранг	Государственная поддержка на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	Ранг	Коэффициент обновления основных средств	Сумма рангов
Мелекесский	1461	4	1665	2	6	293	3	163	4	0,15	7
Н.Малыклинский	1802	2	1276	5	7	518	2	71	13	0,08	15
Ст.Майнский	632	13	825	9	22	197	8	86	10	0,26	18
Чердаклинский	2578	1	2895	1	2	613	1	303	1	-	2
Вешкаймский	1080	7	883	8	15	174	11	278	2	0,06	13
Сенгилеевский	782	11	717	11	22	194	9	0,2	19	0,41	28
Теренгульский	315	18	268	16	34	14	20	7	18	0,01	38
Ульяновский	1486	3	1647	3	6	28	17	143	5	0,13	22
Цильнинский	905	8	587	14	22	181	10	86	10	0,18	20
Кузоватовский	606	14	615	12	26	237	5	88	9	-	14
Барышский	572	15	825	9	24	78	19	53	16	0,03	35
Инзенский	186	20	441	16	36	97	15	84	11	0,03	26
Карсунский	1260	6	1223	6	12	108	14	182	3	0,24	17
Майнский	882	10	742	10	20	95	16	70	14	0,10	30
Сурский	1413	5	1152	7	12	260	4	133	6	0,44	10
Николаевский	902	9	1466	4	13	212	6	126	7	0,06	13
Новоспасский	715	12	521	15	27	93	17	73	12	0,11	29
Павловский	208	19	191	18	37	92	18	44	17	0,10	35
Радищевский	414	17	348	17	34	172	12	54	15	0,08	27
Ст.Кулаткинский	548	16	591	13	29	115	13	95	8	0,14	21
Всего по области	1172	x	1248	x	x	373	x	132	x	0,15	x

**Результаты.** Комплексная оценка конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области, согласно предложенному нами методическому подходу, представлена в таблицах 1 и 2

на примере двух блоков (операционного и инвестиционного).

Комплексная оценка муниципальных районов Ульяновской области в зависимости от конкурентных возможностей сельского хозяйства дана на рисунке 2.



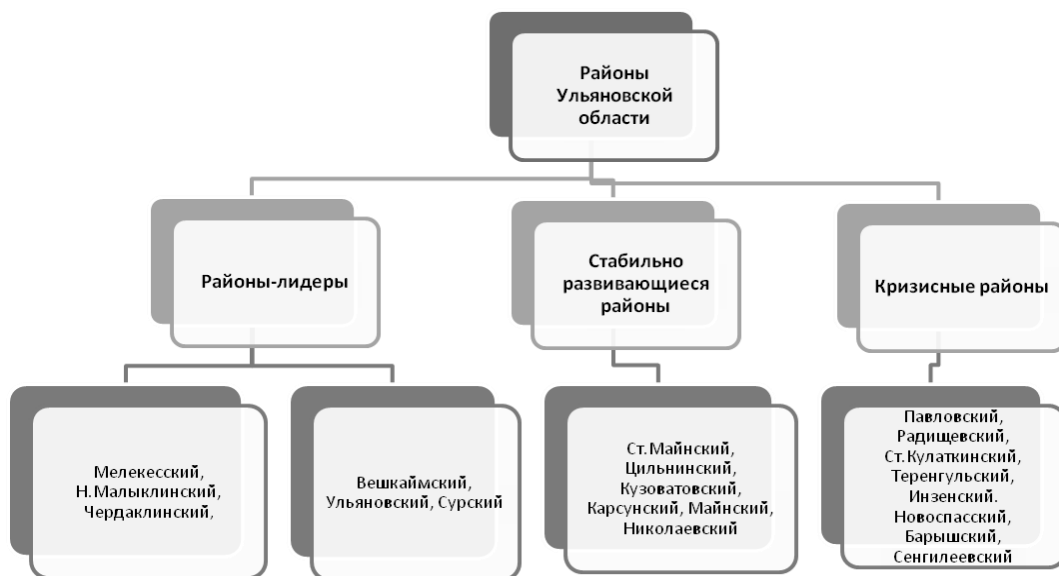


Рис. 2. Комплексная оценка конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области по операционной и инвестиционной деятельности

Таким образом, комплексная оценка конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах на основании рассчитанного интегрального показателя позволила ранжировать районы и определить группу лидеров, в которую вошли Мелекесский, Новомалыклинский, Чердаклинский, Вешкаймский, Ульяновский, Сурский районы. Для

более подробной характеристики операционной деятельности сельскохозяйственных организаций муниципальных районов нами была проведена их группировка по стоимости товарной продукции в расчете на единицу площади как основного показателя, характеризующего результаты операционной деятельности в сельском хозяйстве (таблица 2).

Таблица 2

Рейтинг муниципальных районов Ульяновской области

№	Группы по стоимости товарной продукции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	Рейтинг муниципальных районов Ульяновской области
1	От 1413 до 2578	1. Чердаклинский район 2. Новомалыклинский район 3. Ульяновский район 4. Мелекесский район 5. Сурский район
2	От 715 до 1260	6. Карсунский район 7. Вешкаймский район 8. Цильнинский район 9. Николаевский район 10. Майнский район 11. Сенгилеевский район 12. Новоспасский район
3	От 208 до 632	13. Старомайнский район 14. Кузоватовский район 15. Барышский район 16. Старокулаткинский район 17. Радищевский район 18. Теренгульский район 19. Павловский район 20. Инзенский район

По результатам рейтинга в группу с наивысшими значениями выхода стоимости товарной продукции на единицу площади вошли уже пять муниципальных районов с колебаниями значений признака от 2578 тыс. руб. – в Чердаклинском районе до 1413 тыс. руб. – в Сурском районе или в 1,82 раза.

Результаты проведенного анализа позволяют отметить, что существуют большие экономические различия конкурентных возможностей сельского хозяйства в муниципальных районах Ульяновской области, которые наглядно представлены в таблице 3.

Таблица 3

Степень неравномерности муниципальных районов Ульяновской области

Показатели	max и min значения показателей	Районы Ульяновской области	Коэффициент ассиметрии
Стоимость товарной продукции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	max 2578 min 208	Чердаклинский район Павловский район	12,4
Стоимость основных производственных фондов на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	max 2895 min 191	Чердаклинский район Павловский район	15,2
Инвестиции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	max 613 min 14	Чердаклинский район Теренгульский район	43,8
Государственная поддержка на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	max 303 min 7	Чердаклинский район Теренгульский район	43,3
Коэффициент обновления основных средств	max 0,44 min 0,01	Сурский район Теренгульский район	44,0

**Выводы.** Высокая неоднородность экономического пространства Ульяновской области ослабляет жизнеспособность региональной агросферы [12]. При такой большой поляризации экономического пространства в сельском хозяйстве нет оснований говорить о росте региональной экономики как целостного единого организма. Следует отметить, что на становление и разрешение проблем в развитии муниципальных районов Ульяновской области оказывают влияние и объективные факторы: природные и географические особенности региона, его климат, гидрографическая сеть, развитая транспортная инфраструктура, наличие богатых сырьевых ресурсов, удобное, с экономической точки зрения, положение. Все это формирует стартовый потенциал региона и возможности его дальнейшего развития [10,11]. К субъективным факторам относятся:

существующие распределительные отношения (региональные и межотраслевые), формирование экономической политики на разных уровнях иерархической системы управления, специализация региона и муниципальных районов, характер бизнеса, межотраслевые неравенства, связанные с разным органическим строением капитала. Кроме того, необходимо учитывать и специфические особенности сельскохозяйственного производства, его обеспеченность ресурсным потенциалом.

Все это в совокупности определяет производственные и конкурентные возможности муниципальных районов Ульяновской области для ведения сельскохозяйственного производства, которые, несомненно, следует учитывать при разработке региональных программ социально-экономического развития.

**Литература**

1. Рекомендации по прогнозу обеспечения регионов страны продовольствием на основе территориального разделения труда / А.И. Алтухов [и др.]. М. : ГНУ ВНИИЭСХ, 2006. 121 с.
2. Воронкова Е.Н. Производственный потенциал как фактор эффективности аграрного производства региона // Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Социально-экономические особенности развития дотационных регионов). Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2009.
3. Воронкова Е.Н. Влияние ресурсообеспеченности на эффективность функционирования аграрного сектора экономики // Сборник науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. Мичуринск : МичГАУ, 2009.
4. Дозорова Т.А., Нейф Н.М. Методические подходы оценки эффективности использования ресурсного потенциала сельскохозяйственными организациями // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3 (23). С. 132–138.
5. Дозорова Т.А. Аграрная политика: сущность, приоритеты и региональные особенности // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2 (26). С. 167–172.
6. Макконел К.Р. Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика. В 2 т. 1993. Т.2. 400 с.
7. Нейф Н.М., Яшина М.Л. Управление структурой капитала сельскохозяйственных организаций на основе оценки эффективности использования заёмных средств // Сборник материалов науч.-практ. конф. (Дни науки. Технологии управления в инновационной экономике). Уральский гуманитарный институт. 2012. С. 109–118.

8. Нейф Н.М. Региональный аспект экономического механизма природопользования // Сборник материалов Всерос. науч.-практич. конф. (Современное развитие АПК: региональный опыт, проблемы, перспективы). 2005. С. 245–250.
9. Нейф Н.М., Яшина М.Л. Бюджетная система РФ / Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. Ульяновск, 2011.
10. Нейф Н.М., Дозорова Н.А. Оценка ресурсного потенциала предприятия на основе матричной модели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 206–214.
11. Нейф Н.М., Богапова М.Р. Финансовый потенциал деятельности организации // Материалы Всерос. науч. конф. молодых ученых (Устойчивое развитие сельских территорий: теоретические и методологические аспекты), Ульяновск : УГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. С. 287–299.
12. Сушкова С.Н., Сушкова Т.Ю., Бушов В.А. Типология сельских территорий Ульяновской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4 (24). С. 134–138.
13. Becker Gary S. Human Capital. N.Y. : Columbia University Press, 1964. P. 94–144.
14. Bryson J. and Einsweiler R. (eds.). Strategic planning: threats and opportunities for planners. Washington, DC: Planners Press (APA), 1988.
15. Goodstein L., Nolan T. and Pfeiffer J. Applied strategic planning: a comprehensive guide. Toronto : McGraw-Hill, 199.

## COMPETITIVE ABILITIES OF AGRICULTURE AS RESOURCE POTENTIAL USE EFFICIENCY INDICATOR

**T.A. Dozorova**, Doctor of Economics, Professor,  
**T.N. Sushkova**, Candidate of Economic Sciences, Professor,  
**M.R. Bogapova**, Graduate Student  
 Ulyanovsk State Agricultural Academy  
 1 Boulevard Noviy Venets, Ulyanovsk 432017 Russia  
 E-mail: [t.dozorova@yandex.ru](mailto:t.dozorova@yandex.ru), [bogapova-marina@rambler.ru](mailto:bogapova-marina@rambler.ru)

### ABSTRACT

To assess the current competitive possibilities of the region, the indicators system was applied. As the competitive ability of agriculture depends on the combined effect of many factors, integrated quantitative estimation of regional competitiveness was carried out using the consolidated cumulative indicator, which is formed by a multitude of private indicators giving the characteristic of individual blocks. For the integrated assessment of the competitive capabilities of municipal districts of Ulyanovsk region, the authors proposed a methodical approach, which is presented in the article in two blocks (operational and investing). Ranking of metropolitan areas on individual competitive positions allowed assessing the situation in the region in addressing the competitive challenges in the development of the rural territory. Applied rating allowed identification of 5 regions-leaders in the Ulyanovskaya oblast: Melesskii, Novomalyklinskii, Cherdaklinskii, Ulyanovskii, Surskii. The analysis also showed that there are large economic differences of competitive capacity of Ulyanovskaya oblast's municipal districts. With such a large economic space polarization in the region, there is no reason to talk about the growth of the regional economy as an entire single body. All this has identified manufacturing capabilities of municipal districts in Ulyanovskaya oblast for agricultural production. Undoubtedly, it should be taken into account in the elaboration of regional socio-economic development programmes.

