

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE RUSSIAN FEDERATION

**SCIENTIFIC  
JOURNAL  
OF THE NOVOSIBIRSK  
STATE AGRARIAN UNIVERSITY**



**№ 3(44)/2017**

**NOVOSIBIRSK 2017**



---

---

# ВЕСТНИК

Новосибирского  
государственного  
аграрного  
университета

---

---

## Научный журнал

№ 3 (44)  
июль – сентябрь 2017

Учредитель:  
ФГБОУ ВО  
«Новосибирский  
государственный  
аграрный университет»

Выходит ежеквартально  
Основан  
в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере связи и массовых  
коммуникаций  
ПИ № ФС 77-35145

Материалы издания  
выборочно включаются  
в международные базы данных  
Agris, Ulrich's Periodicals  
Directory

Электронная версия журнала  
на сайте: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Адрес редакции:  
630039, Новосибирск,  
ул. Добролюбова, 160, 1-й этаж,  
журнал «Вестник Новосибирского  
государственного аграрного  
университета»  
Телефоны: 8 (383) 264-23-62;  
264-25-46 (факс)  
E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)

Подписной индекс издания 94091  
Тираж 500 экз.

---

---

### Редакционный совет:

**Денисов А. С.** – д-р техн. наук, проф., ректор университета, председатель редакционной коллегии, гл. редактор (Новосибирск, Россия)  
**Ноздрин Г. А.** – д-р вет. наук, проф., зам. главного редактора (Новосибирск, Россия)  
**Рудой Е. В.** – д-р экон. наук, доц., проректор по научной работе (Новосибирск, Россия)

### Члены редколлегии:

**Вышегуров С. Х.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, проректор по экономике и социальной работе (Новосибирск, Россия)  
**Гамзиков Г. П.** – д-р биол. наук, акад. РАН, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия (Новосибирск, Россия)  
**Донченко А. С.** – д-р вет. наук, акад. РАН, научный руководитель СФНЦА РАН, зав. кафедрой эпизоотологии и микробиологии (Новосибирск, Россия)  
**Жучаев К. В.** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и технологии животноводства, декан биолого-технологического факультета (Новосибирск, Россия)  
**Кашеваров Н. И.** – д-р с.-х. наук, акад. РАН, временно исполняющий обязанности директора СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)  
**Магер С. Н.** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой хирургии и внутренних незаразных болезней (Новосибирск, Россия)  
**Морузи И. В.** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры (Новосибирск, Россия)  
**Наплекова Н. Н.** – д-р биол. наук, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия (Новосибирск, Россия)  
**Петухов В. Л.** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии (Новосибирск, Россия)  
**Пичугин А. П.** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической и прикладной физики (Новосибирск, Россия)  
**Попов Ю. Г.** – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой акушерства, анатомии и гистологии (Новосибирск, Россия)  
**Смирнов П. Н.** – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой физиологии и биохимии животных (Новосибирск, Россия)  
**Солошенко В. А.** – д-р с.-х. наук, акад. РАН, научный руководитель направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)  
**Стадник А. Т.** – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой менеджмента (Новосибирск, Россия)  
**Цильке Р. А.** – д-р биол. наук, проф. кафедры селекции, генетики и лесоводства (Новосибирск, Россия)  
**Штерншис М. В.** – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений (Новосибирск, Россия)

### Иностранные члены редколлегии

**Булашев А. К.** – д-р вет. наук, проф. кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Астана, Казахстан)  
**Главендекич М. М.** – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)  
**Кауфман О.** – д-р аграр. наук, проф. Берлинского университета им. Гумбольдта, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тэера, почетный доктор ФГБОУ ВО НГАУ (Берлин, Германия)  
**Коуржил Я.** – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будеевице, Чехия)  
**Поповски З.** – д-р аграр. наук, проф. кафедры биохимии и генетического инженерства университета «Св. Кирилла и Мефодия» (Скопье, Македония)  
**Шейко И. П.** – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)

---

---

Технический редактор *Слобожанин Д. М.*  
Компьютерная верстка *Зенина В. Н.*  
Переводчик *Шмидт Л. В.*  
Подписано в печать 29 сентября 2017 г.  
Формат 60 × 84 1/8. Объем 22,1 уч.-изд. л. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 1855.

---

---

Отпечатано в типографии ИЦ НГАУ «Золотой колос»  
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.  
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)

---

---

# SCIENTIFIC JOURNAL

of the Novosibirsk  
State  
Agrarian  
University

---

---

Scientific journal

№ 3 (44)  
July – September 2017

The founder is Federal  
State State-Funded  
Educational Institution  
of Higher Education  
“Novosibirsk State  
Agrarian University”

Journal  
is published quarterly  
The journal is based  
in December, 2005

The journal is registered in the Federal  
Service for Supervision in the Sphere  
of Communications, Information  
Technologies and Mass Media  
Certificate PI No. FS 77-35145

The materials are included  
into the database Agris,  
Ulrich's Periodicals Directory  
on a selective basis

E-journal is found at:  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Address:

630039, Novosibirsk,  
160 Dobrolyubova Str.,  
SCIENTIFIC JOURNAL

of the Novosibirsk State Agrarian University

Tel: 8 (383) 264–23–62;

Fax: 8 (383) 264–25–46

E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)

Subscription index is 94091

Circulation is 500 issues

---

---

## Editors:

**Denisov A.S.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of NSAU, the Chief of Editorial Board, Editor-in-Chief (Novosibirsk, Russia)

**Nozdrin G.A.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Deputy of Editor-in-Chief (Novosibirsk, Russia)

**Rudoy E.V.** – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector on Science and Research at NSAU (Novosibirsk, Russia)

## Editorial Board:

**Vyshegurov S.Kh.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Botany and Landscape Architecture at NSAU, Vice-Rector on Economic and Social Affairs (Novosibirsk, Russia)

**Gamzikov G.P.** – Doctor of Biological Sciences, Academician of RAS, Professor at the Chair of Soil Sciences, Agrochemistry and Crop Farming at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Donchenko A.S.** – Doctor of Veterinary Sciences, Academician of RAS, Scientific Supervisor at Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS), the Head of the Chair of Epizootology and Microbiology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Zhuchayev K.V.** – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Special Livestock Farming and Animal Husbandry, Dean of Biology-Technological Faculty at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Kashevarov N.I.** – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS, Chief of Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS) (Novosibirsk, Russia)

**Mager S.N.** – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Surgery and Non-Infectious Diseases at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Moruzi I.V.** – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Biology, Bioreources and Aquaculture at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Napleikova N.N.** – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Soil Sciences, Agrochemistry and Crop Farming at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Petukhov V.L.** – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Pichugin A.P.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Chair of Theoretical and Applied Physics at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Popov Iu.G.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Head of the Chair of Obstetrics, Anatomy and Histology at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Smirnov P.N.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Head of the Chair of Physiology and Animal Biochemistry at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Soloshenko V.A.** – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS, Scientific Chair 91 of Siberian Research Institute of Animal Husbandry, Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS) (Novosibirsk, Russia).

**Stadnik A.T.** – Doctor of Economic Sciences, Professor, the Head of the Chair of Management at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Tsilke R.A.** – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Selection, Genetics and Forestry at NSAU (Novosibirsk, Russia)

**Shternshis M.V.** – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Plant Protection at NSAU (Novosibirsk, Russia)

## Foreign members of the editorial Board

**Bulashev A.K.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifulin Kazakh Agrotechnical University (Astana, Kazakhstan)

**Glavendekich M. M.** – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Landscape Architecture at the University of Belgrade (Belgrade, Serbia)

**Kaufman O.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at Humboldt University, Faculty of Life Sciences, Albrecht Daniel Thaer - Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Honorary Professor of NSAU (Berlin, Germany).

**Kourzhil Ja.** – Ph. D., Professor of the Laboratory of Artificial Fish Propagation and Intensive Aquaculture at the Faculty of Fisheries and Protection of Waters at University of South Bohemia (České Budějovice, Czech Republic)

**Popovski Z.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Biochemistry and Genetic Engineering at Ss. Cyril and Methodius University in Skopje (Skopje, Macedonia)

**Sheiko I.P.** – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of NAS of Belarus, First Deputy of the Chief of Animal Husbandry Research Institute of NAS of Belarus (Zhodino, Belarus)

---

---

Typing: *Slobozhanin D. M.*

Desktop publishing: *Zenina V. N.*

Translator: *Shmidt L. V.*

Passed for printing on 29 September 2017

Size is 60 × 84 1/8. Volume contains 22,1 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times” is used. Order no. 1855.

---

---

Printed in “Zolotoy Kolos” Publ. of Novosibirsk State Agrarian University  
160 Dobrolyubova Str., office 106, 630039 Novosibirsk. Tel.: (383) 267–09–10  
E-mail: [vestnik.nsau@mail.ru](mailto:vestnik.nsau@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Ашмарина Л.Ф., Коробейников А.С.</i> Оценка устойчивости селекционного материала сои к основным заболеваниям в лесостепи Приобья.....	9
<i>Габышева Л.П.</i> Растительность гарей Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия) как кормовая база копытных .....	18
<i>Елизаров Н.В., Семендяева Н.В.</i> Устойчивость мелиоландшафтов Барабинской низменности к негативным факторам окружающей среды .....	29
<i>Туктарова Н.Г.</i> Реакция озимой пшеницы на абиотические условия в Удмуртской Республике .....	37

### БИОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ

<i>Мармулева Е.Ю., Торопова Е.Ю., Гришин В.М.</i> Экологический анализ энтомокомплексов кормовых злаковых культур северной лесостепи Приобья.....	45
<i>Сысо А.И., Лебедева М.А., Худяев С.А., Черевко А.С., Шишин А.И., Себежско О.И., Коновалова Т.В., Короткевич О.С., Петухов В.Л., Камалдинов Е.В., Слобожанин Д.М.</i> Макро- и микроэлементы в почвах и кормовых травах прифермерских полей Барнаульского Приобья.....	54
<i>Худяев С.А., Лебедева М.А.</i> Оценка содержания тяжелых металлов в почве и растениях костреча безостого ( <i>Bromopsis inermis</i> (Leys). Holub.) агроценозов Алтайского края и Кемеровской области ....	62
<i>Шишин Н.И., Себежско О.И., Федяев Ю.И., Скиба Т.В., Коновалова Т.В., Нарожных К.Н.</i> Элементный статус крови крупного рогатого скота голштинской породы в биогеохимических условиях Кемеровской области .....	70

### ВЕТЕРИНАРИЯ

<i>Лазарева М.В., Шкиль Н.А.</i> Эффективность микробиологических методов диагностики урогенитального микоплазмоза у собак.....	80
<i>Хонин Г.А., Гичев Ю.М., Семченко В.В., Мелешков С.Ф.</i> Морфогенез почек у крупного рогатого скота в предплодный период развития.....	88
<i>Цускман И. Г. Степанова Л. В., Фоменко Л. В.</i> Источники венозного оттока от сердца утки пекинской.....	100
<i>Шевченко С.А., Шевченко А.И., Багно О.А., Прохоров О.Н., Осипова М.А., Дядичкина Т.В.</i> Использование препаратов селена при выращивании жеребят и телят .....	107

### ЗООТЕХНИЯ, АКВАКУЛЬТУРА, РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Ефимова Л.В., Кулакова Т.В., Иванова О.В., Иванов Е.А.</i> Взаимосвязь между признаками линейной оценки экстерьера и молочной продуктивностью коров .....	115
<i>Желтиков А.И., Себежско О.И., Короткевич О.С., Коновалова Т.В., Маренков В.Г., Незавитин А.Г., Дементьев В.Н., Клименок И.И.</i> Качество спермопродукции и воспроизводительная способность быков-производителей красной степной породы ОАО Племпредприятие «Барнаульское» .....	125
<i>Коновалова Т.В.</i> Аминокислотный состав сыворотки крови быков черно-пестрой породы.....	133
<i>Нарожных К.Н.</i> Ассоциация показателей белкового обмена с уровнем свинца в органах и мышечной ткани мясного скота Западной Сибири.....	141

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

### ЭКОНОМИКА

<i>Абдулазизов Р. А.</i> Экономическая эффективность производства и размещения косточкового садоводства в Согдийском регионе .....	148
<i>Антошкина О.Г.</i> Эффективность производства молочной продукции в региональном молочно-продуктовом подкомплексе .....	155
<i>Красноперова Е.А.</i> Экология и социальная ответственность бизнеса в сфере АПК.....	164
<i>Леонова Я.В.</i> Место Новосибирской области в экспорте зерна из России.....	170

## CONTENTS

### AGRICULTURE AND FORESTRY

<i>Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S.</i> Assessment of soya selection material resistance to the main diseases of TransOb forest-steppe .....	9
<i>Gabyshva L.P.</i> Post-fire forest of Leno-Amginsk interstream area (central Yakutia) as a feed basis for the hoof .....	18
<i>Elizarov N.V., Semendiaeva N.V.</i> Resistance of meliolandscapes of Barabinsk lowland to negative environmental factors .....	29
<i>Tuktarova N.G.</i> Response of winter wheat to abiotic conditions in Udmurt Republic .....	37

### BIOLOGY, PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

<i>Marmuleva E.Iu., Toropova E.Iu., Grishin V.M.</i> Ecological analysis of feeding crops entomocomplexes in the TransOb northern forest-steppe. ....	45
<i>Syso A.I., Lebedeva M.A., Khudiaev S. A., Cherevko A.S., Shishin A.I., Sebezshko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Kamaldinov E.V., Slobozhanin D.M.</i> Macro and microelements in the soil and feeding grass of farming fields in the Barnaul is TransOb .....	54
<i>Khudiaev S. A., Lebedeva M.A.</i> Concentration of heavy metals in the soil and plants of awnless brome ( <i>Bromopsis inermis</i> (Leys). Holub.) in agrocenoses of the Altai Territory and Kemerovo region.....	62
<i>Shishin N.I., Sebezshko O.I., Fediaev Iu.I., Skiba T.V., Konovalova T.V., Narozhnyh K.N.</i> Blood elements of Holstein cattle in biogeochemical conditions of Kemerovo region .....	70

### VETERINARY SCIENCE

<i>Lazareva M.V., Shkil N.A.</i> Efficiency of microbiological diagnostics of dogs' urogenital mycoplasmosis ..	80
<i>Khonin G.A., Gichev Iu.M., Semchenko V.V., Meleshkov S.F.</i> The morphogenesis of kidney is of cattle at pre-calving stage .....	88
<i>Tsuskman I.G., Stepanova L.V., Fomenko L.V.</i> Resources of venons drainage of heart of Peking ducks ..	100
<i>Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Bagno O.A., Prokhorov O.N., Osipova M.A., Diadichkina T.V.</i> Applying of selenium specimens when growing calves and colts. ....	107

### LIVESTOCK FARMING, AQUACULTURE AND FISHERY

<i>Efimova L.V., Kulakova T.V., Ivanova O.V., Ivanov E.A.</i> Relation between linear assessment of exterior and cows' milk productivity .....	115
<i>Zheltikov A.I., Sebezshko O.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Marenkov V.G., Nezavitin A.G., Dementiev V.N., Klimenok I.I.</i> Quality of sperm and reproductive function of servicing bulls of red steppe breed at Barnaulskoe enterprise. ....	125
<i>Konovalova T.V.</i> Aminoacid compound of blood serum of black-and white breed bulls. ....	133
<i>Narozhnykh K.N.</i> Factors of protein turnover with lead in muscular tissue of meat cattle in Western Siberia .....	141

## CONTENTS

---

---

### ECONOMICS

<i>Abdulazizov R.A.</i> Efficiency of cherry horticulture in Sogdian region. ....	148
<i>Antoshkina O.G.</i> Efficiency of dairy production in regional dairy and food subcomplex .....	155
<i>Krasnoperova E.A.</i> Ecology and social business responsibility in agribusiness .....	164
<i>Leonova Ia. V.</i> The place of Novosibirsk region in national grain export .....	170

# АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 633.34:632 (35.38.42).527 (571.1)

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СОИ К ОСНОВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Л. Ф. Ашмарина, доктор сельскохозяйственных наук  
А. С. Коробейников, кандидат сельскохозяйственных наук  
Сибирский научно-исследовательский институт кормов  
СФНЦА РАН  
E-mail: alf8@yandex.ru

**Ключевые слова:** болезни, соя, устойчивость, распространенность, развитие болезни, поражение, корневые гнили, фузариоз, пероноспороз, бактериозы

**Реферат.** Проведена оценка устойчивости селекционного материала сои к комплексу заболеваний в условиях лесостепи Приобья. Исследования выполнялись на опытных полях Сибирского НИИ кормов СФНЦА РАН на естественном инфекционном фоне. Условия тепло- и влагообеспеченности в годы исследований существенно отличались, что обусловило различную фитосанитарную ситуацию в посевах сои. Отмечено умеренное проявление корневой фузариозной гнили, эпифитотийное развитие септориоза (2013 г.), бактериального ожога (2013 г.) и пероноспороза (2016 г.). В условиях естественного заражения систематически обследовались посевы сои, велись наблюдения и учеты начала развития и распространения возбудителей, степени поражения растений по общепринятым методикам. На фоне спорадического течения фузариозной корневой гнили наибольшую устойчивость к заболеванию проявили в 2015 г. сортообразцы СНК-154 и R-8, по восприимчивости в питомнике конкурсного сортоиспытания выделялся сортообразец СНК-131, поражение которого в засушливых 2014 и 2015 гг. было соответственно в 1,4 и 2,9 раза выше, чем у стандарта СиБНИИК- 315. Наибольшую устойчивость к заболеванию проявили сортообразцы СНК-154 и R-8. Результаты оценки устойчивости селекционного материала к бактериальному ожогу показали, что все изучаемые в питомнике конкурсного сортоиспытания сортообразцы поражались меньше стандартного сорта СиБНИИК- 315 в среднем на 9,5–14,3 %. Среди селекционного материала полевой устойчивости к септориозу выделялись сорт Омская 4 и сортообразцы СНК-140, СНК-183, СНК-14, СНК-282, у которых развитие болезни было достоверно ниже стандарта (СиБНИИК-315). Установлено, что наиболее восприимчивым к септориозу в контрольном питомнике был сортообразец СНК-292, в питомнике конкурсного сортоиспытания – сортообразцы СНК-147, R-7, R-8 и СНК-131, где индекс развития болезни достигал 48 % при распространенности заболевания 100 %.

## ASSESSMENT OF SOYA SELECTION MATERIAL RESISTANCE TO THE MAIN DISEASES OF OB FOREST-STEPPE

Ashmarina L.F., Dr. of Agricultural Sc.  
Korobeinikov A.S., Candidate of Agriculture  
Siberian Research Institute of Feeds RAS

Key words: *diseases, soya, resistance, prevalence, disease progress, affect, root rot, fusariosis, downy mildew, bacteriosis.*

*Abstract. The authors estimate resistance of selection soya material to diseases in the conditions of the Ob forest-steppe. The research was carried out on experimental fields of Siberian Research Institute of Feeds on natural infection background. The conditions of humidity and heat varied in the years of experiment; this provided different phytosanitary situation in soya sowings. The authors observed moderate level of root fusariosis rot, Septoria blight progress in 2013, bacterial blight in 2013 and downy mildew in 2016. The researchers investigated and observed soya sowings, progress of causative agents, degree of damage according to general methodologies. The varieties SNK-154 and R-8 appeared to be the most resistant to fusariosis root rot at sporadic stage. The variety SNK-131 was less resistant as it was damaged in 2014 and 2015 1.4 and 1.9 times more than standard variety SibNIIK-315. The research revealed that all investigated varieties were 9.5-14.3 % more resistant to bacterial blight in comparison with SibNIIK-315. Omskaya 4 and varieties SNK-140, SNK-183, SNK-14 and SNK-282 were more resistant to downy mildew than standard variant SibNIIK-315. In the control group SNK-292 was the least resistant variety; in the experimental group these were SNK-147, R-7, R-8 and SNK-131 where disease progress index was 48 %.*

В условиях Западной Сибири болезни значительно снижают продуктивность сельскохозяйственных растений. В связи с этим важнейшим направлением селекции кормовых культур является выведение сортов, устойчивых к заболеваниям.

Учитывая актуальные проблемы современного растениеводства, в том числе и кормопроизводства, очевидно, что только создание устойчивых сортов и на их основе оптимизация агротехнологии будут способствовать коренным изменениям в системе защиты растений, а значит, повышению урожайности кормовых культур и сохранению экологической целостности окружающей среды [1].

Выведение и внедрение в практику болезнеустойчивых сортов является наиболее быстрым, дешевым и экологически безопасным способом борьбы с заболеваниями [2, 3]. За счет использования устойчивых сортов мировое сельское хозяйство ежегодно получает прибыль, равную примерно 30 % от общей стоимости его продукции. Кроме того, создание выносливых агроэкологически адресных сортов предотвращает необходимость широкого использования пестицидов, что имеет важное значение в охране окружающей среды от загрязнения [4, 5]. При этом большое значение приобретает комплексная устойчивость растений к нескольким возбу-

дителям болезней [6]. Поэтому современные селекционные программы направлены на создание сортов с длительной комплексной устойчивостью, сочетающих основные гены устойчивости к известным расам патогенов с генетическими системами, обеспечивающими широкий спектр горизонтальной устойчивости [7, 8].

Соя является одной из наиболее распространенных зернобобовых культур в мире, она широко востребована как для применения в пищевой промышленности, так и для использования в кормопроизводстве. Важным направлением в исследованиях по иммунитету сои – сравнительно новой культуры для Западной Сибири – является поиск исходного материала, устойчивого к грибным, бактериальным и вирусным инфекциям [9, 10]. На всходах сои наблюдается семядольный бактериоз, во второй половине лета – бактериальный ожог, пустульный бактериоз, септориоз. Нарастает распространенность такого вредного заболевания, как вирусная мозаика [11–13]. Установлено, что поздний посев селекционных посевов сои приводит к поражению вирусной мозаикой в связи с сопряженностью с погодными условиями и питанием тлей-переносчиков. В последние годы наблюдается усиление проявления пероноспороза на посевах сои.