*Key words: regional economy, competitive advantages of agriculture, operational and investing activities, resource potential.*

### References

1. Rekomendatsii po prognozu obespecheniya regionov strany prodovol'stviam na osnove territorial'nogo razdeleniya truda (Recommendations to ensure the regions food forecasts based on territorial division of labour) A.I. Altukhov [i dr.]. M. : GNU VNIIESKh, 2006, 121 p.
2. Voronkova E.N. Proizvodstvennyi potentsial kak faktor effektivnosti agrarnogo proizvodstva regiona (Production potential as a factor of efficiency of agricultural production in the region), Materialy Vseross. nauch.-prakt. konf. (Sotsial'no-ekonomicheskie osobennosti razvitiya dotatsionnykh regionov). Tambov: Izdatel'skii dom TGU im. G.R. Derzhavina, 2009.
3. Voronkova E.N. Vliyaniye resursoobespechennosti na effektivnost' funktsionirovaniya agrarnogo sektora ekonomiki (The influence of the role of resource endowments on the effective functioning of the agrarian sector of the economy), Sbornik nauch. trudov Vseros. nauch.-praktich. konf. Michurinsk : MichGAU, 2009.
4. Dozorova T.A., Neif N.M. Metodicheskie podkhody otsenki effektivnosti ispol'zovaniya resursnogo potentsiala sel'skokhozyaistvennymi organizatsiyami (Methodical approaches assess the effectiveness of the use of resources by agricultural organizations), Vestnik Ul'yankovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2013, No. 3 (23), pp. 132–138.

5. Dozorova T.A. Agarnaya politika: sushchnost', priority i regional'nye osobennosti (Agrarian policy: essence, priorities and regional characteristics), Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014, No. 2 (26), pp. 167–172.
6. Makkonel K.R. Bryu S.L. Ekonomiks: printsipy, problemy i politika (Economics: principles, problems, and policies) in 2 vol., 1993, Vol.2. 400 p.
7. Neif N.M., Yashina M.L. Upravlenie strukturoi kapitala sel'skokhozyaistvennykh organizatsii na osnove otsenki effektivnosti ispol'zovaniya zaemnykh sredstv (Capital structure management of the agricultural organizations on the basis of an assessment of the effectiveness of the use of borrowed funds), Sbornik materialov nauch.-praktich. konf. (Dni nauki. Tekhnologii upravleniya v innovatsionnoi ekonomike). Ural'skii gumanitarnyi institut. 2012, pp. 109–118.
8. Neif N.M. Regional'nyi aspekt ekonomicheskogo mekhanizma prirodopol'zovaniya (The regional dimension of the economic mechanism of nature management), Sbornik materialov Vseros. nauch.-praktich. konf. (Sovremennoe razvitie APK: regional'nyi opyt, problemy, perspektivy), 2005, pp. 245–250.
9. Neif N.M., Yashina M.L. Byudzhetskaya sistema RF (RF budget system), Ul'yanovskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya. Ul'yanovsk, 2011.
10. Neif N.M., Dozorova N.A. Otsenka resursnogo potentsiala predpriyatiya na osnove matrichnoi modeli (Assessment of the resource potential of the enterprise based on matrix model), Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2012, No. 1, pp. 206–214.
11. Neif N.M., Bogapova M.R. Finansovyi potentsial deyatel'nosti organizatsii (Financial capacity of the Organization's activities), Materials of All. researcher. conf. young scientists Materialy Vseros. nauch. konf. molodykh uchenykh (Ustoichivoe razvitie sel'skikh territorii: teoreticheskie i metodologicheskie aspekty), Ul'yanovsk : UGSKhA im. P.A. Stoly-pina, 2014, pp. 287–299.
12. Sushkova S.N., Sushkova T.Yu., Bushov V.A. Tipologiya sel'skikh territorii Ul'yanovskoi oblasti (Typology of rural areas of Ulyanovsk oblast), Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2013, No. 4 (24), pp. 134–138.
13. Becker Gary S. Human Capital. N.Y. : Columbia University Press, 1964. P. 94–144.
14. Bryson J. and Einsweiler R. (eds.). Strategic planning: threats and opportunities for planners. Washington, DC: Planners Press (APA), 1988.
15. Goodstein L., Nolan T. and Pfeiffer J. Applied strategic planning: a comprehensive guide. Toronto : McGraw-Hill, 199.

УДК 338.27

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ: ЦИКЛИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**Т.Н. Захарченко,**

Финансово-экономическое управление администрации Пермского муниципального района,  
ул. Верхнемуллинская, д. 74а, офис 11, г. Пермь, 614000,

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

**Ф.З. Мичурина,** д-р геогр. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,

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

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

*Аннотация.* Проблема импортозамещения стала весьма актуальной. Увеличить объемы производства своей продукции – достойная цель развития отраслей пищевой промышленности. За длительный период в Пермском крае наблюдается устойчивое снижение объемов производства основных видов сельхозпродукции. Используя теорию длинных волн Н.Д. Кондратьева и статистические данные за 1935-2014 гг. об объеме валового производства основных видов сельхозпродукции (молока, мяса, зерна) и продуктов питания в регионе (мясных и колбасных изделий, хлеба и хлебобулочных изделий, муки, молочных продуктов), авторами построены модели их динамики и прогноза до 2020 года. В результате сделаны выводы о цикличности построенных моделей, о их приближенности к реальному циклу производства мясных продуктов. Прогнозируется рост производства основных продуктов питания, при этом результаты исследования дают основание утверждать, что пищевая промышленность края в среднесрочной перспективе будет наращивать производство продукции, используя также сырье, завезенное из других регионов. Результаты исследования могут быть использованы в качестве обоснования аграрной политики, проводимой в регионе, или в целях ее корректировки.

*Ключевые слова:* производство продукции сельского хозяйства, производство продуктов питания, длинные волны Н.Д. Кондратьева, прогнозирование.

**Введение.** Более года прошло с того момента, как наше государство ответило на санкции США, Канады, Швейцарии, Японии и Европейского союза в отношении России введением ответных мер – «антисанкциями» на импорт в страну продуктов питания. Это вызвало в российском обществе полемику. По мнению одних, это неплохой шанс для сельского хозяйства по импортозамещению своей продукцией. Другие считают, что для данной сферы экономики положительный эффект в виде перехода на полное импортозамещение отдельных видов сельхозпродукции может последовать лишь в среднесрочной и, что наиболее вероятно, в долгосрочной перспективе.

Обоснованная оценка этих различных мнений возможна на основе расчетов, выполненных по регионам, в том числе и по отдельным субъектам РФ. Этапность расчетов заключается в том, что, во-первых, целесообразно определить, в каком количественном значении необходимо увеличение средств производства в сельском хозяйстве, чтобы производство мяса, молока, овощей достигло объема, равного потреблению данных видов продукции населением.

Во-вторых, определить реальные производственные возможности. Без учета производственного потребления такой расчет выполнен по Пермскому краю на основе сопоставления показателей между производством и потреблением по мясу, молоку и овощам. По молоку это сделано на основе использования показателя надоев от 1 коровы в год, по мясу – среднего убойного веса 1 головы мясного скота герефордской породы в 18-месячном возрасте, по овощам – урожайности с 1 га. Расчет выполнен по данным 2013 года [3, с.47], который позволяет сделать вывод, что достигнуть поставленной цели возможно введением в оборот 1712,4 га пашни под овощи открытого грунта, увеличением поголовья коров на 35 133 головы и поголовья мясного стада – на 243 567 голов.

Достичь этих показателей за истекший период с начала реализации антисанкционных мер не удалось. Так, в 2014 году площадь пашни под овощи открытого грунта увеличилась лишь на 100 га по сравнению с предыдущим годом при снижении урожайности этих

культур с 301,8 до 287,1 кг с 1 га. Поголовье крупного рогатого скота на 01.06.2015 года составило 257,7 тыс. голов, что лишь на 3,6 тыс. головы больше, чем на 01.01.2014 года. Количество коров за аналогичный период даже сократилось с 104,7 тыс. голов до 103,5, поголовье свиней – с 204 до 196,8 тыс. голов.

В целях определения вероятности импортозамещения отдельных видов сельхозпродукции края в среднесрочной перспективе построены циклические модели валового производства таких видов сельхозпродукции, как молоко, мясо, яйцо (за 1940-2020 годы), зерно (за 1945-2020 годы), картофель, овощи (за 1950-2020 годы) [1, с.235, 2, с.15]. Построение моделей позволило сделать следующие выводы:

- валовое производство всех видов продукции, из числа рассматриваемых, находится в фазе кризиса, за исключением производства яиц. Производство мяса в убойном весе находится на понижающей фазе длинной волны;

- в среднесрочной перспективе достаточно высока вероятность перехода на импортозамещение по картофелю, яйцу, молоку;

- экстраполяция современной тенденции до 2020 года свидетельствует о перспективе снижения валового производства овощей и мяса.

**Методика.** В настоящем исследовании сделана попытка оценить вероятность импортозамещения в ином контексте, учитывая не только реальную практику производства сельскохозяйственной продукции, но и производства продуктов питания в Пермском крае на перерабатывающих предприятиях.

Известно, что продукция сельского хозяйства потребляется в процессе воспроизводства (часть молока – на выпойку телят, часть урожая – на семена и на корм скоту, телят – на ремонт и пополнение стада), а также населением, выращивающим на своих личных подсобных участках сельхозпродукцию или приобретающим продукцию через розничную и оптовую торговлю. Часть продукции используется в общественном питании и перерабатывается пищевой промышленностью. Ее предприятия, используя сельхозпродукцию в качестве сырья, поставляют на рынок готовые продовольственные товары, которые в итоге потребляются населением. Часть продукции

экспортируется, часть, теряя свои потребительские свойства, учитывается как потери.

Для ответа на вопрос о перспективе функционирования пищевой промышленности Пермского края, в ключе реализации идеи импортозамещения, использовано прогнозирование на основе использования длинных волн Н.Д. Кондратьева с построением графических моделей валового производства готовой для потребления продукции, переработки и первичной сельскохозяйственной продукции: молока, мяса и зерна. Модели в виде уравнений и графиков показаны на рисунке, отражающем реальную тенденцию с 1935 по 2014 год и прогноз до 2020 года. По методу наименьших квадратов полиномов динамические ряды сглажены и интерполированы. При этом степень полинома определена как равная 4 на основании того, что исследуемый период входит в границы длинной кондратьевской волны (40-60 лет). Наш анализ основан на данных за 79-летний период. В таком отрезке времени может быть лишь одна длинная волна, а экстремумов функции (пиков) – не более 3.

**Результаты.** Обосновать применение теории длинных волн Н.Д. Кондратьева в рамках настоящего исследования можно следующими посылками:

1. Мировая экономика находится на понижательной фазе V кондратьевского цикла, которая негативно сказывается на сельском хозяйстве и, соответственно, зависящей от него пищевой промышленности.

2. В качестве объекта исследования использовать пищевую промышленность, имеющую высокую степень зависимости от конъюнктуры рынка, вполне оправданно.

3. Волновая теория применима для среднесрочного прогнозирования на основе выявления длительности фазы цикла. Она позволяет предвидеть периодичность кризисов. Российская экономика за 25 лет столкнулась с тремя кризисами: в начале 90-х годов, в 1998 году и в 2008-м, действие последнего наблюдается до настоящего времени.

4. Наличие сформированной на основе исследования базы данных об объеме валового производства основных видов молочной и

мясной продукции пищевой промышленностью Пермского края за длительный период – с 1935 по 2014 гг.

Принимая во внимание эти посылки и используя полученную статистическую базу данных, построены кривые динамики валового производства продуктов питания (мяса, включая субпродукты I категории, колбасных изделий, цельномолочной продукции, сыров жирных, масла животного, муки, хлеба и хлебобулочных изделий) и продукции сельского хозяйства (молока, мяса, зерна) в крае за 1935-2014 гг. (рис.).

В результате моделирования и анализа валового производства отдельных видов сельхозпродукции и продуктов питания Пермского края за 1935-2014 гг. и прогнозирования до 2020 г. сформулированы позиции исследовательского предвидения перспективы на основе построенных моделей, имеющих циклический характер.

Во-первых, в перспективе до 2020 года вероятен рост валового производства лишь некоторых продуктов питания из числа рассматриваемых.

Во-вторых, валовое производство таких продуктов питания, как колбасные изделия, мясо, включая субпродукты I категории, мука, хлеб и хлебобулочные изделия находится в фазе кризиса, в то время как валовое производство молочных продуктов имеет более выигрышное положение и находится в начале повышательной волны. Из построенных моделей наиболее приближены к реальному циклу модели валового производства мясных продуктов (коэффициент детерминации более 0,9 или приближен к данному значению).

В-третьих, при прогнозируемом незначительном росте валового производства лишь такой продукции сельского хозяйства, как молоко и снижении производства других ее видов, пищевая промышленность края во временном отрезке до 2020 года сможет опираться на сельское хозяйство края в качестве источника своей сырьевой базы при одновременном широком использовании сырья, завезенного извне.

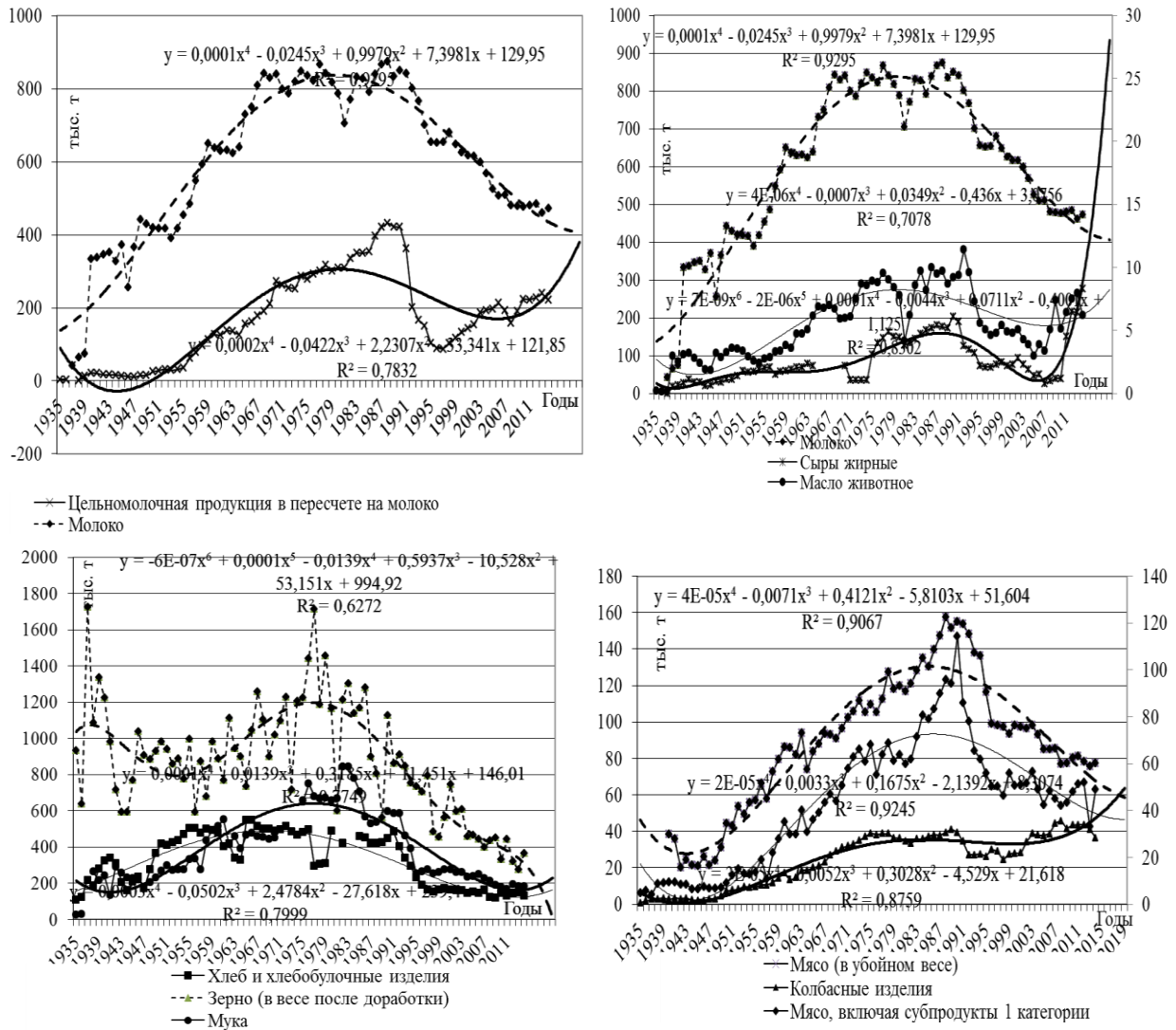


Рис. Графические модели цикла валового производства мяса и мясных продуктов, муки и хлебобулочных изделий, молока и молочных продуктов и прогнозируемые перспективы их производства в будущем периоде (до 2020 года). Составлено авторами по архивным и статистическим данным [4-15]

**Выводы.** В сложившейся ситуации и реальных тенденциях положительная перспектива импортозамещения продуктами питания пищевой промышленности края, сырьем для производства которых являются основные виды сельскохозяйственной продукции, возможна не в среднесрочной, а в более отдаленной перспективе.

В качестве методического вывода можно отметить, что применение в региональном ис-

следовании теории длинных волн Н.Д. Кондратьева при прогнозировании валового производства как первичной продукции сельского хозяйства, так и готовых продуктов питания вполне целесообразно. Полученные результаты исследования могут служить определенным ориентиром при проведении или корректировке направлений аграрной политики.

**Литература**

1. Захарченко Т.Н. Прогнозирование развития сельского хозяйства // «Молодежная наука 2014: технологии, инновации»: Всерос. науч.-практич. конф. (2014; Пермь). Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокрость», 2014. С. 235.
2. Захарченко Т.Н. Прогнозирование развития сельского хозяйства региона в условиях кризиса (на примере Пермского края) // «Молодежная наука 2015: технологии, инновации»: Всерос. науч.-практич. конф. (2015; Пермь). Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокрость», 2015. С. 15.

3. Захарченко Т.Н. Производство и потребление сельскохозяйственной продукции в Пермском крае в условиях импортозамещения // «Актуальные вопросы экономики»: Краевая науч.-практич. конф. (2014; Пермь). Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокрост», 2014. С. 47.
4. Каблов А.И., Климов А.А. Пермская область в цифрах и фактах: Прикамье за 70 лет Советской власти. Пермь : Кн. изд-во, 1987. 110 с.
5. Молотовская область в первой послевоенной сталинской пятилетке 1946-1950 гг. Молотов, 1952 / сост. В. Тиунов // ГАПК. Ф. Р-564. Оп. 4. Д. 164. Л. 148.
6. Молотовская область. 1939-1943 гг. / сост. В. Тиунов // ГАПК. Ф. Р-564. Оп. 4. Д. 152. Л. 148.
7. Народное хозяйство Молотовской области: статистический сборник / Молотовское обл. стат. управление. Молотов : Молотовское кн. изд-во, 1957. 201 с.
8. Народное хозяйство Пермской области в 11-й пятилетке : статистический сборник. Пермь: Кн. изд-во, 1986. 182 с.
9. Народное хозяйство Пермской области в девятой пятилетке (1971-1975 гг.) : статистический сборник. Пермь : Кн. изд-во, 1976. 215 с.
10. Народное хозяйство Пермской области в десятой пятилетке. 1976-1980 : статистический сборник. Пермь : Кн. изд-во, 1981. 327 с.
11. Народное хозяйство Пермской области за годы Советской власти : статистический сборник. Пермь : Кн. изд-во, 1977. 144 с.
12. Пермская область в цифрах : статистический сборник / Статистическое управление Пермской области. Свердловск : Свердловское отд. изд-во «Статистика», 1970. 247 с.
13. Пермский край в цифрах 2014 года. [Электронный ресурс] / URL: [http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/permstat/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/permstat/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (дата обращения 11.09.2015).
14. Пищевая промышленность Пермской области (методическая разработка в помощь лектору, преподавателю народного университета сельского хозяйства и экономических знаний). Пермь : Правление областной организации «Знание», 1983. 45 с.
15. Экономика Молотовской области в условиях отечественной войны 1940-1944 гг. / сост. В. Тиунов // ГАПК. Ф. Р-783. Оп. 1. Д. 6. Л. 45.

## STUDY OF THE CONDITIONS OF IMPORT SUBSTITUTION: CYCLICAL APPROACH TO FORECASTING FOOD PRODUCTION

### T.N. Zakharchenko

Financial-economic administration authority of the Perm district  
Office 11, 74A Verkhnemullinskaya St., Perm 614000 Russia  
E-mail: [orp-feu@yandex.ru](mailto:orp-feu@yandex.ru)

**F.Z. Michurina**, Doctor of Geographical Sciences, Professor,  
Perm State Agricultural Academy  
23, Petropavlovskaya St., Perm 614099 Russia  
E-mail: [kafedrapgsha@bk.ru](mailto:kafedrapgsha@bk.ru)

### ABSTRACT

The problem of import substitution has become very important. Increase the production of products is a worthy objective for development of the food industry branches. The authors propose to determine the possibility to solve the tasks based on the current structure of gross production of agricultural products and food products. Over a long period in Permskii krai there was a steady decline in production of main kinds of agricultural products. Using the theory of Kondratyev long waves and statistics data for 1935-2014 about the volume of the gross production of the main types of products (milk, meat, grain) and food in the region (meat and sausage products, bread and bakery products, flour, dairy products), the authors constructed dynamics and forecast models to the year 2020. It resulted in the findings about cyclicity nature of the constructed models, of their proximity to the actual cycle of meat products production. It is supposed to increase production of basic food products. In this case, the results of the study give grounds to assert that the food industry in the medium term will increase production, using raw materials imported from other regions. The results of the study are helpful in support of agricultural policies in the region or in revising it.

*Key words: agriculture production, food production, Kondratyev long waves, forecasting.*

### References

1. Zakharchenko T. N. Prognozirovanie razvitiya sel'skogo khozyaistva (Forecasting the development of agriculture), Youth science 2014: technology, innovation. All-Russian scientific.-practical conf. (2014; Perm). – Perm: Publishing house CPI «Procrost», 2014, 235 p.
2. Zakharchenko T. N. Prognozirovanie razvitiya sel'skogo khozyaistva regiona v usloviyakh krizisa (na primere Permskogo kraja) (Forecasting of development of agriculture of region in the conditions of crisis (on the example of Perm Krai)), Youth science 2015: technology, innovation. All-Russian scientific.-practical conf. (2015; Perm). – Perm: Publishing house CPI «Procrost», 2015, 15 p.