Ежегодное интенсивное поражение сои листостеблевыми болезнями и высокий уровень зараженности почвы возбудителями почвенной инфекции позволяют оценить устойчивость селекционного материала сои в полевых условиях [14, 15]. Полевая оценка исходного материала дает возможность выделить устойчивые и слабопоражаемые местными популяциями возбудителей болезней образцы в условиях естественного развития инфекции с целью дальнейшего использования как доноров устойчивости в селекционном процессе.

Цель работы – проведение фитоиммунологической оценки исходного и перспективного селекционного материала сои на естественном инфекционном фоне в условиях лесостепи Приобья.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в полевых условиях в селекционных питомниках Сибирского НИИ кормов, расположенных в лесостепи Приобья, входящих в центральную лесостепь. Объектами исследований были районированные сорта и селекционные образцы сои, а также комплекс возбудителей болезней, сформировавшийся в агроценозе сои в данной почвенно-климатической зоне, в условиях естественного заражения. Видовой состав, динамику развития и распространения болезней изучали в полевых опытах в соответствии с методическими руководствами [16,17]. Идентификацию видов возбудителей болезней проводили в лабораторных условиях [18].

В целом годы исследований характеризовались разнообразными условиями. Так, 2012 г. был жарким и засушливым (ГТК 0,8), осадков выпало на 103 мм меньше среднемноголетнего значения, температура была на 2,7 °С выше нормы. По гидротермическим условиям 2013 г. был избыточно увлажненным и прохладным (ГТК 1,2). За вегетационный период выпало 355 мм осадков, или на 61 % больше нормы.

Пониженные температуры мая обусловили задержку всходов сои почти на месяц, а также прохождение всех фаз развития и позднее созревание бобов. Гидротермические условия вегетационного периода 2014 г. характеризовались низкими температурами мая и июня, а также засушливыми условиями всего вегетационного периода, особенно в июне и августе. По этим показателям год относится к прохладным с недостаточным увлажнением.

Характерной особенностью условий вегетационного периода 2015 г. было неравномерное распределение осадков. Влажные условия в мае и первых декадах июня – июля, когда осадков выпало до двух среднемноголетних норм, сменились жаркими и засушливыми периодами во второй и третьей декадах июня – количество выпавших осадков составило 0,2–0,4 % от среднемноголетней нормы. Эти условия по-разному повлияли на развитие растений и поражение их болезнями.

Выпадение осадков в 2016 г. было неравномерным, в мае их выпало на 20 % меньше нормы, а во второй декаде июня и первой половине июля сумма осадков превысила среднемноголетнее значение на 200 и 287 % соответственно.

Математическую обработку результатов исследований проводили по прикладному пакету Snedecor [19].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разнообразные погодные условия вегетационных периодов за годы наблюдений обусловили различную фитосанитарную ситуацию в посевах сои и интенсивность проявления и развития болезней, что позволило провести оценку устойчивости растений сои к болезням в полевых условиях.

На всходах сои наблюдалось поражение фузариозной корневой гнилью, наиболее четко это было заметно на семядолях и корневой шейке (рис. 1).



Рис. 1. Проявление фузариоза на корневой шейке растения сои  
Fusariosis evidence on the root neck of soya

Наращение болезни происходило от фазы всходов до бутонизации – цветения, позднее интенсивность развития заболевания сни-

жалась. Заражение растений происходило за счет почвенной и семенной инфекции.

В табл. 1 представлены данные о пораженности сортов и сортообразцов сои фузариозной корневой гнилью в контрольном питомнике и питомнике конкурсного сортоиспытания. Уровень развития болезни за годы наблюдений был умеренным. На фоне спорадического течения болезни по восприимчивости в питомнике конкурсного сортоиспытания выделялся сортообразец СНК-131, где поражение корневой гнилью в засушливых 2014 и 2015 гг. было в среднем в 1,4 и 2,9 раза больше, чем у стандарта СибНИИК-315. В 2015 г. наибольшую устойчивость к заболеванию проявили сортообразцы СНК-154 и R-8, в контрольном питомнике максимальное превышение стандарта по развитию болезни было отмечено у сортообразцов СНК-129 и СНК-140.

Таблица 1

Пораженность сортов и сортообразцов сои фузариозной корневой гнилью, %  
Damages of soya varieties caused by fusariosis root rot, %

Контрольный питомник			Питомник конкурсного сортоиспытания		
Сорт, сортообразец	2014 г.	2015 г.	Сорт, сортообразец	2014 г.	2015 г.
СибНИИК-315, ст.	0,8	2,1	СибНИИК-315, ст.	3,8	2,4
Омская 4	0,7	3,3	Омская 4	3,8	2,7
СНК-129	1,6	3,8	СНК-131	5,4	7,0
СНК-285	1,8	1,3	СНК-282	2,0	1,4
СНК-182	1,0	2,1	СНК-154	2,5	0
СНК-292	1,2	2,5	СНК-146	2,5	1,9
СНК-181	2,0	1,7	СНК-147	2,5	0,8
СНК-140	1,5	3,8	R-7	2,1	2,6
СНК-183	2,3	0,9	R-8	2,5	0
СНК-294	1,8	2,9	R-9	3,3	3,6
НСР <sub>05</sub>	0,6	1,3	НСР05	1,3	1,1

Интенсивность развития листостеблевых инфекций определялась погодными условиями вегетационного периода. На селекцион-

ных посевах сои были распространены пероноспороз, септориоз, бактериальные пятнистости и др. (рис. 2).



а



б



в

Рис. 2. Проявления пустульного бактериоза (а), септориоза (б) и пероноспороза (в) на листьях сои  
Bacteriosis (a), septoriosis (b) and downy mildew (c) on soya leaves

Результаты оценки устойчивости селекционного материала к бактериальному ожогу показали, что все изучаемые сортообразцы поражались в питомнике конкурсного сортоиспытания меньше стандарта – сорта СибНИИК-315 на 9,5–14,3% (табл. 2). За годы исследований распространенность болезни (РБ) была различной, наиболее интенсивно бактериальный ожог проявил-

ся в эпифитотийном 2013 г. Наибольшая устойчивость к этому заболеванию отмечена у сорта Омская 4 и сортообразцов СНК-154 и СНК-147, у которых индекс развития болезни (ИРБ) был ниже стандарта в 3–3,8 раза, наименьшая – у сортообразцов СНК-282 и R-8. Аналогичная закономерность выявлена и в 2013 г., когда наблюдалось эпифитотийное развитие болезни.

Таблица 2

**Пораженность сортообразцов сои бактериальным ожогом в питомнике конкурсного сортоиспытания, %  
Damages of soya varieties caused by bacterial blight in the experimental group, %**

Сорт, сортообразец	Среднее за 2012–2016 гг.			2013 г. (эпифитотийный год)		
	ИРБ	± к ст.	РБ	ИРБ	± к ст.	РБ
СибНИИК-315, ст.	19,5		55,0	31,3		96,7
Омская 4	5,8	-13,7	25,9	7,3	-24,0	33,3
СНК-131	8,1	-11,4	35,7	14,0	-17,3	63,3
СНК-282	16,8	-2,7	47,8	27,3	-4,0	86,7
СНК-154	6,4	-13,1	27,1	9,3	-22,0	46,7
СНК-146	7,7	-11,8	25,9	18,0	-13,3	73,3
СНК-147	5,2	-14,3	21,3	13,3	-18,0	50,0
R-7	10,0	-9,5	38,2	12,0	-19,3	63,3
R-8	11,4	-8,1	40,5	20,7	-10,6	76,7
R-9	8,4	-11,1	30,7	14,0	-17,3	53,3
НСР <sub>05</sub>	7,0		12,3	9,9		

Септориозом за годы исследований посеы сои поражались в умеренной степени, наиболее сильно это заболевание проявилось в 2013 г. В табл. 3 представлены данные по развитию септориоза в контрольном питомнике и питомнике конкурсного сортоиспытания. Характерной особенностью проявления заболевания является образование на листьях угловатых неправильной формы пятен, ограниченных жилками листа (см. рис. 2, б). Первые симптомы заболевания появляются на семя-

долях, затем на парных листьях. При сильном развитии болезни пятна сливаются в сплошные ржаво-бурые зоны поражения и могут занимать практически всю поверхность листа, что приводит к преждевременному усыханию и опадению листьев. В 2013 г., при массовом распространении болезни, поражались почти все надземные органы растений – листья, черешки, стебли, бобы. Следует отметить, что высокоустойчивых сортообразцов при сильном развитии болезни не выявлено.

Таблица 3

**Пораженность сортов и сортообразцов сои септориозом при эпифитотийном развитии (2013 г.), %  
Damages of soya varieties at epiphytotic stage caused by septoriosiis (2013), %**

Контрольный питомник			Питомник конкурсного сортоиспытания		
Сорт, сортообразец	ИРБ	± к ст.	Сорт, сортообразец	ИРБ	± к ст.
СибНИИК-315, ст.	35,6		СибНИИК- 315, ст.	34,7	
Омская 4	26,0	-9,6	Омская 4	24,7	-10,0
СНК-129	30,2	-5,4	СНК-131	36,0	+1,3
СНК-285	32,0	-3,6	СНК-282	24,0	-10,7
СНК-182	34,8	-0,8	СНК-154	32,7	-2,0
СНК-292	36,0	+0,4	СНК-146	27,3	-7,4
СНК-181	34,7	-0,9	СНК-147	38,0	+6,6
СНК-140	25,4	-10,2	R-7	42,0	+7,3
СНК-183	24,1	-11,5	R-8	48,0	+13,3
СНК-294	33,8	-1,8	R-9	34,0	-0,7
НСР <sub>05</sub>	6,4		НСР <sub>05</sub>	6,9	

Наиболее интенсивно в контрольном питомнике поражен септориозом сортобразец СНК-292, а в питомнике конкурсного сортоиспытания – сортобразцы СНК-147, R-7, R-8 и СНК-131. Развитие заболевания на восприимчивых сортобразцах достигало 36,0–48,0% при распространенности 100%. Среди селекционного материала выделялись сорт Омская 4, сортобразцы СНК-140, СНК-183, СНК-146, СНК-282, индекс развития септориоза на которых достоверно был ниже стандарта. Следует отметить, что сорт СибНИИК-315 имел высокую степень поражения.

В последние годы, в связи с адаптацией этой культуры в условиях региона, в посевах сои все чаще встречается такое заболевание, как пероноспороз (см. рис. 2, в). При этой болезни поражаются сложные листья, простые листья, семядоли, бобы и семена. На нижней

стороне листьев образуется серовато-фиолетовый налет на круглых желтых пятнах, просвечивающих на верхней стороне листьев. На семядолях с обеих сторон образуется нежный, быстро исчезающий налет спороношения гриба. Больные семядоли желтеют, затем опадают.

В условиях засушливого 2014 г. заболевание не получило существенного распространения ни в одном из селекционных питомников. Развитие болезни в контрольном питомнике составило на восприимчивых сортобразцах от 0,4 до 2%. В 2013 г. пероноспороз также развивался слабо, индекс развития болезни не превышал 6%. В условиях 2015 г. отмечено умеренное развитие пероноспороза, а в 2016 г. – достаточно сильное проявление болезни, которое по питомникам достигало 29,3% (рис. 3).

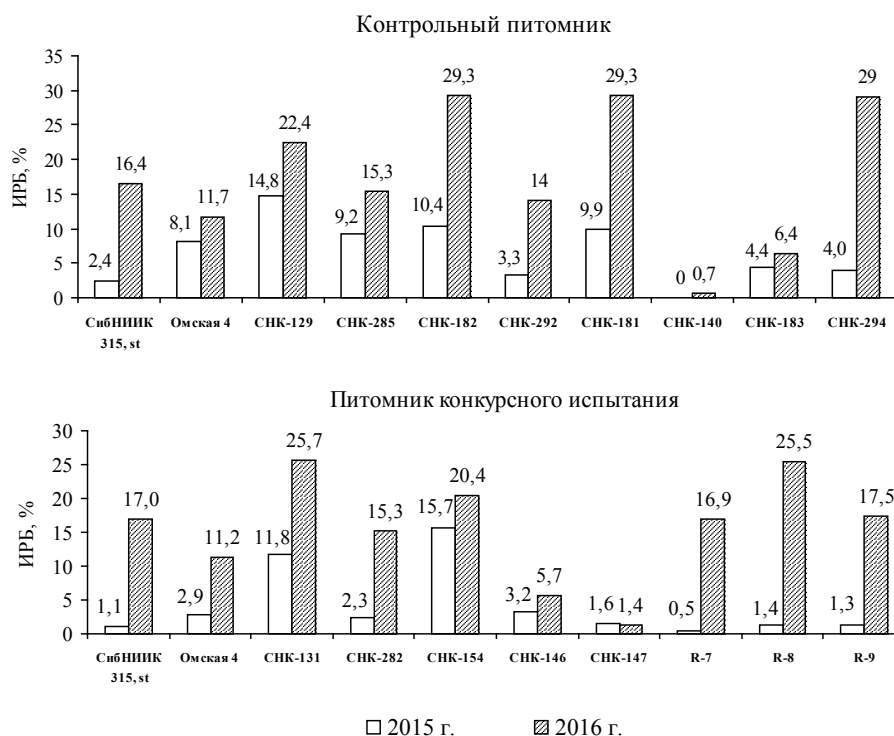


Рис. 3. Пораженность сортов и сортобразцов сои пероноспорозом  
Damages caused by downy mildew

Выявлено, что наиболее высокую устойчивость к заболеванию проявил сортобразец контрольного питомника СНК-140, поражение которого не превышало более 0,7%. Среднюю степень устойчивости показали сорт Омская 4 и сортобразцы СНК-183, Омская 4, СНК-292 – максимальное развитие

болезни составило 6,4; 11,7 и 14,0% соответственно. Наиболее сильно в 2016 г. пероноспорозом поражались сортобразцы СНК-182, СНК-181 и СНК-294, у которых индекс развития заболевания достигал 29,3; 29,3 и 29,0% соответственно.

В питомнике конкурсного сортоиспытания пероноспороз в 2015 г. развивался слабее, чем в 2016 г. Из всех проанализированных образцов у восьми выявлена высокая степень полевой устойчивости, а три сортообразца были среднеустойчивыми: СНК-154, СНК-131 и R-8, у которых индекс развития болезни составил 20,4; 25,5 и 25,7% соответственно.

Проведенные исследования показали, что среди селекционного материала сои не выявлены сортообразцы с высокой комплексной устойчивостью к патогенам. Установлено, что относительную комплексную устойчивость к бактериальному ожогу и септориозу проявлял сорт Омская 4. Селекционные образцы СНК-154, СНК-147 и R-8 наряду со средней устойчивостью к бактериальному ожогу были восприимчивы к септориозу. Одновременно с этим образец СНК-282 при сильном поражении бактериальным ожогом отличался высокой устойчивостью к септориозу. В контрольном питомнике при эпифитотийном развитии септориоза выявлены перспективные сортообразцы СНК-181, СНК-183, которые в меньшей степени поражались этим заболеванием.

### ВЫВОДЫ

1. Оценка устойчивости селекционного материала сои к комплексу заболеваний в условиях лесостепи Приобья показала, что се-

лекционные сортообразцы из контрольного питомника и питомника конкурсного сортоиспытания не проявляли комплексной высокой устойчивости, однако и среди них возможно выделение образцов со специфической устойчивостью к определенным патогенам.

2. Наибольшую устойчивость к фузариозной корневой гнили на фоне спорадического течения болезни проявили сортообразцы СНК-154 и R-8, по восприимчивости выделялся в питомнике конкурсного сортоиспытания сортообразец СНК-131, у которого поражение было в 1,4 и 2,9 раза больше, чем у стандарта СибНИИК-315.

3. Бактериальным ожогом все изучаемые в питомнике конкурсного сортоиспытания сортообразцы сои поражались меньше стандартного сорта СибНИИК-315 в среднем на 9,5–14,3%.

4. По полевой устойчивости к септориозу среди селекционного материала выделялся сорт Омская 4 и сортообразцы СНК-140, СНК-183, СНК-146, СНК-282, у которых развитие болезни было достоверно ниже стандарта СибНИИК-315. Наиболее восприимчивым к септориозу в контрольном питомнике был сортообразец СНК-292, в питомнике конкурсного сортоиспытания – сортообразцы СНК-147, R-7, R-8 и СНК-131, у которых индекс развития болезни достигал 48% при распространенности 100%.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соя в Западной Сибири* / Н. И. Кашеваров, В. А. Солошенко, Н. И. Васякин [и др.]; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск: Юпитер, 2004. – 256 с.
2. *Донченко А. С., Ашмарина Л. Ф., Христов Ю. А.* Достижения сибирских селекционеров в области создания новых сортов сельскохозяйственных культур // Селекция сельскохозяйственных растений в аридных территориях Сибири и Дальнего Востока: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 21–24 июля 2015 г.) / ФАНО. Сиб. отд-ние аграрной науки; сост.: Ю. А. Христов [и др.]; под. ред. акад. РАН П. Л. Гончарова. – Новосибирск, 2015. – С. 26–33.
3. *Новые сибирские сорта сои, устойчивые к гидротермическим стрессорам и поражению фитопатогенными грибами* / О. А. Рожанская, Л. Ф. Ашмарина, Д. И. Потапов [и др.] // Успехи современной науки. – 2015. – № 5. – С. 26–31.
4. *Жученко А. А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М., 2001. – Т. 2. – 708 с.
5. *Васякин Н. И.* Зернобобовые культуры в Западной Сибири. – Новосибирск, 2002. – 184 с.
6. *Гончаров П. Л.* Сорта Сибири должны быть иммунными // Селекция сельскохозяйственных культур на иммунитет: материалы науч.-метод. конф. (Омск, 8–9 авг. 2002 г.). – Новосибирск, 2004. – С. 3–6.

7. *Методология* системного проведения научных исследований в растениеводстве, земледелии и защите растений: метод. положение / П. Л. Гончаров, Г. П. Гамзиков, В. К. Каличкин [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. – Новосибирск, 2014. – 77 с.
8. *Заостровных В. И.* Селекция и семеноводство кормовых культур. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2010. – 419 с.
9. *Агаркова З. В., Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М.* Основные болезни кормовых культур в селекционных питомниках в лесостепи Приобья // Аграрная наука – сельскохозяйственно-му производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: тр. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 26–28 июля 2005 г.). – Новосибирск: Сиб. отд-ние РАСХН, 2005. – Т. 1. – С. 127–131.
10. *Ашмарина Л. Ф., Коробейников А. С.* Видовой состав и вредоносность возбудителей болезней сои в Западной Сибири // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: тез. докл. IV Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 11–13 окт. 2016 г.). – СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2016. – С. 96.
11. *Болезни* кормовых культур в лесостепи Западной Сибири / З. В. Агаркова, Л. Ф. Ашмарина, Н. М. Коняева, И. М. Горобей // Кормопроизводство. – 2007. – № 3. – С. 8–9.
12. *Казанцева Е. В., Ашмарина Л. Ф.* Распространенность болезней сои в северной лесостепи Приобья // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3 (32). – С. 27–31.
13. *Коняева Н. М., Ашмарина Л. Ф., Коробейников А. С.* Заражененность семян сои фитопатогенными грибами в условиях ее адаптации в лесостепи Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 1. – С. 22–28.
14. *Устойчивость* кормовых культур к биотическим факторам в лесостепи Западной Сибири / Л. Ф. Ашмарина, З. В. Агаркова, Н. М. Коняева, А. С. Коробейников // Селекция сельскохозяйственных растений в аридных территориях Сибири и Дальнего Востока: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 21–24 июля 2015 г.) / ФАНО. Сиб. отд-ние аграрной науки; сост.: Ю. А. Христов [и др.]; под. ред. акад. РАН П. Л. Гончарова. – Новосибирск, 2015. – С. 41–54.
15. *Казанцева Е. В., Ашмарина Л. Ф.* Особенности развития бактериозов на разных сортах сои в условиях северной лесостепи Западной Сибири [Электронный ресурс] // Кормопроизводство в Сибири: достижения, проблемы, стратегия развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. (с. Михайловка Красноярского края, 31 июля – 1 августа 2014 г.) / СибНИИ кормов, ФГБОУ ВПО «НГАУ». – Новосибирск, 2014. – С. 83–90.
16. *Методические* указания по изучению устойчивости зернобобовых культур к болезням. – Л.: ВИР, 1976. – 74 с.
17. *Методические* указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / ВАСХНИЛ. ВИЗР; сост. М. К. Хохряков. – Л., 1979. – 78 с.
18. *Билай В. И.* Фузари (Биология и систематика). – Киев: Изд-во АН УССР, 1977. – 442 с.
19. *Сорокин О. Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 162 с.

#### REFERENCES

1. Kashevarov N. I., Soloshenko V. A., Vasyakin N. I. *Soya v Zapadnoi Sibiri* (Soybean in Western Siberia), Novosibirsk: Yupiter, 2004, 256 p.
2. Donchenko A. S., Ashmarina L. F., Khristov Yu. A. *Seleksiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii v aridnykh territoriyakh Sibiri i Dal'nego Vostoka* (Selection of agricultural plants in arid territories of Siberia and the Far East), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Barnaul, July 21–24, Novosibirsk, 2015, pp. 26–33. (In Russ.)
3. Rozhanskaya O. A., Ashmarina L. F., Potapov D. I., Konyaeva N. M. *Uspekhi sovremennoi nauki*, 2015, No. 5, pp. 26–31. (In Russ.)
4. Zhuchenko A. A. *Adaptivnaya sistema seleksii rastenii (ekologo-geneticheskie osnovy)* (Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis), Moscow, Vol. 2 (2001), 708 p.
5. Vasyakin N. I., *Zernobobovye kul'tury v Zapadnoi Sibiri* (Leguminous crops in Western Siberia), Novosibirsk, 2002, 184 p.