3. Zakharchenko T. N. Proizvodstvo i potreblenie sel'skokhozyaistvennoi produktsii v Permskom krae v usloviyakh importozameshcheniya (The production and consumption of agricultural products in the Perm region in terms of import), Actual problems of economics, regional science.-practical conf. (2014; Perm), Perm: Publishing house CPI «Procrost», 2014, 47 p.
4. Kablov, A. I., Klimov A. A. Permskaya oblast' v tsifrakh i faktakh: Prikam'e za 70 let Sovetskoi vlasti. (Perm region in figures: facts and Kama for 70 years of Soviet rule), Perm: book. Publishing house, 1987. 110 p.
5. Molotovskaya oblast' v pervoi poslevoennoi stalinskoj pyatiletke 1946-1950 gg. (Molotov region in the first postwar Stalin five year plan Molotov 1946-1950), 1952 under ed. V. Tiunov, GAPK. F. P-564. Op. 4. D. 164. L. 148.
6. Molotovskaya oblast'. 1939-1943 gg. (Molotov region. 1939-1943), comp. V. Tiunov. Molotov, 1944, GAPK, F. P-564. Op. 4. 152. L. 148.
7. Narodnoe khozyaistvo Molotovskoi oblasti: statisticheskii sbornik (The economy of Molotov region. Statistical compilation), Molotov oblast statistical office. Molotov: Molotov book publishing house, 1957, 201 p.
8. Narodnoe khozyaistvo Permskoi oblasti v 11-i pyatiletke : statisticheskii sbornik (The economy of the Perm region in the 11th five-year plan. Statistical collection), Perm: Book. Publishing house, 1986, 182 p.
9. Narodnoe khozyaistvo Permskoi oblasti v devyatoi pyatiletke (1971-1975 gg.) : statisticheskii sbornik (The economy of the Perm region in the ninth five-year plan (1971-1975). The statistical compilation), Perm: Book. Publishing house, 1976, 215 p.
10. Narodnoe khozyaistvo Permskoi oblasti v desyatoi pyatiletke. 1976-1980 : statisticheskii sbornik (The economy of the Perm region in the tenth five-year plan. 1976-1980. The statistical compilation), Perm: Book. Publishing house, 1981, 327 p.
11. Narodnoe khozyaistvo Permskoi oblasti za gody Sovetskoi vlasti : statisticheskii sbornik (The economy of the Perm region during the years of Soviet power. The statistical compilation), Perm: Book. Publishing house, 1977, 144 p.
12. Permskaya oblast' v tsifrakh : statisticheskii sbornik / Statisticheskoe upravlenie Permskoi oblasti (The Perm region in figures. Statistical Yearbook / Statistical authority of the Perm region) Sverdlovsk: Sverdlovsk branch of the publishing house «Statistics», 1970, 247 p.
13. Permskii kraj v tsifrakh 2014 goda (Perm region in figures 2014), [Electronic resource] / URL: [http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/permstat/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/permstat/ru/publications/official_publications/electronic_versions/) (accessed 11.09.2015).
14. Pishchevaya promyshlennost' Permskoi oblasti (metodicheskaya razrabotka v pomoshch' lektoru, prepodavatelyu narodnogo universiteta sel'skogo khozyaistva i ekonomicheskikh znaniy) (The food-processing industry of the Perm region (methodical development in assistance to the lecturer, the lecturer of national University of agriculture and economic knowledge), Perm: the Board of the regional organization «Knowledge», 1983, 45 p.
15. Ekonomika Molotovskoi oblasti v usloviyakh otechestvennoi voiny 1940-1944 gg. (Economy of Molotovskaya oblast under conditions of Patriotic War in 1940-1944) (Economic materials of secret and confidential character), GAPK. F. P-783. Op. 1. D. 6. L. 45.

УДК 631.155 (571.54)

## РОЛЬ АГРОПИЩЕВЫХ КЛАСТЕРОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

**Л.В. Тушкаева,**

ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА им. В.П. Филиппова»,  
ул. Пушкина, 12, г. Улан-Удэ, 670024

E-mail: [lary78@yandex.ru](mailto:lary78@yandex.ru)

**Э.Б. Найданова,** канд. экон. наук,

ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»,  
ул. Ключевская, 40В, г. Улан-Удэ, 670024

E-mail: [etzhena\\_bolotova@mail.ru](mailto:etzhena_bolotova@mail.ru)

*Аннотация.* Одно из актуальных направлений при формировании эффективной аграрной политики Республики Бурятия является кластеризация агропищевого блока сельскохозяйственной отрасли. Поскольку интеграция именно в сельском хозяйстве позволит многим предприятиям отрасли перейти на новый уровень развития, появятся большие возможности при формировании структуры производства. Авторами изучены условия создания и функционирования интегрированных структур АПК на уровне региона, а также выявлена региональная специфика агропищевых кластеров, которая заключается в сосредоточении по территориально-отраслевому признаку агропромышленных объединений. В статье представлен анализ развития аграрного сектора в Бурятии за последние годы, на основании которого представлены проблемные участки развития данного направления, но также отмечены перспективы развития и потенциал для региона. Выделена основная роль агропищевых кластеров, которая заключается

в том, чтобы за счет имеющихся в регионе конкурентных преимуществ на рынке сельскохозяйственной продукции, сырья, обеспечить собственным качественным продовольствием население региона. Авторами представлены основные меры, которые могут дать возможность увеличить объемы производства продукции в регионе, стабилизировать цены на продовольственные товары и дать толчок к развитию именно агропищевого кластера в Республике Бурятия.

*Ключевые слова:* аграрная политика, агропродовольственный рынок, агропищевой кластер, интегрированные структуры, продовольственная безопасность.

**Введение.** Современная аграрная политика требует нового взгляда на фундаментальные проблемы развития аграрной сферы как основы продовольственного обеспечения страны [1]. Одним из таких подходов является развитие агропромышленной интеграции в АПК региона.

Для повышения эффективности производства и уровня управляемости хозяйственными структурами АПК на региональном уровне необходимо создавать по территориально-отраслевому признаку агропромышленные объединения по производству мяса и мясосопродуктов, молока и молокопродуктов, зерна, овощей и другой продукции. Агропромышленные объединения могут быть созданы на базе действующих высокоэффективных организаций, которые будут выступать головными организациями или основными интеграторами. Одной из таких форм интеграции выступают агропищевые кластеры. Участники агропищевого кластера имеют общие барьеры и возможности для повышения конкурентоспособности, географически локализованы, территориально ограничены и близки к другим субъектам кластера.

Основоположителем кластерной концепции развития производственных сетей является Майкл Портер, который описал идеальный тип кластера как «группу близких, географически взаимосвязанных компаний и сотрудничающих с ними организаций, совместно действующих в определенном виде бизнеса, характеризующихся общностью направлений деятельности и дополняющих друг друга» [9].

**Методика.** Происходящие в России политические, экономические, социальные и институциональные изменения, безусловно, создают платформу и дают толчок для возрождения и развития интегрированных агропромышленных формирований в АПК.

Под агропромышленной интеграцией мы можем понимать процессы объединения предприятий различных сфер АПК. На практике

же понятие агропромышленной интеграции может иметь более широкий смысл. В этом случае интеграционные взаимоотношения осуществляются не только в АПК, но и между хозяйствующими субъектами других комплексов всего народного хозяйства. При создании таких формирований был выявлен ряд принципиальных подходов и направлений агропромышленной интеграции. Это относится к определению области деятельности и уровню специализации предприятий, выбору состава участников и организационных форм интеграции, установлению рациональных связей в производстве, разработке механизма экономических рычагов воздействия в совместной деятельности.

Современное состояние развития агропромышленной интеграции характеризуется нестабильностью и противоречивостью, отсутствием эффективного организационно-экономического механизма, позволяющего интегрированным предприятиям обеспечивать расширенное воспроизводство. Кроме того, ситуация усугубляется различными рисками и недостаточным уровнем инвестиций в аграрный сектор, чрезмерно высокими процентными ставками на кредиты, которые лишают интегрированные агропромышленные формирования возможности осуществлять поиск инноваций, их освоение и реализацию [7].

Методические исследования условий создания агропищевых кластеров в Республике Бурятия выполнены на основе анализа состояния и динамики производства, характера и уровня занятости в разных видах деятельности, изучения имеющихся в АПК проблем формирования совокупности мер, рекомендуемых для дальнейшего развития агропромышленного кластера исследуемого региона.

**Результаты.** Одним из приоритетных направлений развития аграрной политики, направленной на повышение продовольственной безопасности государства в целом, является создание отраслевых кластеров на уровне

регионов. Важнейшим условием эффективной аграрной политики, работающей на рост конкурентоспособности региона, становится создание интегрированных структур. Это позволит вовлечь в экономику кадровый потенциал,

земельные и имущественные ресурсы организаций, не получающих государственную поддержку, которые будут взаимодействовать с эффективно функционирующими организациями, заинтересованными в этом процессе.

Таблица 1

Потенциальные интегрированные структуры АПК [1]

Интегрированная структура	Участники интегрированной структуры
ООО "Джида-Агро" Джидинского района. Производство зерна, мяса	ООО "АПО "Джидинское", ЗАО "Сутайское"; ИП "Бужинаевы"; ООО "Мелиоратор"
Агрохолдинг "Николаевский". Производство, переработка и реализация мяса	ЗАО "Племзавод Николаевский"; ООО "Эко-Фуд"; ООО "Бин-Агро"; ООО "БИН"
ООО "Джидинская мясная компания". Производство и переработка мяса	ООО "Цагатуй"; ООО "Баян-Улан"; ООО "Бургалтай"; СПК им. Банзарова; ООО "Петропавловский мясокомбинат"
ФГУСП ОПХ "Байкальское". Производство зерна (в т.ч. семян), молока, мяса	СПК "Колесовский"; СПК "Твороговский"; ИП К(Ф)Х "Копытов"; СПоК "Кабанский"
ОАО "Бичурский маслозавод". Производство и переработка молока	СПоК "Бичура-Агро"; СПК им. Калинина; СПК "Еланский"; СПК "Покровский"; ОАО "Буйская Нива"
ООО "Сокол". Производство и переработка молока	ООО "Загустай"; СПоК "Берилл"; ТД "Триумф"
Интегрированные структуры, создаваемые в результате реализации инвестиционных проектов по созданию птицеводческих, свиноводческих, мясо-молочных и других комплексов	Сельскохозяйственные организации, занимающиеся производством кормов, перерабатывающие организации, организации торговли, закупа и сбыта продукции

Государственная поддержка развития интегрированных формирований будет осуществляться в рамках мероприятий, предусмотренных отраслевыми подпрограммами.

Реализация кластерной политики Республики Бурятия предусматривает три основных этапа. В рамках Программы СЭР предусмотрено поэтапное достижение следующих результатов, представленных в таблице 2.

В качестве приоритетных выбраны кластеры, которые сконцентрированы в основном на территории республики и для развития которых у региона есть инструменты, полномочия и ресурсы: [10]

1. Агропищевой кластер.
2. Туристический кластер.
3. Кластер строительства и строительных материалов.

Таблица 2

Результаты реализации кластерной политики в Республике Бурятия\*

№ п/п	Периоды	Задачи
1	2011 - 2012 годы	Восстановление производства на основе формирования рациональной территориально-отраслевой структуры и агропищевых кластеров, укрепления ресурсного потенциала
2	2012 - 2017 годы	Продолжение развития и укрепления инфраструктуры и территориально-отраслевых кластеров, специализации сельского хозяйства на производстве говядины, конины, баранины, шерсти; достижение максимально возможных социально-экономических показателей развития АПК и сельских территорий республики по обозначенным временным периодам
3	2017 - 2020 годы	Обеспечение стабильности и дальнейшего социально-экономического развития АПК Республики Бурятия, достижение продовольственной безопасности по мясу, молоку, зерну и зернопродуктам; полное удовлетворение потребностей в картофеле, овощах, мясо-молочных продуктах

\*составлено авторами на основании Постановления Правительства РБ от 04.05.2007 № 151

Развитие агропищевого кластера дает наибольший эффект для развития туристического и транспортно-логистического кластеров. Применение кластерного метода в Республике Бурятия наиболее актуально вследствие необходимости тесного контакта между

участниками кластера, что предполагает некоторое территориальное ограничение. Только расположение в одном регионе или федеральном округе позволяет быстро встретиться, обсудить общую задачу, оперативно решить проблему, а также определить то направление

деятельности, которое является для данной территории наиболее конкурентоспособным сейчас и будет выгодным в будущем [13, 14].

Основной проблемой кластера и самым слаборазвитым элементом является производство сырья и материалов для пищевой промышленности. Природно-климатические условия Бурятии позволяют полностью обеспечить республику за счет собственного производства мясными и молочными продуктами, картофелем, овощами местного ассортимента, яйцами и рыбной продукцией. Однако обеспе-

ченность республики собственными продуктами питания остается низкой: по разным видам продукции от 30 до 50%. Определенные проблемы имеются с поставщиками оборудования, комплектующих и услуг для кластера.

Агропищевой кластер Республики Бурятия не демонстрирует заметных показателей развитости или производительности в масштабах национальной экономики, однако он обеспечивает около 15-20% занятости населения в республике и имеет неплохие перспективы для развития.

Таблица 3

Среднегодовая численность занятых в экономике и по видам деятельности\*

По видам экономической деятельности	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Всего в экономике, тысяч человек	417,4	419,3	417,6
в том числе по видам экономической деятельности:			
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство;	59,1	60,2	59,6
рыболовство, рыбоводство;	1,6	1,5	1,5
производство пищевых продуктов.	9,2	9,8	11,0
всего в экономике, в процентах к итогу	100	100	100
в том числе по видам экономической деятельности:			
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство;	14,2	14,4	14,3
рыболовство, рыбоводство;	0,4	0,4	0,4
производство пищевых продуктов	2,2	2,3	2,6

\*составлено авторами по данным Росстата [8]

В основе кластера важное положение занимают следующие направления:

1. Производство мясных продуктов.
2. Производство кондитерской продукции.
3. Производство макарон.
4. Производство рыбы.

По каждому из этих направлений имеется одно лидирующее предприятие, для которого в республике недостаточно развита сеть поставщиков и вообще производство сырья. В резуль-

тате по некоторым направлениям предприятия-лидеры объявляют себя банкротами, например, ЗАО «Улан–Удэнская макаронная фабрика» (торговая марка «Макбур»), ЗАО «Амта».

Объем продукции сельского хозяйства всех сельхозпроизводителей по итогам 2013 года в действующих ценах, по предварительной оценке, составил 13828,8 млн. руб. Индекс производства продукции сельского хозяйства – 97,5%, как это видно на следующем графике.



Рис. 1. Производство продукции сельского хозяйства в 2013 г., % [8]

В хозяйствах всех категорий произведено за 2013 год мяса (скот и птица на убой в живом весе) 33,7 тыс. тонн, что на 11,5% больше, чем за соответствующий период 2012 года;

молока – 225,8 тыс. тонн или 99,1% к уровню 2012 года; яиц – 72,4 млн.штук или 0,7% к 2012 году.

Таблица 4

Производство основных продуктов животноводства в хозяйствах всех категорий\*

Продукция	2011	2012	2013
Скот и птица на убой (в убойном весе) тыс.т.	28,7	30,2	33,7
Молоко, тыс.т.	227,3	227,9	223,2
Яйца, млн.шт.	65,0	71,9	72,4

\*составлено авторами по данным Росстата [8]

Рост производства скота и птицы на убой в живом весе сложился в результате принимаемых мер, в частности, за счет повышения мясной продуктивности животных, увеличения числа племенных репродукторов. Кроме того, на 83% увеличилось производство свинины к уровню 2012 года в сельскохозяйственных организациях, и удельный вес ее в

общем объеме составил по 2013 году 49,3% или 6,4 тыс.тонн. Основной причиной снижения производства молока является уменьшение поголовья коров на 2,0 тыс. голов в сельскохозяйственных организациях. Кроме того, 89,4% валового производства молока сосредоточено в хозяйствах населения республики.

Таблица 5

Поголовье скота в хозяйствах всех категорий\*

Поголовье	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Крупный рогатый скот	385,0	394,7	380,2
из него коровы	167,0	168,1	159,1
Свиньи	78,2	77,9	140,8
Овцы и козы	288,0	290,6	286,8
Лошади	67,9	71,9	67,8

\*составлена авторами по данным Росстата [8]

На конец 2013 года поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех категорий, по расчетам, составило 385,7 тыс. голов (на 2,3 % меньше по сравнению с соответствующей датой 2012 г.), из него коров – 165,5 тыс. (на 1,6 % меньше); поголовье свиней – 140,4 тыс. (на 80,3 % больше); поголовье овец и коз – 288,9 тыс. (на 0,6 % меньше); поголовье птицы – 412,2 тыс. голов (на 3,0 % меньше).

На сельскохозяйственных предприятиях на конец 2013 года по сравнению с соответствующей датой 2012 года увеличилось поголовье свиней в 2,9 раза, уменьшилось поголовье рогатого скота на 4,0 %, из них коров – на 0,8 %, овец и коз – на 1,4 %; поголовье птицы сократилось на 0,1 %.

Таблица 6

Объемы производства продукции в отрасли растениеводства\*

Виды сельскохозяйственных культур	2012 г.		2013 г.	
	Валовой сбор, тыс. т.	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, тыс. т.	Урожайность, ц/га
Зерновые и зернобобовые культуры	125,7	12,8	112,6	12,4
Картофель	174,4	133	160,3	123
Овощи – всего	55,9	264	56,2	266
Плоды и ягоды	3,8	36	3,9	47

\*составлена авторами по данным Росстата [8]

В 2013 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий составила 163,0 тыс. га, это на 11,6% меньше чем в 2012 году, что в совокупности с погодными условиями в целом повлияло на конечные результаты данной отрасли. Исключение составило производство овощей, где произошел рост на 0,2% к уровню 2012 года.

Инфраструктурные возможности для развития кластера в целом находятся на среднем уровне. Вместе с тем, сильной стороной для агропищевого кластера является развитая система среднего и высшего профессионального образования для кластера – как для сельского хозяйства, так и для пищевой промышленности. Что касается развития родственных и поддерживающих отраслей, то большим преимуществом для кластера является наличие в Бурятии крупного транспортно-логистического узла, имеющего большой потенциал для развития.

Анализ факторов качества бизнес-среды показывает нам, что агропищевой кластер был справедливо выбран в качестве приоритетного и первоочередного для активации. Хотя сам по себе кластер достаточно слабо развит, но его потенциальные возможности достаточно высоки.

Проблема состоит в практически полном отсутствии производства комбикормов для сельского хозяйства. Ослабляет потенциальный кластер также и отсутствие производств сельхозтехники и удобрений. Но самой большой проблемой является слабое развитие оптовых торговых компаний. В результате компаниям приходится самим брать на себя решение данной задачи, но, с другой стороны, это играет и некоторую положительную роль, так как увеличивает «закрытость» внутреннего рынка Бурятии для пищевой продукции из других регионов.

**Выводы.** Условия для стратегии и конкуренции компаний можно оценить как благоприятные для развития агропищевого кластера. Самым большим преимуществом является то, что в данном кластере среди предприятий, входящих в кластер, имеется несколько лидеров как регионального, так и межрегионального масштаба. Слабой стороной является то, что внутри кластера нет конкуренции, и, таким образом, самые малые проблемы любого из участников автоматически перерастают

в проблемы всего кластера. Наиболее благоприятными для агропищевого кластера являются условия спроса. Это обусловлено, во-первых, спецификой внутреннего рынка, во-вторых, близостью к крупным потребительским рынкам в России и за ее пределами [6].

К преимуществам агропищевого кластера можно в полной мере отнести реализацию конкурентных преимуществ Республики Бурятия по производству продуктов питания, связанных с географическим расположением, климатом, обширными зонами агропромышленного производства региона и т.п., возможностями, присущими ей как интегрированной системе, направленной на совершенствование техники и технологий.

Следовательно, роль такого кластера в обеспечении продовольственной безопасности заключается в том, чтобы за счет имеющихся в регионе конкурентных преимуществ на рынке сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, за счет перемен, внедрения инноваций и улучшения качества продукции выйти на национальный рынок и обеспечить собственным продовольствием местное население [5].

Таким образом, основными мерами по увеличению объемов производства продукции, стабилизации цен на основные виды продовольственных товаров и дальнейшего развития агропищевого кластера в Республике Бурятия являются:

- увеличение доли продукции, производимой крупными сельскохозяйственными организациями путем внедрения передовых технологий, увеличения площади обрабатываемой пашни, использования научно-технических разработок в сельском хозяйстве;
- оказание содействия развитию сети закупа, переработки и реализации продукции, произведенной в К(Ф)Х, ЛПХ;
- содействие заключению договоров на поставку сельскохозяйственной продукции и сырья предприятиям перерабатывающей промышленности;
- организация торговли сельхозпродуктами, закупаемыми в К(Ф)Х, ЛПХ через оптовые рынки города, потребительские общества;
- реализация сельскохозяйственной продукции на республиканских сельскохозяйственных ярмарках и ярмарках «выходного дня» в г. Улан-Удэ и районах Республики Бурятия, причем, хорошо организованных.

Литература

1. Алтухов А. России необходима новая аграрная политика // Экономист. 2014. № 8. С. 28–39
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL : // <http://ekonomika.snauka.ru/goto/http://www.mcx.ru/documents/document/show/14857.19.htm> (дата обращения: 02.06.2015).
3. Инновационное развитие АПК субъектов Российской Федерации: опыт и проблемы / Под ред. И.Г. Ушачева, И.С. Санду, В.Г. Савенко. М. : ООО «Столичная типография», 2008. 154 с.
4. Лачуева З.М. Основные направления обеспечения продовольственной безопасности региона в условиях реформирования АПК: на примере Республики Дагестан : автореф. дис. ... канд. экон. наук. Махачкала, 2009. 26 с.
5. Найданова Э.Б. Методологические подходы к определению продовольственной безопасности как генеральной цели аграрной политики // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-18641> (дата обращения: 15.06.2015).
6. Найданова Э.Б., Тушкаева Л.В. К вопросу об инновационном развитии агропромышленного комплекса // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2015. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/02/8329> (дата обращения: 20.06.2015).
7. Найданова Э. Б., Лыгдынов Р.Б. Направления аграрной политики региона в условиях импортозамещения // Материалы III Международ. науч.-практ. конф. (Научные исследования: от теории к практике). Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2015. С. 295–297
8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. URL: <http://burstat.gks.ru/>.
9. Портер М. Международная конкуренция. М. : Международные отношения, 1993. 896 с.
10. Постановление Правительства РБ от 04.05.2007 № 151 «О стратегии социально-экономического развития Республики Бурятия до 2027 года».
11. Васон С. Practical portfolio performance: measurement and attribution. 2nd ed. Chichester, England; Hoboken, NJ : Wiley. 2008.
12. Global Cluster Initiative Survey 2012. Survey Summary Report. European Commission, European Cluster Observatory. Stockholm. 2012.
13. Frydlova M., Vostra H. Determinants influencing consumer behaviour in organic food market //Acta Univ.Agr. Silvicult. Mendelianae Brunensis. 2011. T. 59. N 7. P. 111–119.
14. Smoluk-Sikorska J., Luczka-Bakula W. Sale of organic food in specialist and general retail grocery outlets - a comparative analysis //Acta scientiarum Polonorum: Oeconomia. 2013. 12 (1). P. 35–44.
15. Wilkinson Richard. The Spirit Level: Why More Equal Societies Almost Always Do Better / Richard Wilkinson, Kate Pickett. London: Penguin, 2009.