6. Goncharov P.L. *Selektsiya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na immunitet* (Selection of crops for immunity), Materials of the Scientific-Methodical Conference, August 8–9, Omsk, 2002, Novosibirsk, 2004, pp. 3–6. (In Russ.)
7. Goncharov P.L., Gamzikov G.P., Kalichkin V.K., Ashmarina L.F., Khristov Yu.A. *Metodologiya sistemnogo provedeniya nauchnykh issledovaniy v rastenievodstve, zemledelii i zashchite rastenii* (Methodology of systematic scientific research in plant growing, agriculture and plant protection), Novosibirsk, 2014, 77 p.
8. Zaostrovnykh V.I. *Selektsiya i semenovodstvo kormovykh kul'tur* (Selection and seed farming of forage crops), Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2010, 419 p.
9. Agarkova Z.V., Ashmarina L.F., Konyaeva N.M. *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazakhstana i Kyrgyzstana* (Agrarian science – agricultural production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan and Kyrgyzstan), Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference, July 21–24, 2005, Barnaul, Novosibirsk: Sib. otd-nie RASKhN, vol. 1 (2005), pp. 127–131. (In Russ.)
10. Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S. *Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam* (Modern problems of plant immunity to harmful organisms), Abstracts of Papers the IV International Conference, 11–13 October, 2016, Saint Petersburg, St. Petersburg: GNU VIZR, 2016, pp. 96. (In Russ.)
11. Agarkova Z.V., Ashmarina L.F., Konyaeva N.M., Gorobei I.M. *Kormoproizvodstvo*, 2007, No. 3, pp. 8–9. (In Russ.)
12. Kazantseva E.V., Ashmarina L.F. *Vestnik NGAU*, 2014, No. 3 (32), pp. 27–31. (In Russ.)
13. Konyaeva N.M., Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S. *Vestnik NGAU*, 2016, No. 1, pp. 22–28. (In Russ.)
14. Ashmarina L.F., Agarkova Z.V., Konyaeva N.M., Korobeinikov A.S. *Selektsiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii v aridnykh territoriyakh Sibiri i Dal'nego Vostoka* (Selection of agricultural plants in arid territories of Siberia and the Far East), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Barnaul, July 21–24, Novosibirsk, 2015, pp. 41–54. (In Russ.)
15. Kazantseva E.V., Ashmarina L.F. *Kormoproizvodstvo v Sibiri: dostizheniya, problemy, strategiya razvitiya* (Fodder Production in Siberia: achievements, problems, development strategy), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, 31 July – 1 August, 2014, Mikhailovka, Krasnoyarsk region, Novosibirsk, 2014, pp. 83–90. (In Russ.)
16. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustoichivosti zernobobovykh kul'tur k boleznyam* (Guidelines for the study the resistance of leguminous crops to diseases), Leningrad, 1976, 74 p.
17. *Metodicheskie ukazaniya po eksperimental'nomu izucheniyu fitopato-gennykh gribov* (Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi), Compiler by M.K. Khokhryakov, Leningrad, 1979, 78 p.
18. Bilai V.I. *Fuzarii (Biologiya i sistematika)* (Fusariums (Biology and Systematics), Kiev: AN USSR, 1977, 442 p.
19. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Novosibirsk, 2004, 162 p.

УДК 636.085.532.:636.2 (282.256.6).66)

**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГАРЕЙ ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ  
(ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ) КАК КОРМОВАЯ БАЗА КОПЫТНЫХ**

**Л. П. Габышева**, кандидат биологических наук  
Институт биологических проблем криолитозоны  
СО РАН, Якутск, Россия  
E-mail: lpr77@yandex.ru

*Ключевые слова:* кормовая база, растительные ресурсы, гари, Лено-Амгинское междуречье, Центральная Якутия, лесные пожары, фитомасса

*Реферат. Приводятся результаты изучения растительных ресурсов гарей как кормовой базы копытных. Большая часть местообитаний животных не только Якутии, но и всей России сосредоточена на территории Государственного лесного фонда. Земли лесного фонда являются одной из основных категорий местообитания животных. Они делятся на покрытые и не покрытые лесом земли. Гари – одно из главных местообитаний копытных в Центральной Якутии. Однако запас кормовых ресурсов отдельных местообитаний, в т. ч. гарей, до настоящего времени остается слабоизученным. Целью работы было изучение растительных ресурсов гарей, в частности, кормовой базы копытных. В статье приведены данные по запасам растительных ресурсов разновозрастных гарей на разных стадиях сукцессии, собранные на гарях в 2001–2003 гг. в Мегино-Кангаласском и Таттинском лесничествах Республики Саха (Якутия) при изучении динамики растительности гарей. Район исследования относится к Лено-Амгинскому междуречью Центральной Якутии. Учеты проводились с использованием метода укосов в 3–5-кратной повторности в период максимального накопления фитомассы (во второй половине июля – начале августа). Выявлено, что наибольшей величины фитомасса достигает на начальной стадии сукцессии с иван-чаевой синузией (7,23–9,53 т/га), на данном этапе у 80–90% исследованных косуль с гарей в желудке содержался иван-чай узколистный. С распространением злаков и разнотравья фитомасса понижается до 2,33 т/га. По мере заселения гари лесными видами происходит стабилизация и постепенное увеличение фитомассы (7,48–7,91 т/га). На основе имеющихся данных по площадям пожаров и фитомассе напочвенного покрова гарей сделана попытка подсчета расчетного запаса растительных ресурсов живого напочвенного покрова на гарях Лено-Амгинского междуречья. Приведенные данные могут быть использованы при расчете кормовых ресурсов и средней удельной массы потребляемой растительности отдельными видами копытных животных.*

**BURNED AREAS VEGETATION OF LENO-AMGA INTERFLUVE  
(CENTRAL YAKUTIA) AS A FEED BASE OF UNGULATES**

**Gabyшева L.P.**, Candidate of Biology

**Institute of Biological Problems in Cryolithic Zone SD RAS, Yakutsk, Russia**

*Key words:* food supply, plant resources, burnt spots, Leno-Amginsk interstream area, Central Yakutia, forest fires, phytomass.

*Abstract. The paper shows the results on investigation of plant resources of burnt spots as food supply for the hoof. The most part of animals' habitual area is concentrated in the area of State forest fund. The land of forest fund is one of the main categories of animals' habitual area. These lands are divided on covered with forestlands and not covered ones. Burn spots are one of the main habitual areas of the hoof in central Yakutia whereas food supply of concrete habitual areas is not investigated sufficiently. The paper is aimed at studying plant resources of burnt spots and specifically food supply of the hoof. The article shows the data on plant resources of burnt spots of different age and at different stages of succession. The data was collected on the burnt spots in 2001-2003 in Megino-Kangalassand Tattinsk forest zones of Yakutia. The research area belongs to*

*Leno-Amginsk interstream area of central Yakutia. The researchers applied 3-5 times mowing methods in the period of maximal phytomass accumulation (the second half of July and beginning of August). The authors observed the highest phytomass at the beginning stage of succession with willow herb synusia (7.23-9.53 t/ha). At that stage, 80-90% of investigated roes from burnt spots had fireweed in their stomach. When crops and wild grasses are available for animals, phytomass is reduced to 2.33 t/ha. The author observed phytomass increasing (7.48-7.91 t/ha). The data about fire zones and phytomass of burnt spots surface contribute to calculating plant reserves of burnt spots surface in Leno-Amginsk interstream areas. These data can be used in calculating food supply and specific weight of plants consumed by the hoof.*

Местообитания любого вида животных характеризуются такими важными для его жизнедеятельности условиями, как защитные и кормовые [1, 2]. Большая часть местообитаний животных (охотугодий) не только Якутии, но и всей России сосредоточена на территории Гослесфонда, а охотничьи животные, обитающие в лесах, составляют более половины всего разнообразия видов.

Земли лесного фонда являются одной из основных категорий местообитания животных. Они делятся на покрытые и не покрытые лесом земли. К покрытым относятся собственно леса, а к не покрытым лесом площадям – вырубки, гари, пустыри, прогалины, редины.

Оценка среды обитания животных проводится на основе таксационных описаний участков лесной растительности, в ходе лесоустройства объединенных в лесохозяйственные выделы. Выделы укрупняются до стадий, пригодных для обитания данного вида животных [3]. Для оценки охотугодий из лесотаксационной характеристики насаждений используется распределение лесов по породному составу, типу леса и классам возраста. Например, в Центральной Якутии выделяют следующие типы стадий косули: лиственничники, смешанные сосново-лиственничные леса, смешанные лиственнично-березовые леса и редколесья, сосняки, пойменные леса, гари и вырубки [4].

Состав кормов копытных животных и питательные свойства кормовых растений Якутии достаточно хорошо описаны для каждого вида отдельно [2, 3, 5 и др.]. Но запас кормовых ресурсов по отдельным местообитаниям до настоящего времени остается слабо изученным [6].

Цель работы – изучение растительных ресурсов гарей как одного из наиболее распространенных местообитаний животных, в частности, кормовой базы копытных.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы собраны в ходе изучения динамики растительности гарей, лесовосстановления на гарях в 2001–2003 гг. в Мегино-Кангаласском и Таттинском лесничествах. Ввиду недостаточности сведений о фитомассе биотопов – основных стадий животных [6] – материалы данной статьи дополняют сведения о кормовой базе животных Якутии.

Нами изучен запас растительных ресурсов разновозрастных гарей на разных стадиях сукцессии. Учеты проводились с использованием метода укосов во второй половине июля – начале августа, в период максимального накопления фитомассы. Надземную часть растений срезали у корневой шейки, разбирали по видам. Данные по фитомассе приведены в перечете на абсолютно-сухое вещество. Обработку материала проводили с использованием программы Microsoft Office Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время леса Лено-Амгинского междуречья входят в состав трех лесничеств: Амгинского, Мегино-Кангаласского (в состав вошли территории Мегино-Кангаласского, Таттинского, Чурапчинского районов) и Усть-Алданского (табл. 1). Общая лесистость лесного фонда междуречья составляет 93,8%.

Таблица 1

Характеристика лесного фонда Лено-Амгинского междуречья и Республики Саха (Якутия)  
(на 01.01.2008 г.)

Characteristic of forest fund of Leno-Amginsk interstream area and Yakutia (data on January 1, 2008)

Показатели	Лено-Амгинское междуречье	Республика Саха (Якутия)
Площадь земель лесного фонда, тыс. га	8122,8	254751,0
Лесная площадь, тыс. га	покрытая лесом	7665,8
	не покрытая лесом	150,3
	всего	7822,0
Нелесная площадь, тыс. га	300,8	62238,0
Лесистость лесного фонда, %	93,8	46,7

В лесах региона преобладают хвойные (96,4% от покрытой лесом площади), доля лиственных незначительна (3,6%). Господствующей породой является лиственница (*Larix cajanderi*). Сосна (*Pinus sylvestris*), береза (*Betula pendula*) и ель (*Picea obovata*) занимают незначительную площадь – 3,8; 3,6 и 0,1 % соответственно.

В хвойных насаждениях преобладают молодняки и средневозрастные древостои,

которые составляют около 48 %, на долю спелых приходится 44 % (табл. 2). Преобладание в возрастной структуре молодняков и средневозрастных насаждений указывает на смену древостоев в результате воздействия лесных пожаров. Лиственные насаждения большей частью образованы молодняками и средневозрастными (84,3 %), что объясняется коротким жизненным циклом лиственных пород.

Таблица 2

Распределение площади лесов и запасов древесины по группам возраста в лесах Лено-Амгинского междуречья  
Division of forest area and wood into age groups of Leno-Amginsk interstream area forests

Показатель	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	Всего	
<i>Хвойные древесные породы</i>						
Площадь	тыс. га	1743,9	1779,5	613,2	3255,1	7391,7
	% от общей по региону	23,6	24,1	8,3	44,0	100
Запас	млн м <sup>3</sup> /га	48,4	182,1	82,5	449,1	762,1
	% от общего по региону	6,4	23,8	10,9	58,9	100
<i>Мяколиственные древесные породы</i>						
Площадь	тыс. га	67	164,3	28	15	274,2
	% от общей по региону	24,4	59,9	10,2	5,5	100
Запас	млн м <sup>3</sup> /га	1,0	6,7	1,8	1,0	10,5
	% от общего по региону	9,3	63,8	17,0	9,9	100

Несмотря на то, что лиственные породы (преимущественно береза) занимают незначительную долю в породном составе, они играют существенную роль в динамике лесной растительности после лесных пожаров, рубок леса и других нарушений. Благодаря короткому жизненному циклу березы, которая заселяет гари и вырубку на начальных стадиях сукцессии (от 0 до 5–8 лет) и отмирает уже на поздних стадиях сукцессии (к 50–60 годам после пожара и вырубку), лиственница

остаётся эдификатором в лесах Центральной Якутии.

К не покрытым лесом площадям относятся следующие категории местообитаний: вырубку, гари, пустыри, прогалины. По данным лесохозяйственного регламента лесничеств, составленным Департаментом по лесным отношениям Республики Саха (Якутия), на территории Лено-Амгинского междуречья не покрытые лесом площади занимают лишь 150,3 тыс. га, или 2% лесных земель, в том числе

гари 40,3 тыс. га, или 0,52% лесных земель. На наш взгляд, данные сильно занижены, так как за последние 10 лет, с 2007 по 2016 г.,

средняя площадь пожаров в лесах Лено-Амгинского междуречья составила в среднем 14800 га, а в 2012 г. – 74302,9 га (рис. 1).

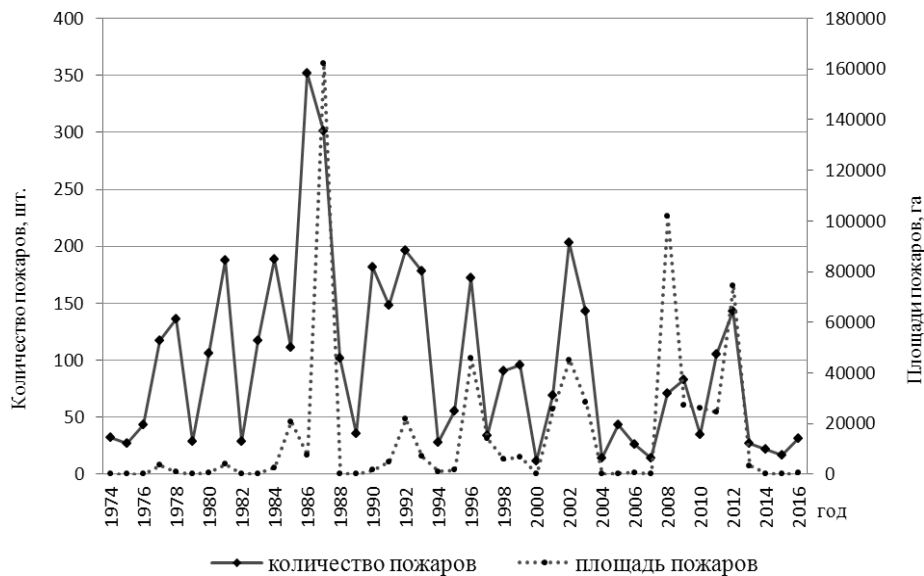


Рис. 1. Лесные пожары в 1974–2016 гг. в Лено-Амгинском междуречье  
Forest fires in Leno-Amginsk interstream area in 1974–2016

Своеобразие гарей заключается в изменении почвенных условий, наличии слепожарных остатков (сухостой, валеж) и специфически развивающейся слепожарной растительности. В лесах Центральной Якутии наиболее распространены низовые пожары (90%), которые большей частью уничтожают нижние ярусы леса, в том числе подстилку. Верховые пожары практически отсутствуют. В начале лета чаще преобладают беглые низовые пожары благодаря ветрам, проникающим под полог леса. В середине и конце лета развиваются низовые устойчивые лесные пожары, которые могут уничтожить не только нижние ярусы, но и весь древесный ярус [7–9].

Известно, что гари являются излюбленным местом обитания копытных животных. Так, косули предпочитают гари во все сезоны. Наилучшие защитно-кормовые условия косули находят на молодых и средневозрастных гарях. При обитании на достаточно обширных гарях они кормятся и отдыхают на одних и тех же участках. Там, где гари отсутствуют,

насытившиеся косули уходят на лежку под защиту леса [3]. Благородные олени предпочитают средневозрастные гари [2]. По данным А. В. Аргунова и др. [3], в Центральной Якутии наибольшая встречаемость косуль в бесснежный (31,7%) и снежный период (24,7%) приходится на гари и вырубку, затем идут аласы, поляны (28,9 и 24,2% соответственно), пойменные леса, травяные речки (23,7 и 17,5% соответственно) и т.д. По данным авиаучета, на Лено-Вилуйском междуречье в 2003 г. на гарях было отмечено 43,7% от всех зарегистрированных особей (142), в 2005 г. – 30% (107), в 2007 г. – 35,7%, в 2009 г. – 22,5%; на Лено-Амгинском междуречье – чуть меньше: в 2007 г. – 26,5% (34), в 2009 г. – 18,6%. В целом, по данным авторов, гари являются одним из основных местообитаний копытных в Центральной Якутии.

Установлено, что фитомасса живого почвенного покрова после пожаров меняется и зависит от состава и структуры растительного покрова определенных стадий сукцессии [7] (рис. 2).

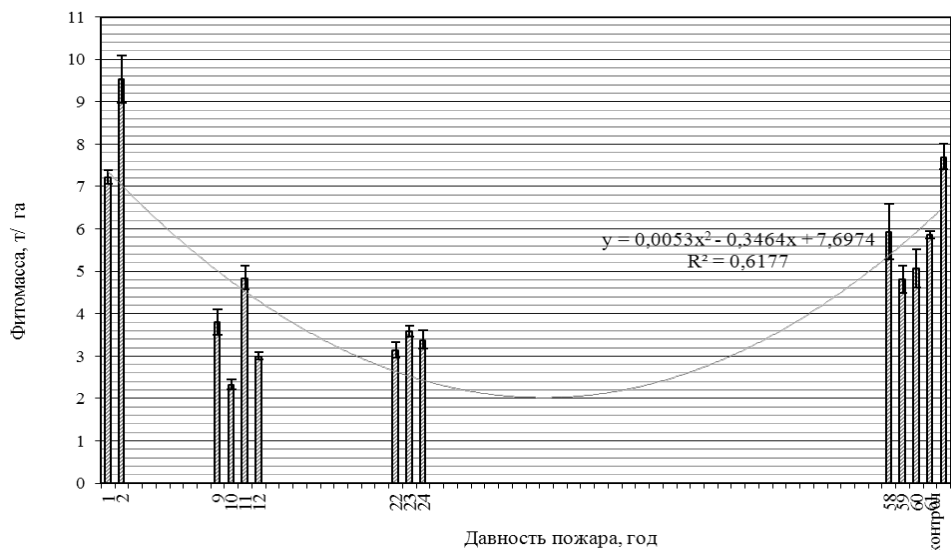


Рис. 2. Динамика фитомассы живого напочвенного покрова после низовых пожаров на гарях с разной давностью пожара и в контроле (лиственничнике брусничном)  
Phytomass dynamics of live ground cover after creeping fires in burnt spots

**Гарь на начальной, травяной стадии (1–2-летние гари).** Доминанты – иван-чай узколистный, маршанция многообразная. Встречаются крестовник болотный, хохлатка сибирская, осока, мышиный горошек, лимнас Стеллера, скерда кровельная. Местами начинают появляться побеги брусники и арктоуса красноплодного. Всего зафиксировано 22 вида сосудистых растений [10].

Молодые гари характеризуются наибольшими значениями фитомассы (7,23–9,53 т/га). Высокая плотность и крупные размеры побегов пионерных видов: иван-чая узколистного

и мха маршанции многообразной – дают наибольшую фитомассу. Причем на влажных и богатых после пожаров почвах при достаточной освещенности гари они весь вегетационный период остаются сочными и богатыми питательными веществами. Иван-чай узколистный обычно быстро заселяет освободившиеся территории и становится доминантом в первые 4 года. Содержание белка в иван-чае, по данным В.Г. Алексеева и др. [11], – 13–24%. По данным А.В. Аргунова, В.В. Степановой [12, 13], иван-чай содержался в желудках у 80–90% исследованных косуль с гарей.

Таблица 3

Фитомасса травяно-кустарничкового и мохового покровов по видам растений (средние данные за 3 года), т / га  
Phytomass of grassy suffruticose and moss carpet on plants types (average data for 3 years), t / ha

Стадии и возрасты гарей	Виды (группы видов) растений	Фитомасса, т/га	Доля фитомассы, в%
1	2	3	4
Травяная стадия (1–2-летние гари) – начальная стадия	Иван-чай узколистный	5,095	60,8
	Маршанция многообразная	3,285	39,2
	Всего	8,38	100,0
Березово-кустарничковая стадия (9–12-летние гари)	Княженика	1,615	44,0
	Хвощ камышковый	0,09	2,5
	Злаки	1,145	31,2
	Бобовые	0,37	10,0
	Брусника	0,450	12,3
	Всего	3,67	100,0
Средневозрастные гари – березово-лиственничный молодняк (22–24-летние гари)	Брусника	2,343	61,0
	Лимнас Стеллера	0,38	9,9
	Иван-чай узколистный	0,33	8,6
	Линнея северная	0,18	4,7
	Чина приземистая	0,61	15,8
Всего	3,843	100,0	

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Старовозрастные гари на стадии лиственничного молодняка (жердняка) (58–60-летние гари)	Брусника	5,423	100,0
	Всего	5,423	100,0
Лиственничник брусничный	Брусника	6,948	87,2
	Мхи зеленые	0,993	12,4
	Линнея северная	0,030	0,4
	Всего	7,971	100,0

**Гарь на березово-кустарниковой стадии (9–12-летние гари)** с разнотравно-злаковым сообществом. Доминанты в подросте – ивы Бебба, ложнопятитычинковая, грушанколистная, корзиночная, кустарниковая, имеются береза повислая, лиственница Каяндера. Доминанты травяно-кустарничкового яруса – лимнас Стеллера, княженика, мышиный горошек, встречаются звездчатка длиннолистная, кровохлебка аптечная, девясил британский, мятлик луговой, лапчатка гусиная, клевер люпиновидный, хвощ луговой. Доминант мохово-лишайникового покрова – маршанция многообразная. Всего 89 видов [7, 10].

К 9–12 годам общая фитомасса травяного покрова резко снижается (до 2,33 т/ га), у многих инициальных видов уменьшаются побегообразовательная способность корневых систем, размеры надземных побегов, сокращается плодоношение, вследствие чего они утрачивают доминирующую роль в составе и структуре травяного покрова и постепенно сменяются злаково-разнотравными видами (лимнасом Стеллера, княженикой, хвощом камышковым и др.). Идет постепенная смена злаковых (доля в фитомассе уменьшается с 55 до 17%) разнотравными видами (доля фитомассы княженики увеличивается с 38 до 46, бобовых – с 4 до 20%), что связано с постепенным снижением плодородия почвы и изменением микроклиматических и почвенных условий на гари, в первую очередь, влажности почвы. Травянистые растения, в частности осоковые, злаковые, сложноцветные, бобовые, лютиковые, а также древесные – разные виды ив и берез [2], наиболее распространенные на молодых гарях, круглогодично играют важнейшую роль в питании копытных. Хотя кормовые растения данной

стадии гари имеют небольшую фитомассу, но по питательности и по разнообразию видов они стоят на первом месте из всех стадий гарей. В бесснежный период наибольшее количество (31,7%) косуль встречается именно на гарях и вырубках [2, 13]. При этом 45,1% кормов в поедях приходилось на бобовые, 56,3% – на разнотравье.

**Средневозрастная гарь на стадии березово-лиственничного молодняка (22–24-летние гари).** Доминанты в подросте – лиственница Каяндера, береза повислая. Доминанты травяно-кустарничкового покрова – брусника, лимнас Стеллера, встречаются рассеянно линнея северная, иван-чай узколистный.

Средневозрастные гари по кормовой базе малопривлекательны для некоторых животных. Растительность живого напочвенного покрова сильно уступает молодым гарям по разнообразию растений и по питательности, в основе растительности – лишь лесные виды в фазе вегетации, не плодоносящие. Но для некоторых копытных, например для благородного оленя, средневозрастные гари являются одним из предпочитаемых местобитаний с хорошими защитными свойствами и кормовой базой, преимущественно древесно-веточных кормов [2]. Ведущую роль здесь уже играют лесные виды – брусника (61% запаса фитомассы), линнея северная, выдерживающие условия под пологом светлохвойного леса, что связано с изменением условий местопроизрастания на гарях, в частности со стабилизацией влажности почвы. На 22–24-летней гари постепенно происходит смена растительности в сторону лесной обстановки. Травяно-кустарничковый покров изреженный (покрытие до 25%), следствием

чего является уменьшение общей фитомассы от 3,15 до 3,84 т/га (см. рис. 2, табл. 3). Брусника встречается в виде негустых и небольших по размеру, но равномерно распределенных по площади гари не плодоносящих, молодых куртин. Запас лимнаса Стеллера по сравнению с 10-летней гарью стабилизировался (от 0,32 до 0,59 т/га). Также на гари рассеянно встречается низкорослый и угнетенный иван-чай узколистный (от 0,11 до 0,45 т/га). Присутствие данного вида в составе растительного покрова на этой стадии сукцессии можно связать с его замедленным развитием и растянувшимся вегетационным периодом.

**Старовозрастные гари на стадии лиственничного молодняка (жердняка) (58–60-летние гари).** Доминант в древостое – лиственница Каяндера. Доминант травяно-кустарничкового покрова – брусника, редко встречаются линнея северная, чина приземистая. Старовозрастная гарь близка к дожарному контрольному лесу – лиственничнику брусничному – как по видовому составу (проектное покрытие 68%), так и по фитомассе (4,81–5,94 т/га). При этом большая часть фитомассы формируется брусникой, которая образует почти сплошной покров, но плодоносит слабо.

**Лиственничники.** На территории Лено-Амгинского междуречья выделен 21 тип лиственничных лесов [14–16]. Наиболее распространены лиственничники группы средневлажных местопроизрастаний, которые занимают, по оценочным данным, до 60–70% площади всех лиственничников: разнотравно-брусничные, брусничные, бруснично-зеленомошные и лимнасово-брусничные. Наряду с наиболее распространенными типами лиственничников встречаются также участки мертвопокровных, толокнянковых, багульниковых, голубично-брусничных, багульниково-моховых, сфагновых и других лиственничников. Однако их роль в лесном покрове менее существенна. В кормовом отношении наиболее богаты брусничные, разнотравно-брусничные, лишайниково-толокнянковые, толокнянковые, бруснично-толокнянковые лиственничники [14–16].

**Лиственничники брусничные.**

Лиственничники брусничного ряда являются лучшей кормовой базой в осенний период во время урожая ягод [2–3]. Наиболее часто поедаются ягоды брусники, в сентябре в брусничных лиственничниках отмечено 20,6% зарегистрированных осенью косуль. Доминант в древостое – лиственница Каяндера. Доминант травяно-кустарничкового покрова – брусника, редко встречаются линнея северная, чина приземистая. Напочвенный покров (покрытие 75–80%) образован обильно плодоносящими кустами брусники, мхами рода *Aulacomnium*, *Dicranum* и лишайниками рода *Cladina*, *Peltigera*. Общий запас фитомассы составляет от 7,48 до 7,91 т/га, из них от 87 до 100% приходится на бруснику, от 0 до 13% – на мхи. Косули во все сезоны интенсивно поедают листья и ягоды брусники и толокнянки, реже – голубики, арктоуса [1].

Нами рассмотрено также колебание фитомассы разных сукцессионных стадий в разные годы. В результате анализа мы пришли к выводу, что на ранних стадиях сукцессии (от 1 до 9–12 лет) в разные годы происходят существенные колебания фитомассы: разница на ранних стадиях сукцессии за 3 года составляет от 1,47 до 2,52 т/га. Начиная с 22–23-летнего возраста, т.е. на более поздних стадиях сукцессии, колебания фактически не ощущаются, запас довольно стабильный. Так, в контрольном лесу – лиственничнике брусничном – разница составляет от 0,24 до 0,43 т/га, на гари 22–23 лет – 0,44, а на гари 58–60 лет она колеблется в пределах 26–113 т/га. Этот факт можно связать с достаточно быстрым изменением видового состава и структуры растительных сообществ гари на ранних стадиях сукцессии и стабилизацией видового состава лесного сообщества на ее поздних стадиях.

На основе имеющихся данных по площадям пожаров (см. рис. 1) и фитомассе напочвенного покрова гарей (см. рис. 2, табл. 3) сделана попытка подсчета возможного запаса растительных ресурсов живого напочвенного покрова на гарях. По фитомассе проведена линия тренда и найдена формула:  $y=0,0053x^2-0,3464x+7,6974$ ; выделена величина достоверности

аппроксимации, которая равна  $R^2=0,6177$ . По формуле вычислен возможный запас фитомассы напочвенного покрова на гарях Лено-Амгинского междуречья (табл. 4). Площади гарей взяты из данных по площадям лесных пожаров, где приведена общая площадь пожаров без учета вида (беглый, устойчивый, низовой, верховой), так как в использованных нами данных не были учтены виды пожаров. Поэтому нами было решено привести общую площадь гарей. Недостаточность данных о площадях старовозрастных гарей некоторых лесничеств

не дает возможности достаточно полно охарактеризовать запасы старовозрастных гарей по региону.

В последние три года в лесах Лено-Амгинского междуречья существенно снизилась площадь молодых гарей (1–3-летних), но ввиду большого количества, площадей 5–9-летних гарей (пожары 2008–2009, 2011–2012 гг.), находящихся на кустарниково-разнотравной стадии, на гарях имеется достаточная кормовая база еще на один десяток лет.

Таблица 4

Расчетный запас растительных ресурсов живого напочвенного покрова на гарях Лено-Амгинского междуречья  
Plant resources reserves of live ground cover on the burnt spots of Leno-Amginsk interstream area

Возраст гари (давность пожара)	Запас фитомассы, т / га	Площадь гарей, га	Запас кормовой базы, т / га
1	2	3	4
1	7,3563	433,9	3191,9
2	7,0258	180,51	1268,2
3	6,7058	348,7	2338,3
4	6,3964	3285,8	21017,3
5	6,0976	74302,9	453067,5
6	5,8093	24501	142333,6
7	5,5316	26238,1	145138,1
8	5,2644	27287,7	143654,0
9	5,0078	101838,9	509992,0
10	4,7618	34,6	164,8
11	4,5263	745,4	3373,9
12	4,3014	358,6	1542,5
13	4,0871	48,5	198,2
14	3,8833	28451,3	110484,8
15	3,6901	45225	166883,6
16	3,5074	25535	89561,9
17	3,3353	60,1	200,5
18	3,1738	6870,3	21804,8
19	3,0228	5946,4	17974,9
20	2,8824	13915,5	40110,0
21	2,7526	45634,4	125611,0
22	2,6333	1625,8	4281,2
23	2,5245	1119	2825,0
24	2,4264	6965	16899,7
25	2,3388	21783,5	50946,7
26	2,2617	4986,8	11278,8
27	2,1953	1548,8	3400,0
28	2,1393	73,9	158,1

1	2	3	4
29	2,0940	230,72	483,1
30	2,0592	162372	334356,4
31	2,0350	7494	15250,1
32	2,0213	20840,9	42125,8
33	2,0182	2654,7	5357,7
34	2,0257	287,9	583,2
35	2,0437	17,6	36,0
36	2,0723	3926,7	8137,1
37	2,1114	687,3	1451,2
38	2,1611	156,9	339,1
39	2,2214	858,7	1907,5
40	2,2922	3581,1	8208,6
41	2,3736	21	49,8
42	2,4655	36,9	91,0
43	2,5681	166	426,3
44	2,6811	9874	26473,5

### ВЫВОДЫ

1. Гари являются одним из основных местообитаний копытных в Центральной Якутии, лучшим по кормовым и защитным функциям. Растительность гарей по мере сукцессионной динамики меняется, в частности, видовой состав, структура, фитомасса растительного покрова. Наибольшей величины фитомасса достигает на начальных стадиях сукцессии за счет заселения крупнотравных видов. С развитием злаков и разнотравья фитомасса понижается. По мере заселения гари лесными видами происходит стабилизация и постепенное увеличение фитомассы. Наиболее излюбленными для копытных животных являются молодые гари до 10–12-летнего возраста с наибольшей кормовой базой,

богатой питательными веществами и фитомассой. Средневозрастные гари начиная с 15–25 (30) -летнего возраста имеют больше защитные функции.

2. На основе данных по запасам фитомассы, площади пожаров сделана попытка подсчета запаса кормовой базы гарей Лено-Амгинского междуречья. Приведенные данные могут быть использованы при расчете кормовых ресурсов, средней удельной массы потребляемой растительности отдельными видами копытных животных.

Работа выполнена при поддержке проекта: «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии. Регистрационный номер: АААА-А17–117020110056–0»

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Млекопитающие Якутии* / В. А. Тавровский, О. В. Егоров, В. Г. Кривошеев [и др.]. – М.: Наука, 1971. – 660 с.
2. *Степанова В. В., Охлопков И. М.* Экология благородного оленя Якутии. – Новосибирск: Наука, 2009. – 136 с.
3. *Аргунов А. В., Кривошапкин А. А., Боескоров Г. Г.* Косуля Центральной Якутии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. – 123 с.

4. Федоров Ф. Ф., Рабинова Т. И. Современный метод выделения типов местообитаний охотничьих местообитаний по лесоустроительным материалам // Актуальные проблемы ботанического ресурсоведения: тр. междунар. науч.-практ. конф., 12 мая 2010 г. – Алма-Ата (Казахстан), 2010. – С. 451–452.
5. Егоров О. В. Дикие копытные Якутии. – М.: Наука, 1965. – 259 с.
6. Борисов Б. З. Изучение растительных ресурсов Центральной Якутии как основа планового ведения охотничьего хозяйства // Актуальные проблемы ботанического ресурсоведения: тр. междунар. науч.-практ. конф., 12 мая 2010 г. – Алма-Ата (Казахстан), 2010. – С. 502–503.
7. Лыткина Л. П. Лесовозобновление на гарях Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия). – Новосибирск: Сиб. изд. фирма «Наука» РАН, 2010. – 118 с.
8. Лыткина Л. П., Протопопова В. В. Лесные пожары как экологический фактор формирования лесов Центральной Якутии // Наука и образование. – Якутск, 2006. – № 2 (42). – С. 50–56.
9. Протопопова В. В., Габышева Л. П. Пирогенный фактор и возобновительный процесс в лесах Центральной Якутии [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-144853>.
10. Лыткина Л. П., Миронова С. И. Послепожарная сукцессия в лесах криолитозоны (на примере Центральной Якутии) // Экология. – 2009. – № 3. – С. 168–173.
11. Белки в растениях Якутии / В. Г. Алексеев, Т. Т. Курилюк, М. И. Мьяриканов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 108 с.
12. Аргунов А. В., Степанова В. В. Зимнее питание сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall., 1771) в Центральной Якутии // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 138–143.
13. Аргунов А. В., Степанова В. В. Структура рациона сибирской косули в Якутии // Экология. – 2011. – № 2. – С. 144–147.
14. Леса среднетаежной подзоны Якутии / П. А. Тимофеев, А. П. Исаев, И. П. Щербаков [и др.]. – Якутск: ЯНИЦ СО РАН, 1994. – 140 с.
15. Лыткина Л. П. Состояние и проблемы восстановления лесов Центральной Якутии (на примере Лено-Амгинского междуречья) // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 8. – С. 79–84.
16. Middle Taiga / A. P. Isaev, P. A. Timofeyev, I. F. Shurduk [et al.] // The Far North: Plant biodiversity and Ecology of Yakutia. Plant and Vegetation 3. – Springer Science + Business Media B. V. – 2010. – P. 180–187. – DOI 10.1007/978-90-481-3774-9.

## REFERENCES

1. Tavrovskiy V. A., Yegorov O. V., Krivosheyev V. G. *Mlekovitayushchiye Yakutii* (Mammals of Yakutia), Moscow, 1971, 660 p. (In Russ.)
2. Stepanova V. V., Okhlopov I. M. *Ekologiya blagorodnogo olenya Yakutii* (Ecology of the red deer of Yakutia), Novosibirsk, 2009, 136 p.
3. Argunov A. V., Krivoshapkin A. A., Boyeskorov G. G. *Kosulya Tsentral'noy Yakutii* (Roe deer of Central Yakutia), Novosibirsk, 2015, 123 p.
4. Fedorov F. F., Rabinova T. I. *Aktual'nyye problemy botanicheskogo resursovedeniya* (Actual problems of botanical resource science: Proceedings of the International Conference), May 12, Alma-Ata, 2010, pp. 451–452.
5. Yegorov O. V. *Dikiye kopytnyye Yakutii* (Wild ungulates of Yakutia) Moscow, 1965, 259 p.
6. Borisov B. Z. *Aktual'nyye problemy botanicheskogo resursovedeniya*. (Actual problems of botanical resource science: conference Proceedings of the International Conference), May 12, Alma-Ata, 2010. pp. 502–503.
7. Lytkina L. P. *Lesovozobnovleniye na garyakh Leno-Amginskogo mezhdurech'ya* (*Tsentral'naya Yakutiya*) (Forest regeneration on the burned areas of the Leno-Amga interfluvium (Central Yakutia)) Novosibirsk, 2010, 118 p.
8. Lytkina L. P., Protopopova V. V. *Nauka i obrazovaniye*, No. 2 (2005), pp. 50–56. (In Russ.)
9. Protopopova V. V., Gabysheva L. P. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, available at: <http://www.science-education.ru/118-144853>

10. Lytkina L. P., Mironova S. I. *Ekologiya*, No. 3 (2009), pp.168–173.
11. Alekseyev V. G., Kurilyuk T. T., Myarikyanov M. I. *Belki v rasteniyakh Yakutii* (Proteins in plants of Yakutia), Novosibirsk, 1981, 108 p.
12. Argunov A. V., Stepanova V. V. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, No. 4. (2015), pp. 138–143.
13. Argunov A. V., Stepanova V. V. *Ekologiya*, No. 2. (2011), pp. 144–147.
14. Timofeyev P. A., Isayev A. P., Shcherbakov I. P. *Lesa srednetayezhnoy podzony Yakutii* (Forests of the middle taiga subzone of Yakutia), Yakutsk: YANTS SO RAN, 1994, 140 p.
15. Lytkina L. P. *Vestnik KrasGAU*, No. 8 (2009), pp. 79–84.
16. Isaev A. P., Timofeyev P. A., Shurduk I. F., Lytkina L. P., Ermakov N. B. and Nikitina N. V. Middle Taiga. *The Far North: Plant biodiversity and Ecology of Yakutia. Plant and Vegetation 3*, Springer Science + Business Media B. V., 2010, pp. 180–187. DOI 10.1007/978-90-481-3774-9

УДК 631.445.53

**УСТОЙЧИВОСТЬ МЕЛИОЛАНДШАФТОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ  
К НЕГАТИВНЫМ ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**<sup>1</sup>Н.В. Елизаров, кандидат биологических наук<sup>2,3</sup>Н.В. Семендяева, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,  
Новосибирск, Россия<sup>2</sup>Сибирский НИИ земледелия и химизации  
сельского хозяйства СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия<sup>3</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: elizarov\_89@mail.ru

*Ключевые слова:* солонцы, засоление, грунтовые воды, солевой состав водной вытяжки, мелиорация, устойчивость, мелиоландшафт

Реферат. В 80–90-х гг. XX в. при вовлечении в пашню малоплодородных почв Западной Сибири применялись различные виды мелиорации. Были сформированы антропогенные ландшафты, функционирование которых поддерживалось человеком. Но после резкого изменения политических и экономических условий в стране большая часть мелиорированных ландшафтов (мелиоландшафтов) была выведена из сельскохозяйственного оборота. Объектами нашего исследования были солонцы корковые гидроморфные, однократно мелиорированные гипсом в 1986 г., на которых до 1994 г. возделывался зерновой севооборот, а в 1994 г. сформированный мелиоландшафт выведен в залежь. После однократного внесения гипса почвы остались под воздействием природных источников засоления, которыми на данной территории являются минерализованные грунтовые воды. Уровень грунтовых вод подвержен колебаниям в разные по влагообеспеченности годы от 0,5 до 2–3 м и более, а также изменяется от весны к осени. Максимальная амплитуда колебаний на опытном участке достигала 3 м за весь период наблюдений (с 1987 по 2016 г.), а в течение одного вегетационного периода – 120 см. Такая «пульсация» минерализованных (1,5–2 г/л) грунтовых вод обусловила формирование гидроморфных засоленных почв в лесостепной и степной зонах Западной Сибири. Устойчивость мелиоландшафта рассматривается по отношению к процессам окружающей среды, которые обусловили возникновение фактора, ограничивающего плодородие данного ландшафта до применения мелиорации. Результаты исследований указывают на несомненную эффективность использования однократно мелиорированных залежных солонцов. Урожайность донника в варианте с внесением гипса в дозе 45 т/га превышала контроль в засушливые годы в 2,5 раза. Применение химической мелиорации увеличивало продуктивность сельскохозяйственных культур на протяжении 30 лет после внесения гипса.

**RESISTANCE OF MELIOLANDSCAPES OF BARABINSK LOWLAND TO NEGATIVE ENVIRONMENTAL FACTORS**<sup>1</sup> Elizarov N.V., Candidate of Biology<sup>2,3</sup> Semendiaeva N.V., Dr. of Agricultural Sc., Professor<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia<sup>2</sup> Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization of Agriculture<sup>3</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

*Key words:* solonetz soil, salinization, wastewaters, salt concentration of water extracts, melioration, resistance, meliolandscape.

*Abstract. The authors speak about including low fertility soils of western Siberia into tilled field and application of various types of melioration at that time. Anthropogenic landscapes were formed and supported by humans. On changing political and economic conditions in the country, the most part of meliorated landscapes (meliolandscape) was excluded from farming. The research focuses on hydromorphic crusted solonetz meliorated by gypsum in 1986 where grain rotation was cultivated to 1994. This meliolandscape became a layland in 1994. On one-time applying gypsum, the soils were affected by natural sources of salinization, which are mineralized wastewaters. The level of underground waters varies from 0.5 to 2-3 m and more in different years of humidity; it also varies in spring and autumn. The authors observed maximum amplitude of changes at the plot, which was 3 m in the period from 1987 to 2016 and 120 sm during the vegetation period. Such variation of mineralized (1.5 – 2 g/l) underground waters resulted in shaping hydromorphic-salinized soil in forest-steppe and steppe zones of western Siberia. Resistance of meliolandscape is considered in relation to environmental processes, which contributed to the factor that restricts soil fertility of the landscape until melioration. The results of research show effective application of one-time meliorated solonetz soils. Melilot yield when gypsum was applied (45 t/ha) was higher than that in the control group in 2.5 times. Chemical melioration increased crops productivity after gypsum applying during 30 years.*

Площадь мелиорированных земель в России насчитывает 9,1 млн га, при этом в сельскохозяйственном производстве задействовано 6,3 млн га, т.е. доля неиспользуемых площадей достигла 30% [1]. На используемых мелиорированных землях получают 60% (от производящегося на территории России) картофеля и овощей и 20% кормовых культур, что указывает на высокую эффективность кормопроизводства на мелиорированных землях. Для обеспечения продовольственной безопасности России необходимо устойчивое развитие отраслей растениеводства и животноводства. Увеличение объема производства основных видов продукции растениеводства возможно только за счет гарантированно стабильной урожайности сельскохозяйственных культур вне зависимости от природных условий. Поэтому следует, с одной стороны, предотвращать потери из сельскохозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения, в том числе за счет деградации территорий, а с другой – восстанавливать мелиоративный земельный фонд, выявляя допустимые величины антропогенных нагрузок на агроландшафт.