## ROLE OF AGRO-FOOD CLUSTER IN ENSURING FOOD SECURITY IN THE REGION

**L.V. Tushkaeva,**

Buryat State Agricultural Academy  
12, Pushkina St., Ulan-Ude 670024 Russia  
E-mail: [lary78@yandex.ru](mailto:lary78@yandex.ru)

**E.B. Naydanova,** Cand. Econ. Sci., Associate Professor  
East-Siberian State Technology and Management University  
40B, Kluchevskaya St., Ulan-Ude 670024 Russia  
E-mail: [etzhena\\_bolotova@mail.ru](mailto:etzhena_bolotova@mail.ru)

### ABSTRACT

One of the topical directions when establishing an effective agricultural policy of the Republic of Buryatia is the clustering of agri-food unit of the agricultural sector. As the integration in agriculture will enable many enterprises of the industry to a new level of development, there will be great opportunities in the formation of the structure of production. The authors studied the conditions for the establishment and functioning of the agro-industrial complex integrated structures at the regional level, as well as revealed regional specificity of agro-food clusters, which is to focus on geographically-based agro-industrial branch associations.

This paper presents an analysis of the development of the agricultural sector in Buryatia over the past years, on the basis of which some problem areas of the development of this trend are presented, but also the authors marked the development prospects and the potential for the region. The core role of agro-food cluster was highlighted, that is, at the expense of the region's competitive advantages in the market of agricultural products, raw materials to provide their own high-quality food to the population of the region. The authors present the main measures that can give the opportunity to increase the production in the region, to stabilize food prices and give impetus to the development of agri-food cluster in the Republic of Buryatia.

*Key words:* agricultural policy, food market, the agro-food cluster, integrated structures, food security.

## References

1. Altukhov A. Rossii neobkhodima novaya agrarnaya politika (Russia needs a new agrarian policy), *Ekonomist*, 2014, No. 8, pp. 28–39
2. Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii. Uverzhdena Ukazom Prezidenta RF ot 30 yanvarya 2010 g. No. 120. (Food security doctrine of the Russian Federation. Approved by the Decree of the President of the Russian Federation from January 30), 2010 No. 120 [E-resource]. Access data: URL :/ <http://ekonomika.snauka.ru/goto/http://www.mcx.ru/documents/document/show/14857.19.htm> (retrieved: 02.06.2015).
3. Innovatsionnoe razvitie APK sub"ektov Rossiiskoi Federatsii: opyt i problemy (Innovative development of agro-industrial complex of subjects of the Russian Federation: experience and problems), under ed. I.G. Ushacheva, I.S. Sandu, V.G. Savenko. M. : OOO «Stolichnaya tipografiya», 2008, 154 p.
4. Lachueva Z.M. Osnovnye napravleniya obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti regiona v usloviyakh reformirovaniya APK: na primere Respubliki Dagestan (The basic directions of ensuring food security in the region in terms of reforming AIC: the case of the Republic of Dagestan), autoref. dis. ... Cand. Econ. Sci. Makhachkala, 2009, 26 p.
5. Naidanova E.B. Metodologicheskie podkhody k opredeleniyu prodovol'stvennoi bezopasnosti kak general'noi tseli agrarnoi politiki (Methodological approaches to the definition of food security as a general objective of agricultural policy), *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015, No. 1, URL: <http://www.science-education.ru/121-18641> (retrieved: 15.06.2015).
6. Naidanova E.B., Tushkaeva L.V. K voprosu ob innovatsionnom razvitiy agropromyshlennogo kompleksa (To the subject of innovative development of agroindustrial complex), *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologii*. 2015, No. 2 [E-resource]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/02/8329> (retrieved: 20.06.2015).
7. Naidanova E. B., Lygdynov R.B. Napravleniya agrarnoi politiki regiona v usloviyakh importozameshcheniya (The direction of agricultural policy in the region in the context of import substitution), *Materialy III Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike)*. Cheboksary : TsNS «Interaktiv plyus», 2015, pp. 295–297
8. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Respublike Buryatiya (The territorial body of the Federal service of State statistics in the Republic of Buryatia), URL: <http://burstat.gks.ru/>.
9. Porter M. Mezhdunarodnaya konkurentsya (International competition), M. : Mezhdunarodnye otnosheniya, 1993, 896 p.
10. Postanovlenie Pravitel'stva RB ot 04.05.2007 № 151 «O strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Buryatiya do 2027 goda» (Resolution of the Government of RB from 04.05.2007 No. 151 "Concerning the strategy for socio-economic development of the Republic of Buryatia up to the year 2027).
11. Bacon C. Practical portfolio performance: measurement and attribution. 2nd ed. Chichester, England; Hoboken, NJ : Wiley, 2008.
12. Global Cluster Initiative Survey 2012. Survey Summary Report. European Commission, European Cluster Observatory. Stockholm, 2012.
13. Frydlova M., Vostra H. Determinants influencing consumer behaviour in organic food market // *Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae Brunensis*. 2011, Vol. 59, No. 7, pp. 111–119.
14. Smoluk-Sikorska J., Luczka-Bakula W. Sale of organic food in specialist and general retail grocery outlets - a comparative analysis // *Acta scientiarum Polonorum: Oeconomia*. 2013, 12 (1), pp. 35–44.
15. Wilkinson Richard. *The Spirit Level: Why More Equal Societies Almost Always Do Better* / Richard Wilkinson, Kate Pickett. London: Penguin, 2009.

УДК 331.108.23 (63-057.2)

## СОСТОЯНИЕ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

**Т.М. Яркова**, д-р экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО Пермская ГСХА,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [tanyayarkova@yandex.ru](mailto:tanyayarkova@yandex.ru)

*Аннотация.* В статье отражены актуальные аспекты состояния кадрового потенциала сельскохозяйственных отраслей Российской Федерации. Проблемы демографии, неразвитости сельских территорий, ослабления экономического развития страны, реформы в образовании – все это способствует усилению и глобализации серьезной проблемы обеспечения кадрами сельхозтоваропроизводителей. Экспертная оценка показала, что каждый руководитель хозяйства стремится изыскать различные возможности повысить квалификацию собственных штатных работников. Однако в большинстве своем данная проблема опирается на финансовое состояние, которое реальным образом проецируется на заработной плате работников и на возможности содействовать им при профессиональном обучении вне хозяйств. Численность сельского населения за последние три анализируемых года незначительно выросла. Однако производители сельскохозяйственной продукции испытывают серьезную нехватку кадров, которая



складывается не столько из потребности в руководителях и специалистах, сколько (около 35%) в квалифицированных работниках массовых профессий основных отраслей (трактористы-машинисты, операторы машинного доения). В этой связи следует внимательно отнестись к решению увеличивать штатный состав, принять во внимание ранее не использовавшиеся на практике в России меры ВТО, направленные на совершенствование кадрового потенциала. А также необходимо использовать рациональную последовательность при обучении и повышении квалификации персонала организации (хозяйства) с обязательным участием государства.

*Ключевые слова:* кадры, сельское хозяйство, профессионализм, квалификация, обучение.

**Введение.** Кадровая проблема была, есть и остается одной из важнейших и остро стоящих перед российским сельским хозяйством. Именно сельскохозяйственные отрасли находятся в критическом состоянии в отношении наличия должного кадрового потенциала, что нельзя сказать об агропромышленном комплексе в целом, который, помимо производящих (сельскохозяйственных) отраслей, включает и перерабатывающую отрасль, и промышленную, большим образом связанную с производством машин и прочей сельскохозяйственной техники.

Некоторые исследователи совершенно справедливо отмечают, что кадры в сельском хозяйстве являются одним из компонентов аграрной политики, нацеленной на надежное продовольственное обеспечение как страны в целом, так и отдельно взятого региона, развитие эффективного устойчивого производства сельхозпродукции, формирование развитых продовольственных рынков, рост уровня доходов и качества жизни сельского населения, а также на решение других жизненно важных задач [1, 11].

Решение кадровой проблемы многие авторы научных разработок видят в совершенствовании материального стимулирования работников сельскохозяйственных организаций, отмечая, что уровень заработной платы должен удовлетворять необходимые потребности работников и морально стимулировать к активному производственному процессу [8]. Однако в этой связи следует выдерживать такт первичности материального стимулирования, т.е. может ли решение данной проблемы поставить на первый план данное направление?

Аналогичными вопросами следует задаваться при рассмотрении таких направлений решения данной проблемы, как внедрение системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров на селе с разработкой новых профессиональных стандартов, ре-

ализацию которых следовало бы возложить на Министерство труда и объединения работодателей и профсоюзы [2].

Важно отметить, что в некоторых научных источниках также встречается рекомендация активного использования при подготовке кадров для сельского хозяйства системы среднего профессионального и начального профессионального образования [3, 10].

Наряду с вышеуказанной изученностью данного вопроса в России, отметим, что во многих зарубежных источниках также отмечается, что на состояние системы кадрового обеспечения сельского хозяйства значительное влияние оказывают демографическая и трудовые ресурсы ситуация в сельских территориях [12, 13, 14].

Все эти вопросы и пути решения рассматриваемой в данной статье проблемы поистине важны и требуют дальнейшей научной изученности. Однако следует заметить, что в решении проблемы кадрового обеспечения в сельском хозяйстве, а она является поистине глобальной на государственном уровне, т.к. охватывает практически все территории и регионы без исключения, необходимо придерживаться принципа системности и последовательности. Такой подход, по мнению автора данной статьи, придает рассматриваемой проблеме особую актуальность и глубокий смысл.

**Методика.** Представляя методическую составляющую данной статьи необходимо, в первую очередь, выделить использование метода экономического сравнения, который позволит провести анализ по обеспеченности кадрами сельского хозяйства в России. Данный метод основан на сравнении показателей с предшествующими периодами, что позволит в дальнейшем сформировать прогнозную «модель будущего» [4]. Также в своих исследованиях автор не исключает использования метода экспертной оценки, т.к. является значимым и весомым при последующем представлении результатов проведенного исследования.

**Результаты.** Итак, отличительной чертой современного аграрного рынка труда является его низкая обеспеченность высококвалифицированными кадрами, низкий уровень спроса и ограниченность предложения со стороны работников. В начале периода реформирования сельского хозяйства государство практически

отстранилось от регулирования рынка труда, что повлекло за собой обострение кризисной ситуации [7].

Статистика отмечает, что в общей численности населения России сельское население занимает лишь 26%, что составляет 37228,8 тыс. человек (рис. 1).