Барабинская равнина Западной Сибири имеет ряд особенностей, которые обусловили развитие пестрого почвенного покрова территории. Ее слабая дренированность в совокупности с цикличностью климата приводит к переувлажнению и подтоплению сельскохозяйственных угодий. Сложный гривно-равнинный рельеф, близкое залегание и «пульсирующий» характер почвенно-грунтовых

вод усложняют проведение мелиоративных мероприятий. Современный почвенный покров представлен набором разнообразных полугидроморфных и гидроморфных почв. Автоморфные почвы (в основном черноземы обыкновенные) развиваются только по вершинам и верхним частям склонов грив, в нижних частях склонов формируются лугово-черноземные и черноземно-луговые солонцеватые почвы с большим количеством пятен солонцов. В микрозападинах межгривных понижений и на склонах грив в окружении солонцов и сильносолонцеватых почв повсеместно встречаются осолоделые почвы и солоды. Солончаки, солонцы и солоды занимают около 20% территории Барабы [2].

Климат Барабинской равнины резко-континентальный, с холодной зимой (5–5,5 месяца) и жарким или теплым летом (3,5 месяца) и отличается резкими переходами от зимы к весне и от лета к осени. Погода зимой в основном антициклональная – ясная и холодная, в январе и феврале бывают продолжительные метели, очень ветреная. На тепловой режим почв большое влияние оказывает время установления и мощность снегового покрова. Постоянный снежный покров устанавливается в третьей декаде октября – первой декаде ноября [3]. К весне учащается возникновение циклонов, которые приходят с юга и обуславливают очень быстрое снеготаяние. Часто устанавливается сухая и ясная погода, однако до начала лета бывают возвратные заморозки. Летом погода циклонального типа. Для осе-

ни характерна пасмурная, ветреная с дождями погода, снег начинает выпадать с октября. Среднее годовое количество осадков около 350 мм. Основная их часть выпадает с апреля по октябрь, самые обильные осадки – в июле и августе. Коэффициент увлажнения около единицы [4].

Цель исследования – выявить основные природные факторы, оказывающие негативное влияние на свойства солонцов северной лесостепи Барабинской низменности, и определить устойчивость мелиораншафтов Барабинской низменности, включающих однократно мелиорированные солонцы.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальный участок расположен в Чулымском районе Новосибирской области в северной лесостепи Барабинской равнины на «солонцовом» стационаре Сибирского НИИ земледелия и химизации (55°4'51" с. ш. 81°12'24" в. д.). Полевые исследования проводились с 2006 по 2016 г.

Изучаемые почвы – химически мелиорированные солонцы черноземно-луговые корковые сульфатно-содового засоления глубококарбонатные с высоким содержанием обменного натрия в иллювиальном (солонцовом) горизонте В<sub>1</sub>. Участок расположен на плоском выровненном широком пространстве между колками с выраженным микро рельефом в виде неглубоких блюдцеобразных понижений.

Гипс вносили при закладке опыта в 1986 г. в четырехкратной повторности. Изучены следующие варианты опыта: контроль (без гипса), 11, 45 и 56 т/га, что соответствует 0; 0,25; 1,0 и 1,25 нормы по Гедройцу [5]. С момента закладки опыта до 1996 г. возделывался севооборот «пар – озимая рожь – пшеница – овес – овес». С 1996 г. участок выведен в залежь. В 1995 г., перед выведением в залежь, был посеян донник желтый, который произрастает самосевом до настоящего времени.

Проводимые ранее наблюдения (1986–1995 гг.) [6], а также наши исследования (2006–2016 гг.) [7] позволили выявить осо-

бенности динамики, характер и степень изменения солевого состава солонцов корковых под действием однократного внесения гипса. Изучение водной вытяжки и величины рН выполнено по общепринятым методикам [8]. Проведены режимные наблюдения за уровнем залегания, химизмом и степенью минерализации грунтовых вод (пробы воды отбирали 2 раза за сезон – в начале июня и в конце августа – начале сентября).

Статистическая обработка данных, полученных в результате исследований, выполнена в программе Microsoft Office Excel 2007.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследователями отмечен циклический характер климата Барабинской равнины. Зафиксированы циклы чередования сухих и влажных периодов продолжительностью 11, 32, 80–90 и 1800–1900 лет. Самым отчетливым является 32-летний цикл. Такие ритмические колебания климата влияют на процессы рассолонения и засоления, уровень озер и грунтовых вод, а также изменение водности рек [9]. За время исследований на опытном участке отмечено неравномерное чередование сухих и влажных вегетационных периодов. За 10 лет на 2 избыточно влажных вегетационных периода приходилось 4 засушливых (рис. 1).

Понятию «устойчивость агроландшафта» в литературе даются различные интерпретации. М. А. Глазовская определяет устойчивость как потенциальный запас буферности исходных природных почв и ландшафтов, а также как способность систем к восстановлению нормального функционирования после прекращения техногенного воздействия [10]. В. И. Кирюшин характеризует устойчивость как способность агроландшафта поддерживать заданные производственные и социальные функции, сохраняя при этом биосферные [11]. Устойчивость по Ф. Р. Зайдельману – это способность территории сохранять и повышать плодородие почв при возрастающих сельскохозяйственных нагрузках без проявления признаков деградации всех элементов ландшафта [12].

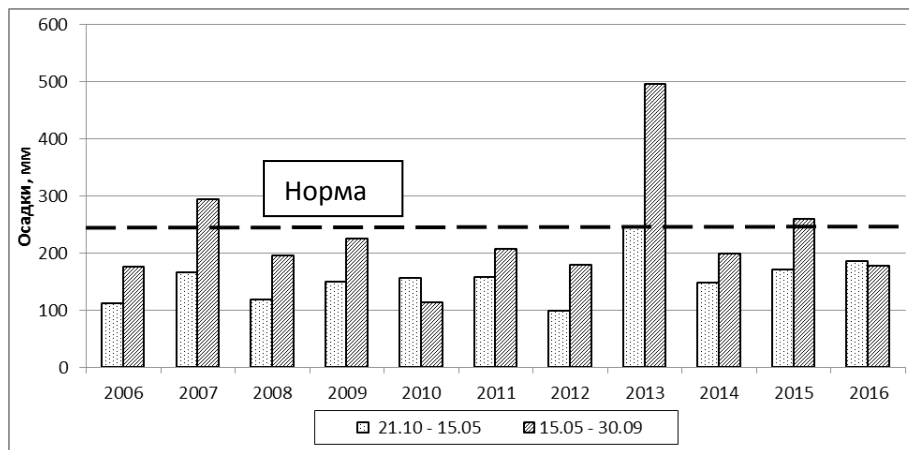


Рис. 1. Осадки на участке исследований за период 21.10–15.05 и 15.05–30.09 с 2006 по 2016 г. по данным ГМС Чулым

Precipitation at the research plot during October 21– May 15 and May 15 – September 30 (2006 – 2016) according to the data of Chulym hydrometeorological station

С нашей точки зрения, устойчивость мелиоландшафта в первую очередь определяется по длительности его сопротивления тем процессам окружающей среды, которые обусловили возникновение фактора, ограничивающего плодородие данного ландшафта до мелиорации, а во вторую очередь, антропогенному воздействию, ради которого проводились мелиоративные мероприятия, но которое может привести к деградации ландшафта. Таким образом, устойчивость мелиоландшафта – это способность сохранять заданные человеком свойства во время мелиоративного и сельскохозяйственного воздействия и после его прекращения. Для экологического землепользования необходимо предвидеть результат антропогенного воздействия и знать допустимые величины нагрузок на агроландшафт.

Объектами нашего исследования явились солонцы корковые, мелиорированные различными дозами гипса. После однократного внесения гипса почвы остались под воздействием природных источников засоления, которыми на данной территории являются минерализованные грунтовые воды. На большей части территории Барабинской равнины почвенно-грунтовые воды, как отмечалось нами ранее, залегают ближе 5 м. Пополнение грунтовых вод происходит атмосферными осадками через различные локальные понижения, такие как колочные западины и межгрядные понижения, которые являются аккумуляторами сто-

ковых вод. В малоснежные зимы промерзание почвы достигает глубины 115–120 см, а весной снег тает быстрее, чем оттаивает почва, и происходит сток талых вод в пониженные элементы рельефа. Вместе с талыми водами переносятся значительные количества легкорастворимых солей. Одновременно переносятся соли из верхних горизонтов полугидроморфных и гидроморфных почв, аккумулировавшиеся в результате летнего иссушения почвы и испарения почвенно-грунтовых вод [12, 13].

Уровень грунтовых вод (УГВ) подвержен колебаниям в разные по влагообеспеченности годы от 0,5 до 2–3 м и более, а также изменяется от весны к осени. Максимальная амплитуда колебаний УГВ на опытном участке достигала 3 м за весь период наблюдений (от 350 до 50 см), а в течение одного вегетационного периода – 120 см (рис. 3). Такая «пульсация» минерализованных (1,5–2 г/л) грунтовых вод обусловила формирование гидроморфных засоленных почв в лесостепной и степной зонах Западной Сибири.

Проведенные исследования показали, что на уровень грунтовых вод наибольшее влияние оказывают величина запасов снега, скорость его таяния, а также количество осадков вегетационного периода. Максимальный УГВ на экспериментальном участке в течение вегетационного периода наблюдается весной, а к осени он понижается и стабилизируется (см. рис. 2).

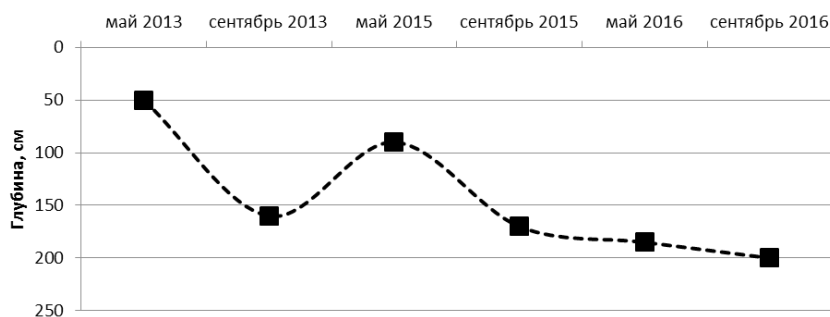


Рис. 2. Уровень грунтовых вод на участке исследований  
Level of underground waters at the research plot

Произошедший в 2013 г. резкий подъем УГВ до глубины 50 см способствовал значительному засолению почвенного профиля в контрольном варианте. В солевом составе грунтовых вод и водных вытяжек почв преобладали анионы  $\text{HCO}_3^-$ . В профиле солонцов увеличилось содержание солей, что

свидетельствовало о проявлении вторичного засоления. В катионном составе грунтовых вод преобладал  $\text{Na}^+$  и зафиксировано значительное содержание  $\text{Mg}^{2+}$ . К 2015 г., после опускания уровня грунтовых вод, произошло рассоление почвенного профиля контрольного варианта (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Уровень залегания (УГВ) и химический состав грунтовых вод солонцом многонариевым (вариант – контроль)  
Table of underground waters and their chemical concentration with multi-sodium solonetz (control group)

Осадки за вегетацию, % от нормы	Год	УГВ	pH	Химический состав, ммоль/л								$\text{Na}^+$ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
				$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	Cl	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	Σ кат.	
106	1987	120	8,1	0,5	9,8	0,0	0,7	0,3	1,9	8,4	10,6	3,8
89	1988	240	8,4	0,5	19,0	2,7	3,2	1,9	5,2	16,1	23,1	2,3
83	1990	233	8,4	0,5	17,9	0,8	4,0	2,0	5,9	14,2	22,1	1,8
77	2006	250	8,0	1,4	19,2	1,7	3,0	1,0	4,4	19,9	25,3	3,7
216	2013 /май	50	8,5	1,9	20,2	0,6	3,1	0,9	3,4	21,5	25,8	5,3
	2013 /сентябрь	160	7,9	0,0	21,1	0,6	2,1	0,3	6,3	17,2	23,8	2,6
113	2015 /май	90	8,0	3,0	34,6	1,2	0,2	0,9	5,1	32,6	38,6	5,4
	2015 /сентябрь	170	7,3	0,8	23,2	1,3	2,1	0,8	7,0	19,7	27,5	2,5

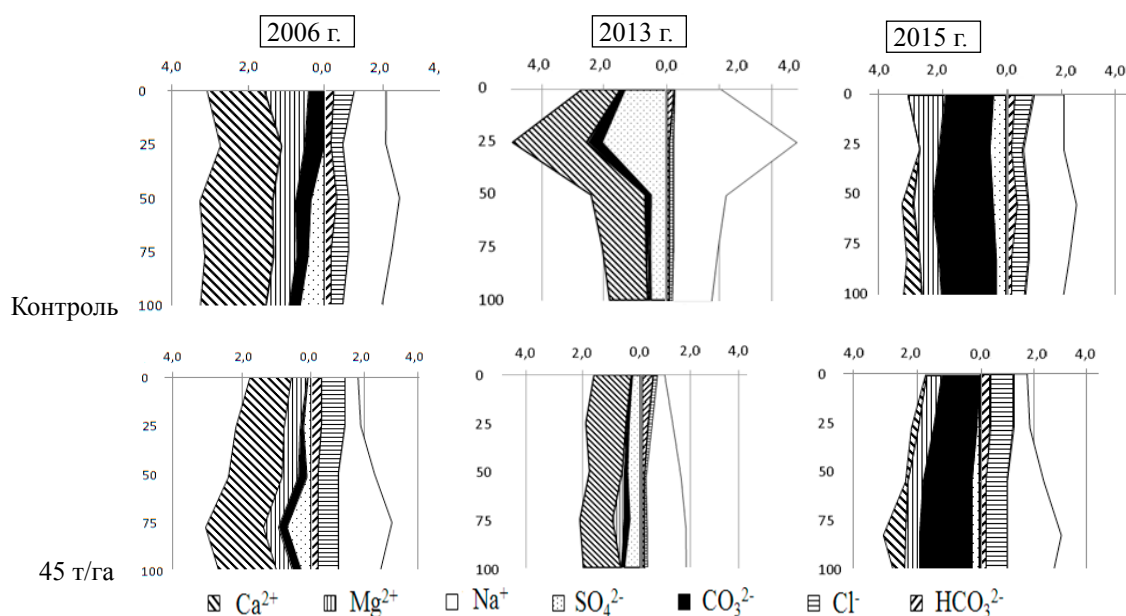


Рис. 3. Содержание солей в профиле мелиорированных солонцов  
Concentration of saline in the profile of meliorated solonetz soils

Если рассматривать устойчивость ландшафта как запас буферности, свойство сопротивляться внешнему воздействию (например антропогенному), то естественные солонцовые ландшафты Барабы – одни из самых устойчивых. Простое механическое разрушение солонцового горизонта не дает долговременного эффекта, так как физическая слитизация иллювиального горизонта – только внешнее проявление насыщенности ППК обменным натрием. Для того чтобы использовать солонцы в сельскохозяйственном производстве, необходимо вторгнуться в саму природу солонца, изменить почвенный поглощающий комплекс – его химическую основу [14, 15].

В настоящей статье рассматривается устойчивость мелиорированного ландшафта по отношению к факторам, возвращающим его в естественное состояние. Любой агроландшафт проектируется с целью получения экономически обоснованного объема сельскохозяйственной продукции. Ландшафты Барабинской равнины, обладая благоприятными экологическими условиями для ве-

дения сельскохозяйственной деятельности, повсеместно включают в себя и неудовлетворительные компоненты. Для устранения избытка или недостатка влаги, засоленности, щелочности и высокой слитизации и плотности почв применяются различные виды мелиорации. Мелиоративными технологиями создаются необходимые условия для повышения естественной продуктивности ландшафта. Согласно закону ограничивающего фактора, последовательно убираются экологические факторы, лимитирующие урожайность. Любое воздействие на ландшафт эффективно, пока есть дополняющие его благоприятные экологические факторы. Так как все мелиоративные и агротехнические мероприятия в конечном итоге направлены на получение сельскохозяйственной продукции, продуктивность мелиоландшафта и его устойчивость тесно связаны друг с другом. Поэтому продуктивность ландшафта может рассматриваться как мера устойчивости [16].

На рис. 4 показан внешний вид естественной растительности на солонцах рядом с опытом и донника на мелиорированном солонце.



а



б

Рис. 4. Естественный растительный покров рядом с участком исследований (а) и донник на мелиорированном (доза гипса 45 т/га) солонце (б)  
Natural vegetation near the research plot (a) and Melilot on meliorated solonetz plot (b)

Полученные результаты исследований указывают на высокую эффективность использования мелиорированного со-

лонца. Урожайность донника превышала контроль в засушливые годы в 1,5–2 раза (табл. 2).

Урожайность донника на залежном солонце, ц/га  
Melilot yield on long-fallow solonetz soil

Год	Осадки за вегетацию, мм (норма 230)	Контроль (без гипса)	Доза гипса, т/га		
			11	45	56
2008	203	17,3	23,8	44,5 (157) *	65,0
2012	202	3,5	4,4	10,8 (209)	26,8
2013	546	19,3	26,6	35,4 (83)	41,3
2015	266	28,2	32,6	65,7 (133)	70,6
2016	178	13,1	28,4	32,0 (144)	44,0

\* Прибавка урожайности к контролю, %.

Химическая мелиорация коренным образом улучшила свойства почвы и обеспечила высокую продуктивность донника по сравнению с контрольным вариантом. Урожайность донника отличалась устойчивостью в неблагоприятных погодных условиях и сохранилась на высоком уровне через 30 лет после внесения гипса.

### ВЫВОДЫ

1. Установлено непосредственное влияние подъема уровня грунтовых вод на засоление почвенного профиля солонцов корковых.
2. Применение химической мелиорации повысило продуктивность корковых со-

лонцов не только в первые годы действия гипса, но и после выведения почв в залежь. Сформирован устойчивый мелиоландшафт, который поддерживает высокую продуктивность донника через 30 лет после однократного внесения гипса.

3. Для устойчивого развития отраслей растениеводства Новосибирской области и гарантированного получения продукции растениеводства необходимо создавать устойчивые мелиоландшафты и использовать уже созданные.

Исследование выполнено при финансовой поддержке правительства Новосибирской области. Договор о предоставлении гранта № 2/221.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Засолённые почвы России / отв. ред. Л. Л. Шишов, Е. А. Панкова. – М.: Академкнига, 2006. – 854 с.
2. Курачев В. М., Рябова Т. Н. Засоленные почвы Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 152 с.
3. Сляднев А. П. Агроклиматические ресурсы Барабы // Вопросы мелиорации Барабинской низменности. – Новосибирск, 1970. – С. 20–41.
4. Орлова В. В. Климатический очерк Барабинской низменности / под ред. М. И. Будыко, Т. В. Покровской – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 236 с.
5. Семендяева Н. В., Елизаров Н. В. Изменение физических свойств солонцов Барабинской низменности при длительном действии гипса // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 38–41.
6. Семендяева Н. В., Галеев Р. Ф. Изменение солевого состава солонцов при длительном действии различных доз гипса // Свойства, мелиорация и интенсивное использование солонцов Сибири и Зауралья: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1988. – С. 123–134.
7. Семендяева Н. В., Коробова Л. Н., Елизаров Н. В. Изменение свойств и биологической активности солонцов корковых Барабинской низменности при длительном действии гипса // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1–7.
8. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
9. Воронина Л. В., Сляднев Л. П., Дзюба Г. М. Динамика климатических условий и воздействие их на биогеоценозы // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск, 1976. – С. 10–15.

10. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М., 1997. – 102 с.
11. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.К. Каличкин [и др.] / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 383 с.
12. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М., 2003. – 448 с.
13. Казанцев В.А. Проблемы педогалогенеза на примере Барабинской равнины. – Новосибирск.: Наука, 1998. – 280 с.
14. Семендяева Н.В., Елизаров Н.В. Изменение физических свойств солонцов Барабинской низменности при длительном действии гипса // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 38–41.
15. Скипин Л.Н., Храмов Н.В., Гузеева С.А., Петухова В.С. Возможности рекультивации буровых шламов и солонцов с использованием фосфогипса // Аграр. вестн. Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 71–73.
16. Эколого-экономическая эффективность комплексных мелиораций Барабинской низменности / Л.В. Кирейчева [и др.]; под ред. Л.В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2009. – 312 с.