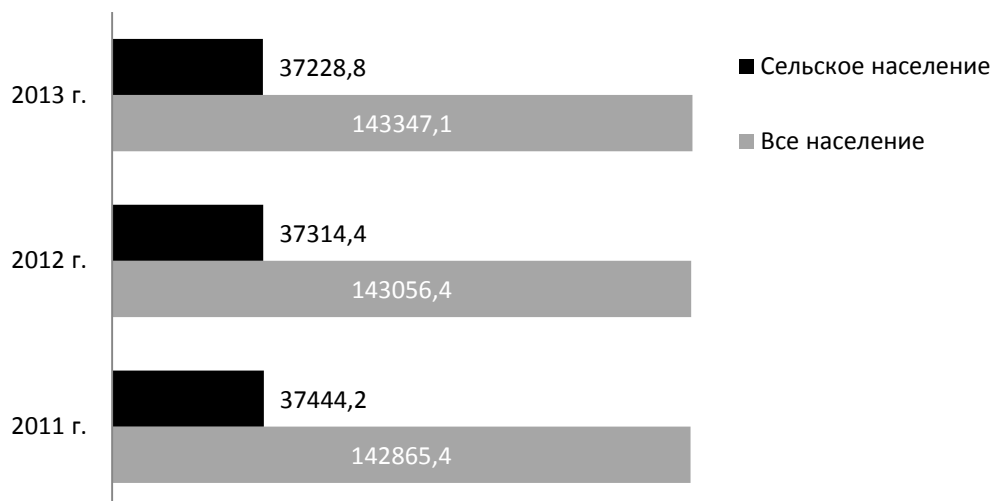


Рис. 1. Численность сельского населения Российской Федерации [9]

Однако, опираясь на данные представленной выше диаграммы, следует отметить, что отнюдь не все жители сельских территорий трудятся на местных предприятиях (организациях, хозяйствах).

Ввиду низкой оплаты и неблагоприятных условий труда мы вынуждены наблюдать практически кризисную ситуацию по потребности организаций сельскохозяйственной сферы в работниках для замещения вакантных должностей (рис. 2).

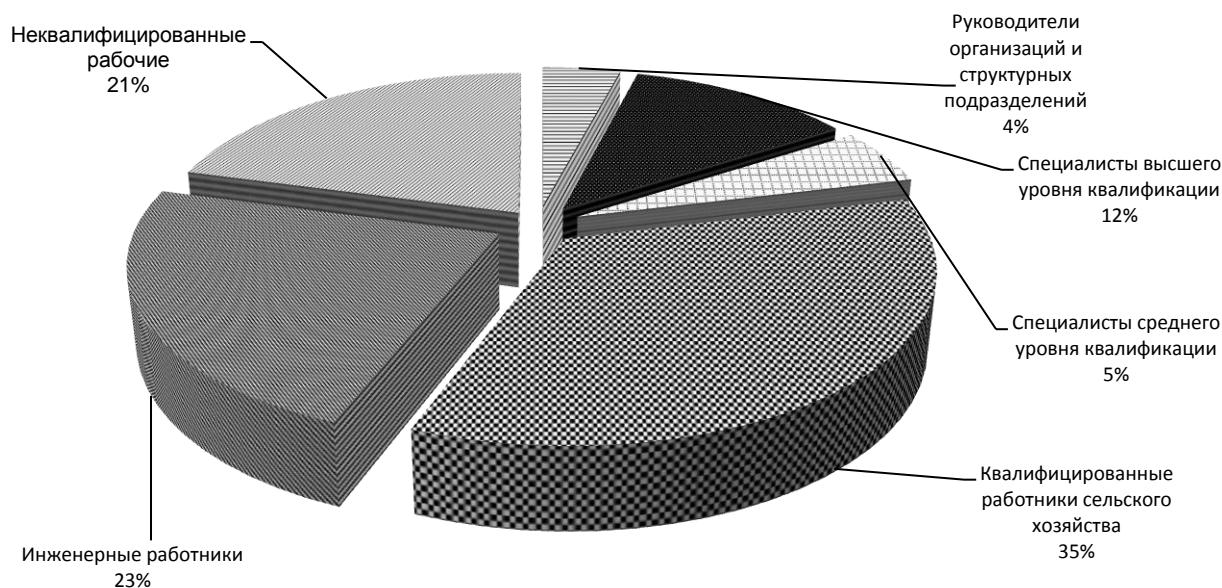


Рис. 2. Современный уровень потребности организаций в работниках для замещения вакантных рабочих мест в с.-х. сфере [5]

Таким образом, видно, что наибольшую долю в общей потребности занимают квалифицированные работники, которые представлены здесь в качестве работников плодородства, полеводства, животноводства и прочих смешанных отраслей сельского хозяйства. При этом среди них наибольший

дефицит кадров наблюдается по отрасли животноводства.

Наряду с кадровой потребностью следует представить актуальные сведения Росстата по фактической занятости в рамках укрупненных профессиональных групп работников исследуемых отраслей (рис. 3).

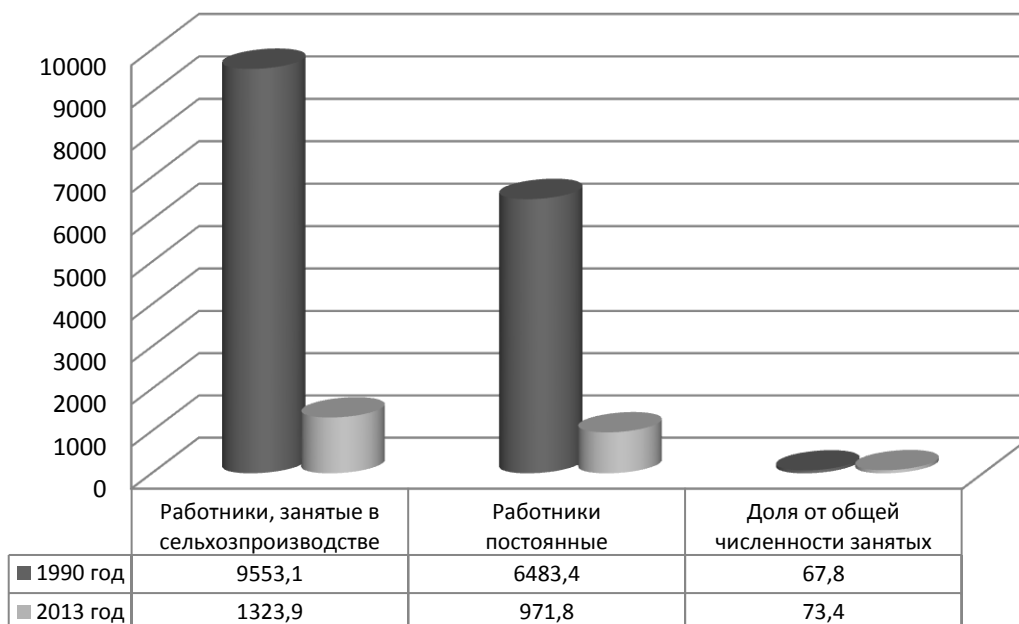


Рис. 3. Динамика численности рабочих кадров сельскохозяйственных организаций [5, 6]

За последние 23 года динамика численности рабочих кадров сложилась далеко неблагоприятным образом. Так, количество работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, сократилось за указанный период на 86 %, численность постоянных работников сельскохозяйственных организаций в 2013 году составила лишь 15% от уровня 1990 года.

В большей степени можно наблюдать проблемы старения кадров и их низкого уровня профессионализма. Так, например, в отрас-

ли растениеводства на текущий период около половины занятых (44,9%) имеют начальное профессиональное образование, среднее профессиональное образование имеют 21,5 % занятых. В отрасли животноводства количество работников с начальным профессиональным образованием и без профподготовки практически равны и составляют чуть более 30% каждый (32,9 и 33,3%, соответственно). Все это свидетельствует об утрате роли подготовки кадров массовых профессий (таблица).

Таблица

Уровень профессиональной квалификации кадров по основным профессиям отраслей растениеводства и животноводства

Показатель по уровню профессиональной квалификации кадров	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Абсолютное отклонение 2013 г. к 2011 г., +/-
<i>Растениеводство</i>				
Среднее профессиональное образование	24,8	23,4	21,5	-3,3
Начальное профессиональное образование	41,4	42,9	44,9	+3,5
Курсы повышения квалификации	29,3	28,2	27,5	-1,8
Без профессиональной подготовки	3,8	4,4	5,2	+1,4
<i>Животноводство</i>				
Среднее профессиональное образование	20,9	21,2	19,5	-1,4
Начальное профессиональное образование	31,7	31,9	32,9	+1,2
Курсы повышения квалификации	15,9	14,5	13,3	-2,6
Без профессиональной подготовки	30,7	31,6	33,3	+2,6

В отношении старения кадров следует заметить, что в последние три – пять лет ситуация особенно не изменилась. Доля кадров до 30 лет в настоящее время незначительно снизилась. Аналогичным образом ситуация сложилась и среди кадров массовых профессий, где наблюдается занятость до 30-летнего возраста: среди трактористов – 14,5% и среди операторов машинного доения - 11,4%. И в отрасли растениеводства, и в отрасли животноводства работники массовых профессий, находящиеся в пенсионном возрасте, занимают не более 10% (7,5% и 5,9%, соответственно).

**Выводы.** 1. Проблема кадрового обеспечения отраслей сельского хозяйства, по мнению значительной части экономистов аграрников, подкреплена неблагоприятной демографической, инфраструктурной и ресурсной ситуацией на селе.

Однако следует отметить, что проблема кадрового обеспечения также зависима от социального и экономического развития государства, от эффективности вводимых в разных областях своего действия реформ (например, в системе образования и пр.), а также политической ситуации внутри государства и вне его.

2. Профессионально-квалификационная структура в двух основных отраслях сельского хозяйства характеризуется своим низким уровнем. Безусловно, оценить по качественному составу трудовые ресурсы достаточно сложно. Однако даже имеющиеся данные, полученные в результате проведенного исследования, дают основание полагать, что «выходцы» из сельской местности, получающие высшее образование (иногда по целевому направлению), к сожалению, не возвращаются на село.

Малая привлекательность, отсутствие развития сельских территорий и их объектов культурного, социального и экономического типа - есть причины сложившейся ситуации. При этом ранее наглядно было представлено, что третья часть населения села (до 30-летнего возраста) трудится в сельском хозяйстве, а это значит, что потенциальный резерв на наличие квалифицированных кадров есть, а, значит и имеется возможность рационально распределять имеющиеся ресурсы в хозяйствах.

3. В рамках все же действующих правил ВТО для России следует вспомнить и о мерах государственной поддержки в рамках «зеленой» и «голубой» корзин, которые подразумевают инвестирование государством в кадровый потенциал для объектов аграрной сферы экономики. В целом, процесс обучения следует начинать непосредственно на предприятии и по мере карьерного роста. Следовательно, для того чтобы работник имел возможность получить бесплатное, либо компенсированное по стоимости высшее образование, он должен проявлять стремление и интерес к выполняемой работе и к повышению профессионализма в рамках своей трудовой деятельности.

4. Также следует отметить, что если вероятность технического и технологического перевооружения в хозяйстве велика, в этом случае работодателем следует задуматься над целесообразностью увеличения трудового штатного состава, т.к. данные мероприятия однозначно приведут к снижению трудоемкости, а, следовательно, потребуют минимизации как основного, так и обслуживающего персонала.

5. Также существует необходимость прибегать к следующей последовательности в использовании мер подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров (рис. 4).