#### REFERENCES

1. Shishov L. L., Pankova E. A. *Zasolennye pochvy Rossii* (Soil salinity in Russia) Moscow: Akademkniga, 2006, 854 p.
2. Kurachev V. M., Ryabova T. N. *Zasolennye pochvy Zapadnoi Sibiri* (Soil salinization in Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1981, 152 p.
3. Slyadnev A. P. *Voprosy melioratsii Barabinskoi nizmennosti*, 1970, pp. 20–41.
4. Orlova V. V. *Klimaticheskii ocherk Barabinskoi nizmennosti* (Climatic outline of the Barabinsk lowland), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1954, 236 p.
5. Semendyaeva N. V., Elizarov N. V. *Vestn. NGAU*, 2012, No.1 (22), pp. 38–41.
6. Semendyaeva N. V., Galeev R. F. *Svoistva, melioratsiya i intensivnoe ispol'zovanie solontsov Sibiri i Zaural'ya: sb. nauch. tr.*, Novosibirsk: VASKhNIL. Sib. otd-nie SibNIIZKhim, 1988, pp. 123–134.
7. Semendyaeva N. V., Korobova L. N., Elizarov N. V. *Pochvovedenie*, 2014, No.11, pp. 1–7.
8. Mineeva V. G. *Praktikum po agrokhimii* (Praktikum po agrokhimii), Moscow: MGU, 2001, 687 p.
9. Voronina L. V., Slyadnev L. P., Dzyuba G. M. *Struktura, funktsionirovanie i evolyutsiya sistemy biogeotse- nozov Baraby*, Novosibirsk, 1976, pp. 10–15.
10. Glazovskaya M. A. *Metodologicheskie osnovy otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv k tekhnogennym vozdeistviyam*, (Metodologicheskie osnovy otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv k tekhnogennym vozdeistviyam), Moscow, 1997, 102 p.
11. Kiryushin V. I., Vlasenko A. N., Kalichkin V. K. *Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya Novosibirskoi oblasti* (Adaptive-landscape systems of agriculture in the Novosibirsk region), Novosibirsk: RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIIZKhim, 2002, 383 p.
12. Zaidel'man F. R. *Melioratsiya pochv* (Melioratsiya pochv), Moscow, 2003, 448 p.
13. Kazantsev V. A. *Problemy pedogalogeneza na primere Barabinskoi ravniny* (Problemy pedogalogeneza na primere Barabinskoi ravniny), Novosibirsk.: Nauka, 1998, 280 p.
14. Semendyaeva N. V., Elizarov N. V. *Vestn. NGAU*, 2012, No.1 (22), pp. 38–41.
15. Skipin L. N., Khramtsov N. V., Guzeeva S. A., Petukhova V. S. *Agrarnyi Vestnik Urala*, 2013, No.6 (112), pp. 71–73.
16. Kireicheva L. V. *Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost' kompleksnykh melioratsii Barabinskoi nizmen- nosti* (Ecological and economic efficiency of complex reclamation of the Barabinsk lowland), Moscow: VNIIA, 2009, 312 p.

УДК 633.11:57.045:470 (51)

**РЕАКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ****Н. Г. Туктарова**, кандидат сельскохозяйственных наукУдмуртский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства, Ижевск, РоссияE-mail: [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru)**Ключевые слова:** озимая пшеница, абиотические условия, температура почвы, перезимовка, урожайность

*Реферат. Важнейшими факторами, влияющими на устойчивость и адаптивность растений озимых зерновых культур, являются агроклиматические условия территории выращивания. Зависимость перезимовки озимой пшеницы от климатических условий делает необходимым изучать ее в различных природных регионах. Изучение зимостойкости этой культуры в условиях Удмуртской Республики проведено на полях Удмуртского НИИСХ на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со средним содержанием гумуса и высоким содержанием фосфора и калия. Реакция озимой пшеницы, проявившаяся перезимовкой и урожайностью зерна, на абиотические условия в годы исследований (1996–2016 гг.) была неодинаковой. Урожайность сортов озимой пшеницы Памяти Федина и Московская 39 за эти годы варьировала от 7,80 т/га в 1997 г. до 1,26 т/га в 2016 г. В отдельные годы из-за низкой перезимовки (5–14 %) посевы подвергались пересеву. Выявлена сильная положительная корреляционная связь урожайности от перезимовки ( $r = 0,80$ ). На перезимовку озимой пшеницы положительное влияние оказывало количество накопленных сахаров в растениях перед уходом в зиму ( $r = 0,42$ ). Изреживание и гибель посевов в зимний и ранневесенний периоды в основном наблюдались в результате комплексного воздействия на растения нескольких неблагоприятных абиотических факторов. Основным негативным фактором является повышенная температура на глубине залегания узла кущения в зимний период (от  $-4,0$  до  $0,0$  °C), которая приводит к выпреванию и поражению растений снежной плесенью и склеротиниозом. Поэтому при возделывании озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики обязательным агроприемом должна быть обработка посевов от данных болезней.*

**RESPONSE OF WINTER WHEAT TO ABIOTIC CONDITIONS IN UDMURT REPUBLIC****Tuktarova N.G.**, Candidate of Agriculture

Udmurtian Research Institute of Agriculture, Izhevsk, Russia

*Key words:* winter wheat, abiotic conditions, soil temperature, overwintering, crop yield.

*Abstract. The most important factors that influence resistance of winter wheat are considered to be agroclimate conditions at the cultivated area. The authors highlight the relevance of investigating winter wheat aspects in different climate regions due to the fact that relation between its overwintering and climate conditions. The experiment on winter hardiness of winter wheat was carried out in the experimental fields of Udmurtian Research Institute of Agriculture on sod-podzolic soils with average humus concentration and high concentration of phosphorus and potassium. The response of winter wheat to abiotic conditions in the years of research (1996-2016) was irregular overwintering and grain yield. The crop yield of Pamyati Fedina and Moskovskaya 39 spring wheat varieties varied from 7.8 t/ha in 1997 to 1.26 t/ha in 2016. In some years, low overwintering caused resewing. The authors observed positive correlation relationship between crop yield and overwintering ( $r = 0.80$ ). Winter wheat overwintering was affected by the number of accumulated sugars in the crops before wintering ( $r = 0.42$ ). The authors observed deterioration and crop failure in winter and early spring, which was caused by negative abiotic factors. The authors see the main negative factor as higher temperature at the depth*

*of tillering zone in winter (- 4.0 to 0.0° C). This leads to rotting of crops and suffering from mold and white mold. In the conditions of Udmurtian Republic, the authors recommend to till winter wheat from mold and white mold.*

К основным абиотическим факторам внешней среды относятся климатические (температура, свет, влага), эдафические (физические, физико-химические и химические свойства почвы), топографические (условия рельефа и экспозиции). Температура, влажность и свет считаются ключевыми и первично действующими факторами внешней среды как по степени влияния на рост и развитие растений, так и по вариабельности урожая [1]. Получение высокой и устойчивой урожайности озимых зерновых культур в Удмуртской Республике возможно лишь при комплексном учете всех агроэкологических факторов, необходимых для нормального роста и развития растений [2].

Озимая пшеница является одной из наиболее ценных продовольственных зерновых культур, но в Удмуртской Республике посевные площади ее значительно уступают яровой пшенице [3]. Высокая вариабельность метеорологических условий на территории республики по годам оказывает существенное влияние на состояние посевов в период покоя [4], и поэтому основным фактором, влияющим на урожайность культуры, является перезимовка [5–7].

По сравнению с озимой рожью озимая пшеница предъявляет более высокие требования к условиям произрастания [8, 9]. Зависимость перезимовки озимой пшеницы от климатических условий делает необходимым изучать ее в различных природных регионах. По данным А. А. Жученко [1] и И. А. Рыбась [10], влияние условий среды на урожайность озимой мягкой пшеницы составляет до 80%. По этой причине проблема перезимовки данной культуры занимает особое место в исследованиях озимых культур в Удмуртской Республике.

Перезимовка озимой пшеницы зависит от многих факторов – это условия снижения температуры воздуха осенью до установления снежного покрова, толщина снега в течение зимы, время и интенсивность таяния сне-

га, нарастания положительных температур в весенний период и др. [11].

Осенний период развития озимых характеризуется рядом важных жизненных процессов: формированием узла кущения, образованием новых побегов и узловых корней, накоплением пластических веществ, определяющих устойчивость растений к неблагоприятным условиям перезимовки и в конечном итоге продуктивность. Опасность природно-климатической уязвимости озимой пшеницы в этот период можно смягчить за счет соблюдения оптимальных сроков посева. От срока посева зависит мощност и развитие растений перед уходом в зиму, что в значительной мере определяет устойчивость их к неблагоприятным условиям перезимовки [12, 13]. Результаты исследований Удмуртского НИИСХ за последние годы выявили, что наиболее высокая перезимовка и урожайность озимой пшеницы отмечаются при посеве с 25 августа по 2 сентября [14–16].

Зимостойкость озимых зависит также от закаливания посевов в осенний период, но степень достигнутой растениями закалки не является величиной неизменной, постоянной. Осенью, по мере понижения температур, зимостойкость растений постепенно нарастает, в начале зимы достигает максимума, а затем постепенно снижается [17]. В последние годы, в связи с потеплением климата и увеличением количества осадков в осенний период, посевы озимой пшеницы в Удмуртской Республике в большей степени стали поражаться снежной плесенью и склеротиниозом [18]. Основная гибель растений происходит в конце зимы при таянии снежного покрова [19]. Климатические факторы в апреле и мае оказывают значительное влияние на отращивание растений после зимовки, что также существенно сказывается на урожайности этой культуры.

Цель исследований – изучить динамику урожайности озимой пшеницы в зависимости от постоянно изменяющихся погодных усло-

вий и выявить ее экологическую стабильность в Удмуртской Республике.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 1996–2016 гг. на полях Удмуртского НИИСХ. Почва опытного участка – хорошо окультуренная дерново-подзолистая среднесуглинистая со средним содержанием гумуса (1,9–2,6%), высоким содержанием подвижного фосфора (174–453 мг/кг почвы), повышенным и высоким – обменного калия (120–242 мг/кг почвы),  $pH_{KCl}$  – 5,3–6,6. В качестве материала для изучения взяты сорта озимой пшеницы Памяти Федина (1996–2006 гг.) и Московская 39 (2006–2016 гг.). Посев озимой пшеницы проведен сеялкой СН-16 рядовым способом с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га. Уборка проводилась однофазно комбайном «Сампо-130» в фазу полной спелости зерна. Метод учета урожайности зерна – двойной: сплошной с каждой делянки с последующим пересчетом на стандартную 14%-ю влажность зерна и 100%-ю чистоту, а также по пробным снопам [20, 21]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием Microsoft Office Excel 2010.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов характеризуется их способностью переносить экстремальные для жизни растений условия. Отзывчивость растений на интенсивность действия фактора количественно характеризуется повышением или понижением их продуктивности. Реакция озимой пшеницы на абиотические условия в годы исследований (1996–2016 гг.), проявившаяся перезимовкой и урожайностью зерна, была неодинаковой. Урожайность сортов озимой пшеницы Памяти Федина и Московская 39 за эти годы варьировала от 7,80 т/га в 1997 г. до 1,26 т/га в 2010 г. В 2007–2008, 2011–2012 и 2014–2015 гг. перезимовка озимой пшеницы была очень низкой (5–14%), и по этой причине посевы были пересеяны яровыми культурами.

Наибольшее влияние на рост и развитие растений в осенний период оказали метеорологические условия и сроки посева. В годы проведения исследований посев озимой пшеницы проводили с 23 августа по 5 сентября (табл. 1). Полные всходы отмечены через 5–19 дней после посева. По этой причине период осенней вегетации озимой пшеницы по годам сильно варьировал и составил от 19 до 57 дней.

Таблица 1

Перезимовка озимой пшеницы в зависимости от условий осенней вегетации  
Overwintering of winter wheat in relation to autumn vegetation

Год	Дата посева	Дата конца вегетации	Вегетационный период, дней	Содержание сахаров в узле кущения, %	Перезимовка, %
1	2	3	4	5	6
<i>Сорт Памяти Федина</i>					
1996/97	24.08	18.10	33	28,1	91
1997/98	24.08	20.10	45	30,6	52
1998/99	23.08	30.09	34	32,7	43
1999/00	26.08	15.10	35	21,5	54
2000/01	24.08	03.10	34	32,1	69
2001/02	27.08	8.10	27	34,1	87
2002/03	24.08	03.10	26	38,5	91
2003/04	23.08	16.10	54	23,0	24
2004/05	23.08	16.10	54	24,8	22
2005/06	26.08	19.10	46	26,0	80
<i>Сорт Московская 39</i>					
2006/07	4.09	19.10	39	31,2	98

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
2007/08	5.09	22.10	31	25,7	14
2008/09	4.09	05.11	57	35,3	90
2009/10	31.08	05.11	57	30,1	30
2010/11	3.09	01.10	22	28,1	92
2011/12	4.09	24.10	44	22,5	5
2012/13	4.09	22.10	42	23,5	95
2013/14	4.09	28.09	19	35,1	75
2014/15	3.09	04.10	25	30,2	5
2015/16	2.09	07.10	25	32,4	55

За этот период растения озимой пшеницы успевали раскуститься и сформировать узел кущения. В большинстве лет в конце осенней вегетации создавались благоприятные условия для прохождения процесса закалки растений. В эти годы в узле кущения озимой пшеницы накапливалось более 30% сахаров от содержания сухого вещества. При неблагоприятных для закаливания условиях, таких как избыток осадков или их резкий недостаток и повышенная температура в сентябре – октябре, содержание сахаров в растениях не превышало 25%. Данные табл. 1 показывают, что содержание сахаров в растениях не зависело от продолжительности вегетационного периода. Наибольшее их количество (38,5%) накопилось в 2002 г. за 26 дней вегетации при ГТК 1,1. При избыточном увлажнении почвы осенью 1999 г. (ГТК за сентябрь 4,7) за более длительный период (35 дней) содержание сахаров в узлах кущения растений составило всего 21,5%. Основное влияние на накопление запасов питательных веществ в растениях оказывали метеорологические условия осени. Выявлена средняя положительная корреляционная связь перезимовки озимой пшеницы с содержанием сахаров в растениях ( $r = 0,42$ ).

При контроле перезимовки озимых важное значение имеет вопрос продолжительности залегания снежного покрова. Зима на территории Удмуртской Республики продолжается 5 месяцев. Она наступает с появлением снежного покрова и переходом среднесуточной температуры воздуха через 0 °С (в среднем 20–30 октября). При оценке условий перезимовки необходимо учитывать такой интегральный показатель, как температура

почвы в зоне узла кущения. Практически это температура верхнего слоя (1–5 см) почвы, которая зависит от температуры воздуха, высоты и плотности снежного покрова, а также глубины промерзания почвы.

Снежный покров в некоторые годы достигает 1 м. Большой снежный покров в условиях республики имеет двойственное значение для перезимовки. С одной стороны, он защищает озимые культуры от вымерзания, с другой – вызывает их выпревание. За годы исследований высота снега в основном составляла 45–55 см, наименьшая его высота была 25, наибольшая – 80 см. В целом за зимний период в Удмуртской Республике мощность снежного покрова превышает среднюю гарантированную высоту, необходимую для защиты озимых культур от вымерзания. Поэтому здесь озимая пшеница больше страдает от выпревания, чем от действия низких температур.

За период исследований продолжительность залегания снежного покрова на полях Удмуртского НИИСХ составляла от 112 до 185 дней при среднемноголетних данных 154 дня (табл. 2). Глубина промерзания почвы колебалась от 124 см (1996–1997 гг.) до 6 см в 2002–2004 гг. Выявлено незначительное отрицательное влияние продолжительности залегания снежного покрова на перезимовку озимой пшеницы ( $r = -0,17$ ). В последние годы наблюдающийся устойчивый рост средней температуры воздуха в холодный период года в условиях Удмуртской Республики обуславливает более мягкие зимы и снижает повторяемость зим с опасной для озимых минимальной температурой почвы.

Таблица 2

**Влияние зимне-весенних условий на перезимовку и урожайность озимой пшеницы**  
**Influence of winter and spring conditions on overwintering and winter wheat yield.**

Год	Продолжительность снежного покрова, дней	Температура почвы на глубине узла кущения (зима), °С	Дата схода снега	Дата начала вегетации	Перезимовка, %	Урожайность, т/га
<i>Сорт Памяти Федина</i>						
1996/97	141	-4...-11	15.04	18.04	91	7,80
1997/98	185	-1,0	29.04	2.05	52	1,56
1998/99	163	0...-3,0	19.04	22.04	43	2,91
1999/00	162	-2,5	16.04	21.04	54	2,77
2000/01	153	-1,5	18.04	20.04	69	6,91
2001/02	178	-3,5...-4,0	15.04	21.04	87	7,86
2002/03	164	0,5...2,0	13.04	20.04	91	4,62
2003/04	180	0...-0,5	29.04	2.05	24	1,54
2004/05	153	0,5...-4,0	17.04	22.04	22	1,79
2005/06	140	-4,0	14.04	22.04	80	3,52
<i>Сорт Московская 39</i>						
2006/07	144	-3...-4	6.04	18.04	98	4,54
2007/08	147	-3...-4	6.04	12.04	14	0,00
2008/09	112	-4...-10	3.04	29.04	90	4,93
2009/10	114	-4...-18	17.04	23.04	30	1,26
2010/11	154	0...-1,0	24.04	30.04	92	3,63
2011/12	159	-1...-3	18.04	19.04	5	0,00
2012/13	155	-3...-4	19.04	28.04	95	4,82
2013/14	143	-1...-3	19.04	22.04	75	1,78
2014/15	159	-1...-3	15.04	28.04	5	0,00
2015/16	163	0...-2,7	10.04	22.04	55	1,72

Установлена сильная отрицательная зависимость перезимовки озимой пшеницы от температуры почвы на глубине узла кущения в зимний период ( $r = -0,68$ ). Наблюдения В.П. Палкина [5] и А.И. Шалавина [22] показали, что для лучшей перезимовки озимой пшеницы необходима температура у узла кущения  $-5...-10$  °С. Такая температура почти полностью прекращает процессы дыхания в растениях. В годы наших исследований она держалась от  $0,0$  до  $-18,0$  °С. Самую низкую температуру ( $-18$  °С) за последние 20 лет наблюдали в период зимовки 2009/10 г. В этот год снижение температуры воздуха в декабре до  $-30...-38$  °С при недостаточной толщине снежного покрова (2–5 см) привело к гибели надземной массы (листового аппарата) и частичному вымерзанию узла кущения растений озимой пшеницы (перезимовка 30%). При такой перезимовке урожайность зерна озимой пшеницы составила 1,26 т/га.

В период зимовки 1996/97 и 2008/09 гг. температура почвы на глубине узла кущения опускалась до  $-10$  °С, что также привело

к гибели надземной массы растений, но не оказало отрицательного влияния на конус нарастания. Благоприятные условия апреля способствовали быстрому восстановлению растений. Сохранность растений в эти годы составила 91 и 90%, урожайность зерна – 7,80 и 4,93 т/га соответственно. Наибольшее влияние на формирование урожайности озимой пшеницы в эти годы оказали условия весенне-летней вегетации.

За период исследований в течение 17 лет температура почвы на глубине узла кущения держалась на уровне от  $-4,0$  до  $0,0$  °С. В таких условиях растения под снегом дышат и активно расходуют накопленный запас сахаров, что приводит к истощению растений. Весной ослабленные растения озимой пшеницы сильнее поражаются снежной плесенью и склеротиниозом, в результате чего резко ухудшается их перезимовка. Самый ранний сход снега с экспериментального поля был отмечен в 2009 г. – 3 апреля. Поздний сход снега (29 апреля) и позднее начало вегетации растений (2 мая) наблюдались в 1998 и 2004 гг. Установлена незначительная отрицательная

зависимость между датой схода снега и перезимовкой озимой пшеницы ( $r = -0,19$ ).

Сравнительная оценка зимостойкости озимой пшеницы за годы исследований (1996–2016 гг.) в условиях полевого опыта показала, что метеорологические условия осенне-зимне-весеннего периода в Удмуртской Республике определяют перезимовку озимой пшеницы. Исследования подтвердили ранее полученные данные о связи урожайности озимой пшеницы с ее перезимовкой. Выявлена тесная положительная корреляционная связь между этими показателями ( $r = 0,80$ ). Изреживание или гибель посевов озимой пшеницы в зимний и ранневесенний периоды происходит в результате действия не одного, а комплекса нескольких неблагоприятных агрометеорологических факторов.

### ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ за 20-летний период (1996–2016 гг.) показал, что получение высоких и устойчивых урожаев озимой

пшеницы в Удмуртской Республике в значительной степени связано с зимостойкостью. Выявлена сильная положительная корреляционная связь урожайности и перезимовки ( $r = 0,80$ ).

2. На перезимовку озимой пшеницы положительное влияние оказывало количество накопленных сахаров в растениях перед уходом в зиму ( $r = 0,42$ ).

3. Изреживание и гибель посевов в зимний и ранневесенний периоды в основном происходят в результате комплексного воздействия на растения нескольких неблагоприятных абиотических факторов. Основным негативным фактором является повышенная температура на глубине залегания узла кущения в зимний период (от  $-4,0$  до  $0,0$  °С), которая приводит к выпреванию и поражению растений снежной плесенью и склеротиниозом, поэтому при возделывании озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики обязательным агроприемом должна быть обработка посевов от этих болезней.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жученко А. А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография. – М.: РУДН, 2001. – Т. 2. – 1489 с.
2. *Туктарова Н. Г., Исаков А. А.* Адаптивная реакция озимых зерновых культур на агроэкологические условия произрастания в Удмуртской Республике // *Вестн. НГАУ.* – 2016. – № 3 (40). – С. 50–56.
3. *Жирных С. С., Тураева О. М.* Влияние приемов внесения минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы // *Вестн. Дон. ГАУ.* – 2015. – № 3. – С. 2–3.
4. *Туктарова Н. Г.* Причины гибели озимой пшеницы в Удмуртской Республике // *Вестн. МарГУ.* – 2015. – № 2. – С. 55–58.
5. *Палкин В. П.* Зимовка озимых хлебов в Предуралье: монография. – Ижевск: УГНИИСХ, 2000. – 199 с.
6. *Туктарова Н. Г.* Перспективные номера для создания сортов озимой пшеницы // *Вестн. ИжГСХА.* – 2015. – № 1. – С. 17–22.
7. *Пыльнев В. В.* Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с.
8. *Курьлева А. Г., Туктарова Н. Г., Жирных С. С.* Адаптивные сорта озимой ржи в Удмуртской Республике // *Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (2–3 июля 2015 г., ИжГСХА, УдмНИИСХ).* – Ижевск: ООО «Союз оригинал», 2015. – С. 282–285.
9. *Торбина И. В., Туктарова Н. Г.* Оценка сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР в условиях Среднего Предуралья // *Разработка и внедрение почвозащитных энергосберегающих технологий – основной путь повышения рентабельности и экологической безопасности растениеводства на современном этапе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (7–8 июля 2016 г., Удмурт. НИИСХ).* – Ижевск: Ижев. ГСХА, 2016. – С. 247–252.
10. *Рыбась И. А.* Характеристика адаптивных свойств сортов и линий озимой мягкой пшеницы по предшественнику горох // *Науч. журн. КубГАУ.* – 2015. – № 11 (07). – С. 1–9.

11. *Высокопродуктивные* технологии возделывания озимой ржи и пшеницы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия Верхневолжья / сост.: В.В. Окорков, А.А. Григорьев, С.Е. Скатова [и др.]. – Владимир, 2014. – 96 с.
12. Мальцева Л. Т. Озимая пшеница в Уральском регионе // *Аграр. вестн. Урала*. – 2014. – № 6 (124). – С.14–20.
13. Жирных С. С. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от срока посева в условиях Удмуртской Республики // *Разработка и внедрение почвозащитных энергосберегающих технологий – основной путь повышения рентабельности и экологической безопасности растениеводства на современном этапе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (7–8 июля 2016 г., Удмурт. НИИСХ)*. – Ижевск: Ижев. ГСХА, 2016. – С. 55–60.
14. Дмитриев А. В., Леднев А. В. Закономерности изменения агроклиматических показателей за период с 1959 по 2008 год на территории Удмуртской Республики и их влияние на урожайность основных сельскохозяйственных культур: монография. – Ижевск: ИжГСХА, 2015. – С. 141.
15. Тураева О. М., Жирных С. С. Влияние сроков посева на урожайность сортов озимой пшеницы // *Вестн. МарГУ*. – 2015. – № 2. – С. 59–62.
16. Туктарова Н. Г. Биологические основы формирования высокой урожайности озимой пшеницы в Удмуртской Республике // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – № 5. – С. 23–25.
17. Фатыхов И. Ш. Озимая рожь в Предуралье. – Ижевск: Шеп, 1999. – С. 63.
18. Туктарова Н. Г. Устойчивость озимых зерновых культур к болезням выпревания // *Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: материалы междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию Перм. НИИСХ*. – Пермь, 2013. – Т. 2. – С. 304–309.
19. Туктарова Н. Г. Влияние климатических условий весеннего периода на урожайность озимой пшеницы // *Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа ведения растениеводства в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (24–25 июня 2014 г., Удмурт. НИИСХ)*. – Ижевск: Ижев. ГСХА, 2014. – С. 87–92.
20. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 194 с.
21. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 124 с.
22. Шалавин А. И. Озимая пшеница в Удмуртии. – Ижевск: Удмурт. кн. изд-во, 1953. – 63 с.

## REFERENCES

1. Zhuchenko A. A., *Adaptivnaya sistema seleksii rastenii (ekologo-geneticheskie osnovy) (Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis)*, Moscow: RUDN, 2001, t. 2. 1489 p.
2. Tuktarova N. G., Isakov A. A., *Vestn. NGAU*, 2016, No 3 (40), pp. 50–56. (In Russ.)
3. Zhirnykh S. S., Turaeva O. M., *Vestn. Don. GAU*, 2015, No 3, pp. 2–3. (In Russ.)
4. Tuktarova N. G., *Vestn. MarGU*, 2015, No 2, pp. 55–58. (In Russ.)
5. Palkin V. P., *Zimovka ozimyykh khlebov v Predural'e (Wintering of winter bread in the Urals)*, Izhevsk: UGNIISKh, 2000, 199 p.
6. Tuktarova N. G., *Vestn. IzhGSKhA*, 2015, No 1, pp. 17–22. (In Russ.)
7. Pyl'nev V. V., *Praktikum po seleksii i semenovodstvu polevykh kul'tur (Workshop on selection and seed production of field crops)*, St. Petersburg: Lan», 2014, 448 p.
8. Kuryleva A. G., Tuktarova N. G., Zhirnykh S. S. *Pochva – natsional'noe bogatstvo. Puti povysheniya ee plodorodiya i uluchsheniya ekologicheskogo sostoyaniya (Soil is national wealth. Ways to increase its fertility and improve the ecological state)*, Proceedings All-Russian Scientific-practical. Conf. (July 2–3, 2015, IzhGASHA, UdmNIISKh), Izhevsk: ООО «Soyuz original», 2015, pp. 282–285. (In Russ.)
9. Torbina I. V., Tuktarova N. G. *Razrabotka i vnedrenie pochvozaschitnykh energosberegayushchikh tekhnologii – osnovnoi put' povysheniya rentabel'nosti i ekologicheskoi bezopasnosti rastenievodstva na sovremennom etape (Development and introduction of soil-protective energy-saving technologies is the main way to increase the profitability and ecological safety of crop production at the present stage)*, Pro-

- ceedings All-Russian Scientific-practical. Conf. With intern. Participation (July 7–8, 2016, Udmurt, NIISH), Izhevsk: Izhev. GSKhA, 2016, pp. 247–252. (In Russ.)
10. Rybas' I.A., *Nauch. zhurn. KubGAU*, 2015, No 11 (07), pp. 1–9. (In Russ.)
  11. *Vysokoproduktivnyye tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoi rzhi i pshenitsy v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya Verkhnevolzh'ya* (Highly productive technologies for cultivation of winter rye and wheat in adaptive landscape landscapes of the Upper Volga Region), Vladimir, 2014, 96 p.
  12. Mal'tseva L. T., *Agrar. vestn. Urala*, 2014, No 6 (124), pp.14–20. (In Russ.)
  13. Zhirnykh S. S. *Razrabotka i vnedrenie pochvozaschitnykh energosberegayushchikh tekhnologii – osnovnoi put'» povysheniya rentabel'nosti i ekologicheskoi bezopasnosti rasteniyevodstva na sovremennom etape* (Development and implementation of soil-protective and energy – saving technologies the main way of increase of profitability and ecological safety of the plant at the present stage), Proceedings All-Russian Scientific-practical. Conf. With intern. Participation (July 7–8, 2016, Udmurt, NIISH), Izhevsk: Izhev. GSKhA, 2016, pp. 55–60. (In Russ.)
  14. Dmitriev A. V., Lednev A. V. *Zakonomernosti izmeneniya agroklimaticheskikh pokazatelei za period s 1959 po 2008 god na territorii Udmurtskoi Respubliki i ikh vliyanie na urozhainost' osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (The patterns of change in agroclimatic indices during the period from 1959 to 2008 in the territory of the Udmurt Republic and their impact on yield of major crops), Izhevsk: IzhGSKhA, 2015, p. 141.
  15. Turaeva O. M., Zhirnykh S. S., *Vestn. MarGU*, 2015, No 2, pp. 59–62. (In Russ.)
  16. Tuktarova N. G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2015, No 5, pp. 23–25. (In Russ.)
  17. Fatykhov I. Sh. *Ozimaya rozh'» v Predural'e* (Winter rye in the Urals), Izhevsk: Shep, 1999, p. 63.
  18. Tuktarova N. G. *Razvitie i vnedrenie sovremennykh tekhnologii i sistem vedeniya sel'skogo khozyaystva, obespechivayushchikh ekologicheskuyu bezopasnost'» okruzhayushchei sredy* (The development and introduction of modern technologies and systems of farming for environmental safety and the environment), proceedings of the international. scientific. – pract. Conf. internat. 100-th anniversary of Perm. Research Institute of agriculture, Perm, 2013, t. 2, pp. 304–309. (In Russ.)
  19. Tuktarova N. G. *Innovatsionnye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur – osnova vedeniya rasteniyevodstva v sovremennykh usloviyakh* (Innovative technologies of cultivation of agricultural cultures – the basis for management of crop production in modern conditions), Proceedings All-Russian scientific. – pract. Conf. (24–25 June 2014, Udmurtia. Niiskh), Izhevsk: Izhev. GSKhA, 2014, pp. 87–92. (In Russ.)
  20. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (The method of state variety testing of agricultural crops), Kolos, 1989, Issue. 2, 194 p.
  21. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (The method of state variety testing of agricultural crops), Moscow: Kolos, 1985, Issue. 1, 124 p.
  22. Shalavin A. I. *Ozimaya pshenitsa v Udmurtii* (Winter wheat in Udmurtia), Izhevsk: Udmurtskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1953, 63 p.

# БИОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ

УДК 632.937.12 (571.1)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ КОРМОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

**Е. Ю. Мармулева**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Е. Ю. Торопова**, доктор биологических наук, профессор  
**В. М. Гришин**, кандидат сельскохозяйственных наук

Новосибирский государственный аграрный  
университет, Новосибирск, Россия

E-mail: 89139148962@yandex.ru

**Ключевые слова:** фитофаг, энтомофаг, зерновая культура, овес, озимая рожь, суданская трава, паразит, хищник, биоразнообразие

**Реферат.** Продуктивность кормовых культур в значительной мере ограничивают комплексы фитофагов, контроль которых пестицидами зачастую экономически и экологически нежелателен. Одним из наиболее существенных природных биотических факторов регулирования численности насекомых-вредителей являются энтомофаги, как паразиты, так и хищники. Поскольку кормовые злаки часто соседствуют в севооборотах, сменяя друг друга во времени, и занимают смежные агроценозы, актуальным является выяснение степени сходства энтомокомплексов. Цель работы состояла в экологической оценке комплексов насекомых однолетних кормовых злаковых культур овса, озимой ржи и суданской травы по составу и степени доминирования фитофагов и их энтомофагов в северной лесостепи Приобья. Исследования проводили в 2008–2010, 2014–2016 гг. общепринятыми методами. Для оценки степени биоценотического сходства комплексов определяли коэффициент Жаккара. Видовое разнообразие оценивали по индексам Маргалефа и Минниха, структуру доминирования – по индексу Бергера – Паркера. Учеты показали, что в фитоценозах кормовых растений самая высокая численность насекомых была отмечена на озимой ржи – более чем в 2 раза выше по сравнению с овсом и до 8 раз по сравнению с суданской травой. Коэффициент общности Жаккара в отношении видового разнообразия насекомых между озимой рожью и овсом составил 0,9, овса и озимой ржи с энтомокомплексом суданской травы – 0,7. На ржи в годы исследований доминировали цикадки ( $d = 0,65$ ) и трипсы ( $d = 0,9$ ), а на овсе – тли ( $d = 0,47$ ) и трипсы ( $d = 0,53$ ). На суданской траве было выявлено доминирование ( $d = 0,39$ ) клопов щитников. По биологическому разнообразию насекомых суданская трава не только не уступала озимой ржи и овсу, но даже превосходила их, индексы разнообразия Маргалефа и Минниха составили для ржи 2,4 и 0,5, для овса – 2,6 и 0,6, для суданской травы – 2,8 и 0,9 соответственно. Состав энтомофагов на озимой ржи и овсе был практически идентичным, на суданской траве коэффициент общности с рожью и овсом по эффективным энтомофагам составил 0,28 с доминированием ( $d = 0,47$ ) перепончатокрылых паразитоидов.

## ECOLOGICAL ANALYSIS OF FEEDING CROPS ENTOMOCOMPLEXES IN THE TRANSOB NORTHERN FOREST-STEPPE.

**Marmuleva E.Iu.**, Candidate of Agriculture  
**Toropova E.Iu.**, Dr. of Biological Sc., Professor  
**Grishin V.M.**, Candidate of Agriculture

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

*Key words:* plant feeder, entomophage, crops, oats, winter rye, Sudan grass, parasite, invaders, biodiversity.

*Abstract. Productivity of feeding crops is mainly restricted by plant feeders that shouldn't be controlled by pesticides in economic and ecological aspects. Entomophages are one of the most efficient natural biotic factors that can regulate the number of insect pests. Feeding crops take close place to each other in crop rotation and agrocenoses and it is relevant to find out similarities in these entomocomplexes. The paper aims at environmental assessment of insects of annual feeding oat crops, winter rye crops and Sudan grass according to plant feeders prevalence and concentration and their entomophages in the Ob forest-steppe. The research was carried out in 2008-2010 and 2014-2016 by means of general methods. The authors used Jaccard's coefficient of community for assessment of biocenotic similarity of complexes. Species diversity was estimated by means of the Margalef and Minnich indexes; and prevalence structure was estimated by Berger-Parker index. The research has shown that the biggest number of insects in feeding crops was observed in winter rye (2 times higher in comparison with oats and 8 times higher in comparison with Sudan grass). Jaccard's coefficient of community in respect of species diversity of insects between winter rye and oats was 0.9, oats and winter rye with entomocomplex of Sudan grass – 0.7. Leafhoppers ( $d = 0.65$ ) and thunder flies ( $d = 0.9$ ) dominated on the rye; aphids and thunder flies dominated on the oats; dusky stink bugs ( $d = 0.39$ ) dominated on Sudan grass. The Margalef and Minnich indexes for rye were 2,4 and 2.5; 2.8 and 2.9 for Sudan grass according to biodiversity of insects. The content of entomophages on winter rye and oats was almost similar; similarity index of Sudan grass with rye and oats on effective entomophages was 0.28 with prevalence ( $d = 0.47$ ) of hymenopteran parasitoids.*

Кормовые культуры являются основой устойчивого производства продукции животноводства и играют важную производственную и фитосанитарную роль в севооборотах и агроландшафтах [1–3]. Продуктивность кормовых культур в значительной мере ограничивают комплексы фитофагов, контроль которых пестицидами зачастую экономически и экологически нежелателен. Разработка зональных фитосанитарных технологий возделывания кормовых культур, среди которых важное место принадлежит однолетним злаковым травам, является актуальной задачей. Неотъемлемым элементом экологически безопасных приемов и методов контроля фитофагов является использование природных популяций энтомофагов, видовой состав которых на злаковых видах достаточно разнообразен [4–6].

Многолетними исследованиями как отечественных, так и зарубежных ученых установлен таксономический состав и динамика энтомокомплексов на злаковых, преимущественно зерновых культурах по фазам развития растений – эдификаторов агроценозов [7, 8]. Выявлены экономически наиболее значимые виды насекомых-фитофагов, их вредоносность по периодам формирования основных элементов структуры урожайности зерновых культур, влияние фитофагов на

количественные и качественные параметры урожайности яровых и озимых злаков [9–12].

Установлены видовой состав и обилие хищных и паразитических энтомофагов на посевах злаков, количественные взаимосвязи между численностью популяций фитофагов и их энтомофагов [13]. Показано комбинированное влияние на развитие популяций насекомых температуры и осадков, выпадающих в разные периоды онтогенеза злаковых культур, а также влияние антропогенных факторов и структуры ландшафтов на разнообразие жизненных форм и видов насекомых [14–17].

Среди приемов экологически безопасного регулирования численности фитофагов рассмотрены устойчивые виды и сорта злаков, агротехнические и биотехнологические мероприятия, способствующие привлечению и повышению активности энтомофагов. Отмечается высокая биологическая эффективность повышения биологического разнообразия культур в севооборотах, возделывания и подсева нектароносных растений, использования приманочных «ловчих» культур [18–20]. Установлены нектароносные цветущие конвейеры, привлекающие различные группы энтомофагов в течение всей вегетации злаковых культур, детально изучены видовой состав и динамика энтомофагов

на отдельных видах и ботанических группах нектароносов [21].

В условиях Западной Сибири энтомокомплексы яровой пшеницы, овса и озимой ржи были детально изучены И. Г. Бокиной [22, 23]. Установлены видовой состав и динамика фитофагов и их энтомофагов в северной лесостепи Приобья, выяснены природные и антропогенные факторы, влияющие на формирование фауны хищных энтомофагов и их основных жертв – злаковых тлей. Установлено, что с начала 1990-х гг. энтомокомплекс зерновых в Западной Сибири не претерпел существенных изменений и к настоящему времени насчитывает 134 вида. Энтомофаги питаются всеми видами злаковых тлей. Кокциnellиды, златоглазки, хищные клопы истребляют, кроме этого, листоблошек, клещей, трипсов, яйца и личинок цикадок, мух, чешуекрылых, хлебного клопика и других растительноядных клопов, пилильщиков, пъявиц и прочих жуков. Выявлены доминирующие виды хищных и паразитических энтомофагов.

На суданской траве северной лесостепи Приобья установлены виды экономически значимых фитофагов, рассмотрена их вредоносность, влияние технологии возделывания на обилие видов [24–26].

Поскольку кормовые злаки часто соседствуют в севооборотах, сменяя друг друга во времени, и занимают смежные агроценозы, актуальным является выяснение степени сходства энтомокомплексов. В этой связи целью настоящей работы являлась экологическая оценка энтомокомплексов однолетних кормовых злаковых культур овса, озимой ржи и суданской травы по составу и степени доминирования фитофагов и их энтомофагов в северной лесостепи Приобья.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые учеты насекомых проводили в 2008–2010, 2014–2016 гг. в северной лесостепи Приобья на стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН с использованием общепринятых методов – кошения стандартным

энтомологическим сачком и визуального подсчета на растениях [27]. Исследовали энтомокомплексы районированных сортов кормовых злаковых трав: овса ярового Краснообский, озимой ржи Бухтарминская, суданской травы Новосибирская 84.

Погодные условия в годы исследований (2008–2010, 2014–2016) различались. Влажным был 2009 г. ( $ГТК > 1$ ), засушливыми ( $ГТК < 1$ ) – 2008, 2010, 2014 гг. Характерной особенностью 2008 и 2009 гг. были засушливые условия весны.

Вегетационный период 2015 г. был достаточно теплым (особенно начало лета) с переменной влажностью. Наиболее засушливыми выдались июнь и август; в мае, июле и сентябре осадков выпало больше нормы, особенно в конце весны. По этим показателям вегетационный период был теплым, но условия увлаженности колебались от засушливых до увлажненных выше нормы.

Вегетационный период 2016 г. существенно отличался от среднемноголетних значений по температурным условиям и по количеству выпавших осадков. Гораздо больше в сравнении со среднемноголетними данными выпало осадков в июне и июле. В то же время август и сентябрь были засушливыми и теплыми (суммы осадков на 40% ниже нормы).

Для оценки степени биоценотического сходства комплексов определяли коэффициент Жаккара. Видовое разнообразие оценивали по индексам Маргалёфа и Минниха, структуру доминирования – по индексу Бергера – Паркера ( $d$ ) [28]. Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов [29] с использованием пакетов программ SNEDECOR [30] и STATISTICA 6.0 для Windows.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованиях были представлены три однолетних злаковых культуры: злаки первой группы с яровым и озимым типом онтогенеза (овес и озимая рожь), а также яровой злак второй группы, имеющий существенные от-

личия в морфологии и происхождении – суданская трава [1]. В результате полевых учетов был уточнен видовой состав фитофагов, заселяющих в разные годы посева кормовых злаковых культур.

Данные представлены по результатам собственных исследований и литературным источникам [31, 4, 5, 6, 32]. Около 40% фитофагов встречаются на кормовых культурах единично, в то время как у 48% фитофагов ежегодно регистрируется численность в пределах ПВ. Только у 11% видов фитофагов численность изредка превышает ПВ. Это объясняется тем, что кормовые злаки достаточно устойчивы к вредителям, а в густых посевах складывается более влажный и прохладный микроклимат, неблагоприятный для большинства фитофагов.

Сравнение энтомокомплексов озимой ржи и овса показало высокую степень сходства видового состава – коэффициент общности Жаккара между озимой рожью и овсом составил 0,9 в отношении видового разнообразия. По численности представителей отдельных таксонов различия были довольно существенными (табл. 1).

Таблица 1

Численность насекомых-фитофагов по годам, экз. за вегетацию

The number of insects-plant feeders in different years, during vegetation

Таксон	Рожь		Овес	
	2009	2010	2009	2010
Thripidae (трипсы)	116	2460	181	605
Miridae (слепняки)	39	12	10	8
Cicadellidae (цикадки)	334	241	253	383
Aphidoidea (тли) *	21	29	386	153
Сумма	510	2742	830	1149

\*Тли – семейство насекомых Aphididae из надсемейства Aphidoidea отряда полужесткокрылых (Hemiptera). Ранее рассматривались в отряде равнокрылых (Homoptera).

\*Aphids are the community of Aphididae insects of Hemiptera. They were earlier investigated in Homoptera.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в относительно благоприятные для насекомых годы (2010-й) их численность была значительно, более чем в 2 раза, выше по сравнению с овсом на озимой ржи, имеющей

длинный период вегетации, раньше по времени заселяемой фитофагами, а самой низкой, до 8 раз по сравнению с рожью, была численность насекомых на суданской траве. В менее благоприятных условиях (2009 г.) численность фитофагов на ржи снижалась более существенно, чем на овсе, особенно по тлям, численность которых сильно, с долей влияния 61%, зависела от состава клеточного сока питающих растений. Значительную зависимость от погодных условий вегетации (доля влияния 35%) показали трипсы, разница численности которых по годам составила 21,2 раза на ржи и 3,3 раза на овсе.

Количественная оценка степени доминирования таксонов по индексу Бергера-Паркера (d) показала, что на ржи в 2009 г. доминировали цикадки (d = 0,65), а на овсе – тли (d = 0,47). В 2010 г. на обеих культурах доминировали трипсы, причем на ржи степень доминирования Thripidae (d = 0,9) была в 1,7 раза выше, чем на овсе (d = 0,53).

Оценка биологического разнообразия энтомокомплексов озимой ржи и овса представлена в табл. 2.