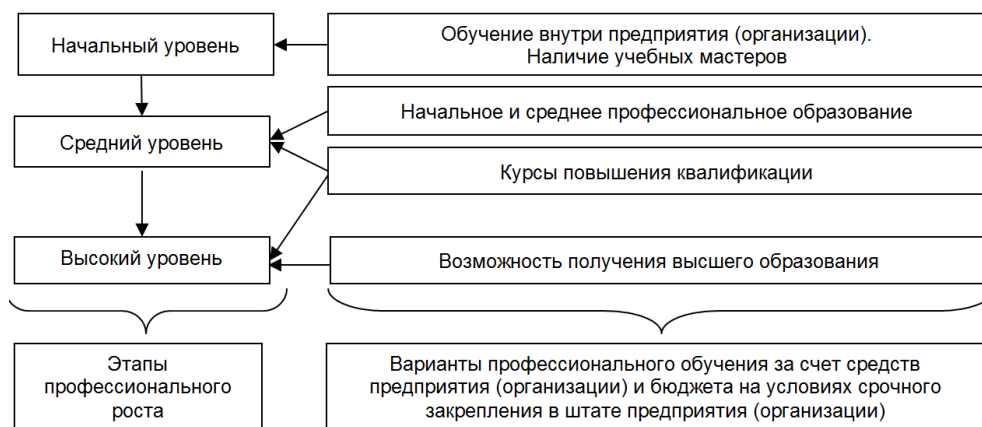


Рис. 4. Последовательность и вариативность использования основных (распространенных) вариантов качественного совершенствования кадров на селе

В целом, проблему кадрового обеспечения удобно и просто было бы решать в том случае, если рассматриваемые отрасли находились бы под полной, либо частичной «опекой» государства, т.е. были бы национализированы. Такой подход позволил бы решать не только эти, но и все другие смежные проблемы, в том числе и в области образования и науки.

Данное осознание приходит как следствие одной всем известной данности: в реальных условиях без государственной поддержки, без развития системы профподготовки и сельскохозяйственного консультирования решение проблемы кадров для сельского хозяйства в ближайшее время невозможно.

#### Литература

1. Бураева О.Е., Гришаева О.Ю. Система обеспечения сельского хозяйства кадровым потенциалом: основные направления совершенствования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 27. С. 53–61.
2. Кириченко И.С. Техническая оснащенность сельского хозяйства: государственная поддержка и кадровое обеспечение // Агропродовольственная политика России. 2014. № 8 (20). С. 71–74.
3. Озерова Л.В. Создание системы управления процессом воспроизводства на базе подготовки квалифицированных кадров для сельского хозяйства на примере Брянской области // Актуальная биотехнология. 2013. № 3(6). С. 47–51.
4. Прокопьев Г.С. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве // АПК: экономика, управление. 2009. № 7. С. 22–30.
5. Сведения о численности и потребности организаций в работниках по профессиональным группам (стат. бюл.). [Электронный ресурс] / Официальный интернет-портал Федеральная служба государственной статистики – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138718713500](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500) (дата обращения: 09.11.2015).
6. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2013 года – Проект. [Электронный ресурс] / Официальный интернет-портал Федерального портала малого и среднего предпринимательства Министерства экономического развития Российской Федерации – URL: <http://smb.gov.ru/statistics/officialdata/> – Яз. рус., (дата обращения: 09.11.2015).
7. Стукач В.Ф., Тетерева А.М. Конкурентоспособность специалистов сельского хозяйства : монография. Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008. 184 с.
8. Сухарева В.Н., Павленко О.В. Проблемы кадрового обеспечения сельского хозяйства Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. №6 (38). С. 181–185.
9. Численность населения. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России – 2013 (статистический бюллетень) [Электронный ресурс] / Официальный интернет-портал Федеральная служба государственной статистики – URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b13\\_38/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/Main.htm) – Яз. рус., (дата обращения: 09.11.2015).
10. Чубрина Г.Н. Совершенствование кадрового обеспечения АПК // Материалы XIII междунард. науч.-практич. конф. (Непрерывное образование взрослых как фактор повышения качества жизни). Сер. (Пастуховские чтения – 2015). Ярославль : ФГБОУ ДПО гос. акад. пром. менеджмента им. Н.П. Пастухова, 2015. С. 138–146.
11. Шарипов С.А. Научное и кадровое обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса региона // Материалы второй электронной междунард. науч.-практич. конф. (Проблемы инновационного развития сельских территорий) / М-во с.х. РФ; Всерос. НИИ организации производства, труда и упр. в с.-х. (ГНУ ВНИИ-ОПТУСХ); УМО с.-х. консультир. и переподгот. кадров АПК. М., 2014. С. 9–19.
12. Nohel F., Spesna D., Pospesch P. Regional markets with agricultural workforce based on labour offices'data // Acta univ. agr. silvicult. Mendelianae Brunensis. 2011. vol.59. n 4.
13. Occo B., Davidova S., Bailey A. Labour adjustments in agriculture: evidence from Romania // Studies in agr. economics / research inst. for agr. economics.-Nudapest, 2014. vol. 116. n 2.
14. Schaffner A. Landwirtschaft im wandel: zukunftserswartungen und herausforderungen // Archiv der dlj / dt. landwirtschafts-ges. E. V.-Frankfurt am main, 2010. bd. 104.p.

## STATE OF STAFFING RUSSIA'S AGRICULTURE

**T.M. Yarkova**, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor  
Perm State Agricultural Academy  
23 Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [tanyayarkova@yandex.ru](mailto:tanyayarkova@yandex.ru)

#### ABSTRACT

The article reflects the relevant aspects of human potential status in the agricultural industry of the Russian Federation. Problems of demography, underdeveloped rural areas, the weakening economic development, reforms in education – all contribute to the strengthening and globalization of serious problem staffing of agricultural producers. Expert evaluation showed that every manager strives to find a variety of management capabilities to improve the skills of their own staff members. However,

the majority of the problems is based on the financial condition projected on the wages of employees and to assist them with the possibility for professional training outside the farms. Rural population slightly increased in the last three analyzed years. However, agricultural producers are experiencing a severe shortage of staff. There is no need for managers and specialists but mainly for skilled workers (35%) of mass professions basic for the industry (tractor drivers, milking machine operators). In this connection, special attention should be paid to the decision to increase the staff, to take into account previously not used in Russia's practice WTO measures aimed at improving human resources. Also a rational sequence of education and training of staff in the organization (management) should be applied with the obligatory participation of the state.

*Key words: shots, agriculture, professionalism, qualification, training.*

#### References

1. Buraeva O.E., Grishaeva O.Yu. Sistema obespecheniya selskogo hozyaystva kadrovym potentsialom: osnovnyie napravleniya sovershenstvovaniya (The system of agriculture human resources: the basic directions of perfection), *Natsionalnyie interesy: priority i bezopasnost*, 2013, No. 27, pp. 53-61.
2. Kirichenko I.S. Tehnicheskaya osnashchennost selskogo hozyaystva: gosudarstvennaya podderzhka i kadrovoe obespechenie (Technical equipment for agriculture: State support and staffing), *Agroproduktstvennaya politika Rossii*, 2014, No. 8 (20), pp. 71-74.
3. Ozerova L.V. Sozdanie sistemy upravleniya protsessom vosproizvodstva na baze podgotovki kvalifitsirovannykh kadrov dlya selskogo hozyaystva na primere Bryanskoy oblasti (Creation of reproduction management system based on training qualified personnel for agriculture on the example of the Bryansk region), *Aktualnaya biotekhnologiya*, 2013, No. 3(6), pp. 47-51.
4. Prokopev G.S. Metody ekonomicheskikh issledovaniy v agropromyshlennom proizvodstve (Methods of economic research in the agro-industrial production), *APK: ekonomika, upravlenie*, 2009, No. 7, pp. 22-30.
5. Svedeniya o chislennosti i potrebnosti organizatsiy v rabotnikah po professionalnyim gruppam (Information on the size and needs of the organizations for employees by occupational groups, statistics newsletter), [E-resource], Ofitsialnyy internet-portal Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138718713500](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500) (retrieved 09.11.2015 g.).
6. Strategiya ustoychivogo razvitiya selskikh territoriy Rossiyskoy Federatsii na period do 20130 goda – Proekt (Strategy for the sustainable development of rural territories of the Russian Federation for the period until the year 2013-Draft) [E-resource], Ofitsialnyy internet-portal Federalnyy portal malogo i srednego predprinimatelstva Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii – URL: <http://smb.gov.ru/statistics/officialdata/> – Yaz. rus., (retrieved 09.11.2015 g.).
7. Stukach V.F., Tetereva A.M. Konkurentosposobnost spetsialistov selskogo hozyaystva (Competitiveness of agricultural specialists: monograph), V.F. Stukach, A.M. Tetereva. – Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2008, 184 p.
8. Suhareva V.N., Pavlenko O.V. Problemy kadrovogo obespecheniya selskogo hozyaystva Orenburgskoy oblasti (The staffing problems of agriculture in Orenburg oblast), *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No. (38), pp.181-185.
9. Chislennost naseleniya. Selskoe hozyaystvo, ohota i ohotniche hozyaystvo, lesovodstvo v Rossii – 2013 (Agriculture, hunting and game management, forestry in Russia -2013, statistics newsletter), [E-resource], Ofitsialnyy internet-portal Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki – URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b13\\_38/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/Main.htm) – Yaz. rus., (retrieved 09.11.2015 g.).
10. Chubrina G.N. Sovershenstvovanie kadrovogo obespecheniya APK (Improvement of AIC personnel), *Nepreryivnoe obrazovanie vzroslykh kak faktor povysheniya kachestva zhizni. Materialy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ser. «Pastuhovskie chteniya – 2015»*, FGBOU DPO Gosudarstvennaya akademiya promyshlennogo menedzhmenta imeni N.P. Pastuhova; g. Yaroslavl, 2015, pp. 138-146.
11. Sharipov S.A. Nauchnoe i kadrovoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa regiona (Scientific and personnel provision for innovative agro-industrial complex of the region), *Problemy innovatsionnogo razvitiya selskikh territoriy. Materialy vtoroy elektronnoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ministerstvo selskogo hozyaystva Rossiyskoy Federatsii; Vserossiyskiy NII organizatsii proizvodstva, truda i upravleniya v selskom hozyaystve (GNU VNIIOPTUSH); UMO selskohozyaystvennogo konsultirovaniya i perepodgotovki kadrov APK; Moskva*, 2014, pp. 9-19.
12. Nohel F., Spesna D., Pospech P. Regional markets with agricultural workforce based on labour offices' data // *Acta univ. agr. silvicult. Mendelianae Brunensis*, 2011, Vol.59, p. 4.
13. Occo B., Davidova S., Bailey A. Labour adjustments in agriculture: evidence from Romania // *Studies in agr. economics / research inst. for agr. economics.-Nudapest*, 2014, Vol.116, p. 2.
14. Schaffner A. Landwirtschaft im wandel: zukunftserwartungen und herausforderungen // *Archiv der dlj / dt. landwirtschafts-ges. E. V.-Frankfurt am main*, 2010, 104 p.

**Редакция научно-практического журнала «Пермский аграрный вестник»** приглашает к сотрудничеству ученых, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим направлениям научных исследований:

- ✓ ботаника и почвоведение;
- ✓ агроинженерия;
- ✓ агрономия и лесное хозяйство;
- ✓ ветеринария и зоотехния;
- ✓ экономика и управление народным хозяйством, бухгалтерский учет.

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**

Объём 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:**

**(342) 210-35-34**

Распономарев Иван Леонидович, ответственный секретарь,  
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.*