Таблица 2

Численность насекомых и индексы разнообразия по кормовым злаковым культурам  
The number of insects and diversity indexes on different feeding crops

Показатель	Озимая рожь	Овес	Суданская трава
Число видов	19	19	17
Максимальная численность	2742	1149	337
Индекс разнообразия Маргалефа (DMg)	2,4	2,6	2,8
Индекс разнообразия Минниха (DMn)	0,5	0,6	0,9

На суданской траве общая численность насекомых была существенно ниже по сравнению со злаками первой группы, что отражает разницу в длительности возделывания традиционных для Сибири растений и появившихся в регионе в относительно недавний исторический период [26]. По биологическому разнообразию насекомых суданская трава не только не уступала озимой ржи и овсу, но даже превосходила их, судя по индексам разнообразия Маргалефа и Минниха. На су-

данской траве не было отмечено доминирования наиболее вредоносных для ржи и овса групп фитофагов. За годы исследований только в 2015 г. было выявлено доминирование  $d = 0,39$  клопов щитников, у остальных насекомых индексы доминирования составляли  $0,02-0,2$ , т.е. были незначительными.

Оценка сходства таксономического состава энтомофауны овса и озимой ржи с энтомокомплексом суданской травы показала, что коэффициент общности Жаккара составил  $0,7$ ,

что свидетельствует об адаптации насекомых злаковых фитоценозов к заселению суданской травы, хотя и со снижением репродуктивного потенциала.

Численность и динамика фитофагов в агроценозах зависят от большого числа экологических факторов, причем одним из наиболее существенных природных биотических факторов являются энтомофаги, как паразиты, так и хищники (табл. 3).

Таблица 3

Таксономический состав энтомофагов кормовых злаков северной лесостепи Приобья (2008–2010, 2014–2016 гг.)  
Taxonomy composition of entomophages of feeding crops in the Ob forest-steppe zone (2008-2010, 2014-2016)

№ п/п	Группа энтомофагов	Озимая рожь	Овес	Суданская трава
1	Трипсы хищные (сем. Aelothripidae, отр. Thysanoptera)	1	1	1
2	Кокцинеллиды (сем. Coccinellidae, отр. Coleoptera)	2	2	2
3	Златоглазки (сем. Chrysopidae, отр. Neuroptera)	2	2	1
4	Сирфиды, или журчалки (сем. Syrphidae, отр. Diptera)	2	2	1
5	Набисы (сем. Nabidae, отр. Hemiptera)	2	2	1
6	Антокорисы (сем. Anthocoridae, отр. Hemiptera)	2	2	1
7	Афидииды (сем. Aphidiidae, отр. Hymenoptera)	2	2	2
8	Другие	1	1	2

Примечание. 0 – не встречается; 1 – численность единичная; 2 – численность на уровне эффективного соотношения «фитофаг – энтомофаг» при комплексном рассмотрении.

Notes. 0 – not observed; 1 – occasionally observed; 2 – the number at the level of efficient correlation “plant feeder – entomophages” in complex investigation

Комплекс энтомофагов, встречающихся на кормовых культурах, достаточно обширен и содержит как паразитические, так и хищные виды насекомых-энтомофагов. Энтомофаги находят на протяжении всего периода вегетации достаточное количество корма в агроценозах кормовых злаковых растений, а технологии этих культур в основном исключают затратные химические обработки, что способствует сохранению энтомофагов и стабилизации с их помощью фитосанитарного состояния в отношении вредителей.

Численность и вредоносность злаковой тли в лесостепи Западной Сибири во многом зависят от наличия афидофагов (кокцинеллиды, личинки мух сирфид, златоглазки и др.) [4]. При массовом размножении тли увеличивается и численность энтомофагов, способных за короткий срок уничтожить тлю на

кормовых культурах. Численность злаковых тлей контролируют хищные личинки мух-журчалок (Syrphidae) и личинки галлицы афидомизы (*Aphidoletes aphidomyza* Rd.). На численность тлей, цикадок, и трипсов в агроценозах также влияет златоглазка обыкновенная (*Chrysopa carnea* Steph.). В контроле численности растительноядных трипсов существенную роль играют специализированные хищники. Так, на *Melilotus officinalis* (L.) Pall. обитают *Aeolothrips intermedius* (хищный) (Bagnall.), *Frankliniella intonsa* (Trybom) (разноядный) и *Thrips tabaci* Lindeman [33]. *Aeolothrips intermedius* и виды рода *Orius* используются в контроле численности растительноядных трипсов [34].

Численность и доминирование энтомофагов зависело от таксономического состава и численности их жертв. Так, в годы домини-

рования тлей в агроценозах кормовых злаков доминировали Coccinellidae, при высокой численности злаковых мух – перепончатокрылые паразитоиды разных семейств. Так, на суданской траве в 2016 г. было отмечено доминирование перепончатокрылых ( $d = 0,47$ ) по сравнению с другими группами энтомофагов. В целом коэффициент общности Жаккара таксономического состава энтомофагов суданской травы с овсом и озимой рожью составил по эффективным энтомофагам 0,28, т.е. был существенно ниже, чем по фитофагам. Таким образом, посевы суданской травы больше других злаковых трав нуждаются в мероприятиях по привлечению и сохранению энтомофагов. С другой стороны, меньшая привлекательность агроценозов суданской травы для энтомофагов может быть связана и с относительно низкой численностью вредителей – пищевых объектов хищников и паразитоидов.

Таким образом, экологический анализ энтомофауны кормовых злаковых культур позволил количественно оценить особенности формирования и функционирования энтомокомплексов в зависимости от биологии растений – эдификаторов, биотических и абиотических факторов среды.

## ВЫВОДЫ

1. В фитоценозах кормовых растений самая высокая численность насекомых была отмечена на озимой ржи – более чем в 2 раза по сравнению с овсом и до 8 раз по сравнению с суданской травой.

2. Коэффициент общности Жаккара в отношении видового разнообразия насекомых между озимой рожью и овсом составил 0,9, овса и озимой ржи с энтомокомплексом суданской травы – 0,7.

3. На ржи в годы исследований доминировали цикадки ( $d = 0,65$ ) и трипсы ( $d = 0,9$ ), а на овсе – тли ( $d = 0,47$ ) и трипсы ( $d = 0,53$ ). На суданской траве было выявлено доминирование ( $d = 0,39$ ) клопов щитников.

4. По биологическому разнообразию насекомых суданская трава не только не уступала озимой ржи и овсу, но даже превосходила их, индексы разнообразия Маргалефа и Минниха составили для ржи 2,4 и 0,5, для овса – 2,6 и 0,6, для суданской травы – 2,8 и 0,9 соответственно.

5. Состав энтомофагов на озимой ржи и овсе был практически идентичным, на суданской траве коэффициент общности с рожью и овсом по эффективным энтомофагам составил 0,28 с доминированием ( $d = 0,47$ ) перепончатокрылых паразитоидов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончаров П. Л. Кормовые культуры Сибири: биолого-ботанические основы возделывания. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 264 с.
2. Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие / Н. И. Кашеваров, В. П. Данилов, Р. И. Полюдина [и др.]; под ред. Н. И. Кашеварова; Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние, СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 248 с.
3. *Spatio-temporal* distribution of entomophages in phytocenoses of anthropogenically modified landscape in the forest-steppe of Western Siberia / E. Yu. Toropova, L. A. Osintseva, E. Yu. Marmuleva [et al.] // Biosci., Biotech. Res. Asia. – 2016. – Vol. 13 (1). – P. 257–271.
4. Бокина И. Г. Злаковые тли и их энтомофаги в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск, 2009. – 182 с.
5. Мармулева Е. Ю., Торопова Е. Ю. Экологическая оценка энтомокомплекса на озимой ржи в северной лесостепи Приобья // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: материалы 15-й всерос. конф. с междунар. участием. – Томск, 2013. – Вып. 15, т. 1. – С. 169–171.
6. Мармулева Е. Ю., Торопова Е. Ю. Экологическая оценка энтомокомплекса овса в лесостепи Приобья // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 7 (105). – С. 62–66.
7. Влияние степени засоренности посевов озимой пшеницы на популяцию злаковых тлей и ее афидофагов [электрон. ресурс] / Н. Н. Глазунова, Л. В. Мазницына, О. В. Шарипова [и др.] // Современные

- проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12980>. – (Дата обращения: 10.03.2017).
8. Белицкая М. Н. Колебание состава и численности энтомофауны в лесозащищенных агроценозах // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. – 2015. – № 1. – С. 52–60.
  9. Бойко С. В., Слабожанкина О. Ф. Пространственное распределение фитофагов в посевах зерновых культур // Защита и карантин растений. – 2013. – № 3. – С. 23–26.
  10. Нарчук Э. П. Новые данные по фауне злаковых мух (Chloropidae, Diptera) Оренбургской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. – 2014. – № 11. – С. 62–73.
  11. Vickerman G. P. Survival and duration of development of *Oscinella* spp. (Diptera: Chloropidae) on different Gramineae in the laboratory // Annals of Applied Biology. – 1978. – Vol. 89, Iss. 3. – P. 387–393. – Version of Record online: 26 FEB 2008. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1978.tb05964.x
  12. Nielsen L. B., Nielsen B. O. *Oscinella frit* (L.) and *O. pusilla* (Mg.) (Diptera, Chloropidae) in agricultural grass in Denmark // Journal of Applied Entomology. – 2009. – Vol. 98 (1–5). – P. 264–275. – DOI: 10.1111/j.1439-0418.1984.tb02711.x
  13. Трепашко Л. И., Бойко С. В., Слабожанкина О. Ф. Энтомофаги вредителей зерновых культур // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 21–23.
  14. Клемина И. Е. Изменение структурного разнообразия гемиптерокомплекса (Hemiptera, Heteroptera) в агросистемах при пахотной дигрессии // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2008. – № 11. – С. 138–142.
  15. Математическое описание взаимосвязи динамики численности популяции *Haplothrips tritici* Kurd. и *Aelothrips fasciatus* L. в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы от погодно-климатических факторов в центральном Предкавказье [Электрон. ресурс] / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11767>. – (Дата обращения: 09.03.2017).
  16. Драполок И. С., Родионова Е. В., Зайцева М. С. Эколого-фаунистический обзор энтомокомплексов Воронежской области // Научно-исследовательские публикации: природа, экология и народное хозяйство. – 2015. – Т. 1, № 9 (29). – С. 27–32.
  17. El-Wakeil N., Volkmar Ch. Effect of weather conditions on Frit Fly (*Oscinella frit*, Diptera: Chloropidae) // Activity and infestation levels in Spring Wheat in Central Germany. Gesunde Pflanzen. – 2011. – Vol. 63, Iss. 4. – P. 159–165.
  18. Радченко Е. Е. Устойчивость ячменя и овса к злаковым тлям (обзор) // С.-х. биология. – 2012. – № 3. – С. 19–31.
  19. Ширинян Ж. А. Приемы беспестицидной защиты озимой пшеницы от вредителей // Защита и карантин растений. – 2015. – № 2. – С. 9–13.
  20. Kuo – Sell H. – L. Resistance of wheats, triticales and oats to the aphids *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) // Meded. Fac. Land – bouwwetensch. Univ. Gent. – 1994. – N 59 (2B). – P. 505–514.
  21. Витион П. Г. Создание конвейера цветущих нектароароматических растений для питания энтомофагов // Защита и карантин растений. – 2015. – № 7. – С. 21–22.
  22. Бокина И. Г. Уточненный видовой состав и трофические связи хищных и паразитических энтомофагов злаковых тлей в Западной Сибири // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: матеріали VI Міжнародної наукової конференції. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 167–169.
  23. Бокина И. Г. Формирование фауны хищных энтомофагов в посевах яровой пшеницы при переходе к No Till // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 24–25.
  24. Суданская трава / И. С. Шатилов, А. П. Мовсисянц, И. А. Драненко [и др.]; под ред. И. С. Шатилова. – М.: Колос, 1981. – 205 с.
  25. Бадулин А. В., Любименко Т. А. Защита сорго от вредителей и болезней // Кормопроизводство. – 1994. – № 2. – С. 16–19.
  26. Суданка в кормопроизводстве Сибири / Н. И. Кашеваров, Р. И. Полюдина, Н. В. Балыкина [и др.]; под ред. Н. И. Кашеварова. – Новосибирск, 2004. – 224 с.
  27. Защита растений от вредителей / И. В. Горбачёв, В. В. Гриценко, Н. А. Захваткин [и др.]; под ред. проф. В. В. Исаичева. – М.: Колос, 2002. – 472 с.
  28. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

29. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
30. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.
31. Вредители полевых культур в Сибири (видовой состав, биоэкологические особенности фитофагов, система надзора и защитных мероприятий): учеб. пособие / Н. Н. Горбунов, В. П. Цветкова, Н. Ф. Шадрина. – Новосибирск, 2004. – 210 с.
32. Торопова Е. Ю., Гришин В. М. Фитосанитарная технология возделывания суданской травы в северной лесостепи Приобья: монография / под ред. Н. И. Кашеварова. – Новосибирск: НГАУ, 2009. – 141 с.
33. Conti B. Notes on the presence of *Aeolothrips intermedius* in northwestern Tuscany and on its development under laboratory conditions // Bulletin of Insectology. – 2009. – Vol. 62 (1). – P. 107–112.
34. Interaction of *Aeolothrips intermedius* and *Orius niger* in controlling *Thrips tabaci* on potato / S. Fathi [et. al] // Int. J. Agri. Biol. – 2008. – N 10. – P. 521–525.

#### REFERENCES

1. Goncharov P. L. *Kormovye kul'tury Sibiri: biologo-botanicheskie osnovy vozdelevaniya* (Forage crops of Siberia: biology and Botanical basics of cultivation), Novosibirsk: Novosib. un-ta, 1992, 264 p.
2. Kashevarov N. I., Danilov V. P., Polyudina R. I. *Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri. Prakticheskoe posobie* (Agro-technologies of forage production in Siberia. A practical guide), Novosibirsk: Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk, Sibirskoe otделение, GNU «Sibirskij nauchno-issledovatel'skij institut kormov, 2013, 248 p.
3. Toropova E. Yu., Osinceva L. A., Marmuleva E. Yu., Selyuk M. P., Dyachenko A. S. *Biosci., Biotech. Res. Asia*, 2016, No. 13 (1), pp. 257–271. (In Russ.)
4. Bokina I. G. *Zlakovye tli i ih jentomofagi v lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Cereals and their entomophages in the forest-steppe of Western Siberia), Novosibirsk, 2009, 182 p.
5. Marmuleva E. Ju., Toropova E. Ju. *Jekologicheskaja ocenka jentomokompleksa na ozimoj rzhi v severnoj lesostepi Priob'ja* (Ecological assessment of the entomocomplex on winter rye in the northern forest-steppe of the Ob region), Abstract and papers Proceeding of the 15<sup>th</sup> International Conference, Tomsk, 2013, No. 15 (1), p. 169–171. (In Russ.)
6. Marmuleva E. Yu. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 7 (105), pp. 62–66. (In Russ.)
7. Glazunova N. N., Maznicyna L. V., Sharipova O. V., Shipulja A. N. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2014, No. 3, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12980> (10.03.2017). (In Russ.)
8. Belickaja M. N. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No. 1, pp. 52–60. (In Russ.)
9. Bojko S. V., Slabozhankina O. F. *Zashhita i karantin rastenij*, 2013, No. 3, pp. 23–26. (In Russ.)
10. Narchuk Je. P. *Jentomologicheskie i parazitologicheskie issledovaniya v Povolzh'e*, 2014, No. 11, pp. 62–73. (In Russ.)
11. Vickerman G. P. *Annals of Applied Biology*, 1978, No. 89 (3), pp. 387–393. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1978.tb05964.x
12. Nielsen L. B., Nielsen B. O. *Journal of Applied Entomology*, 2009, No. 98 (1–5), pp. 264–275. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1984.tb02711.x
13. Trepashko L. I., Bojko S. V., Slabozhankina O. F. *Zashhita i karantin rastenij*, 2014, No. 6, pp. 21–23. (In Russ.)
14. Klemina I. E. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2008, No. 11, pp. 138–142. (In Russ.)
15. Glazunova N. N., Bezgina Ju. A., Maznicyna L. V., Sharipova O. V., Ustimov D. V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2014, No. 1, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11767> (09.03.2017). (In Russ.)
16. Drapoljuk I. S., Rodionova E. V., Zajceva M. S. *Nauchno-issledovatel'skie publikacii: priroda, jekologija i narodnoe hozjajstvo*, 2015, Vol. 1, No. 9 (29), pp. 27–32. (In Russ.)
17. El-Wakeil N., Volkmar Ch. *Gesunde Pflanzen*, 2011, No. 63, (4), pp. 159–165.
18. Radchenko E. E. *Sel'skohozyajstvennaja biologija*, 2012, No. 3, pp. 19–31. (In Russ.)

19. Shirinjan Zh.A. *Zashhita i karantin rastenij*, 2015, No. 2, pp. 9–13. (In Russ.)
20. Kuo – Sell H. – L. *Meded. Fac. land-bouwwetensch*, Univ. Gent., 1994, No. 59 (2B), pp. 505–514.
21. Vition P.G. *Zashhita i karantin rastenij*, 2015, No. 7, pp. 21–22. (In Russ.)
22. Bokina I.G. *Utochnennyj vidovoj sostav i troficheskie svyazi hishnyh i paraziticheskikh jentomofagov zlakovyh tlej v Zapadnoj Sibiri* (Updated species composition and trophic relations of predatory and parasitic entomophages of cereal aphids in Western Siberia), Abstract and papers Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Conference, Dnipropetrovs'k, 2011, pp. 167–169.
23. Bokina I.G. *Zashhita i karantin rastenij*, 2014, No. 6, pp. 24–25. (In Russ.)
24. Shatilov I.S., Movsisjanc A.P., Dranenko I.A. *Sudanskaja trava* (Sudan grass), Moscow: Kolos, 1981, 205 p.
25. Badulin A.V., Ljubimenko T.A. *Kormoproizvodstvo*, 1994, No. 2, pp. 16–19. (In Russ.)
26. Kashevarov N.I., Poljudina R.I., Balykina N.V. *Sudanka v kormoproizvodstve Sibiri* (Sudanka in forage production of Siberia), Novosibirsk, 2004, 224 p.
27. Gorbachjov I.V., Gricenko V.V., Zahvatkin N.A. *Zashhita rastenij ot vreditelej* (Protection of plants from pests), Moscow: Kolos, 2002, 472p.
28. Mjeggarran Je. *Jekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie* (Ecological diversity and its measurement), Moscow: Mir, 1992, 184 p.
29. Dospexhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* (Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
30. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKHN, 2009, 222 p.
31. Gorbunov N.N., Cvetkova V.P., Shadrina N.F. *Vrediteli polevyh kul'tur v Sibiri (vidovoj sostav, biojekologicheskie osobennosti fitofagov, sistema nadzora i zashhitnyh meroprijatij)* (Pests of field crops in Siberia (species composition, bio-ecological peculiarities of phytophages, the system of supervision and protective measures), Novosibirsk, 2004, 210 p.
32. Toropova E. Ju., Grishin V.M. *Fitosanitarnaja tehnologija vzdelyvanija sudanskoj travy v severnoj lesostepi Priob'ja* (Phytosanitary technology of cultivation of Sudan grass in the Northern forest-steppe of the Ob region. Monograph), Novosibirsk, NGAU, 2009, 141 p.
33. Conti B. *Bulletin of Insectology*, 2009, No. 62 (1), pp. 107–112.
34. Fathi S. *Int. J. Agri. Biol.*, 2008, No. 10, pp. 521–525.

**МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ И КОРМОВЫХ ТРАВАХ ПРИФЕРМЕРСКИХ ПОЛЕЙ БАРНАУЛЬСКОГО ПРИОБЬЯ**

<sup>1,2</sup>**А.И. Сысо**, доктор биологических наук  
<sup>1,2</sup>**М.А. Лебедева**, кандидат биологических наук,  
 научный сотрудник  
<sup>1,2</sup>**С. А. Худяев**, кандидат биологических наук,  
 научный сотрудник  
<sup>1</sup>**А.С. Черевко**, кандидат химических наук,  
 старший научный сотрудник

*Ключевые слова:* макроэлементы, микроэлементы, тяжелые металлы, почвы, кормовые травы, прифермские поля, Барнаульское Приобье

<sup>2</sup>**А.И. Шишин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>2</sup>**О.И. Себежко**, кандидат биологических наук, доцент  
<sup>2</sup>**Т.В. Коновалова**, старший преподаватель  
<sup>2</sup>**О.С. Короткевич**, доктор биологических наук, профессор  
<sup>2</sup>**В.Л. Петухов**, доктор биологических наук, профессор  
<sup>2</sup>**Е. В. Камалдинов**, доктор биологических наук, профессор  
<sup>2</sup>**Д. М. Слобожанин**, аспирант

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия  
<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет г. Новосибирск, Россия

E-mail: syso@mail.ru

*Реферат. Обеспечение населения экологически безопасной и минерально полноценной продукцией растениеводства и животноводства – актуальная проблема. Особого внимания и контроля требуют сельскохозяйственные угодья вблизи промышленных центров, загрязняющих окружающую среду разными веществами. С этой целью изучен и оценен макро- и микроэлементный состав почв и растительной продукции прифермских полей сельхозпредприятий вблизи города Барнаула. Объектами исследования служили почвы и сено многолетних сеяных злаковых трав с прифермских полей ОАО Племпредприятие «Барнаульское» и ОАО «Сибирские бычки». Смешанные пробы почв брали из слоя 0–20 см пахотного горизонта, а сена трав – из рулонов. Агрохимические свойства почв изучали стандартными методами. Валовое содержание макро- и микроэлементов в почвах и золе растений определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с использованием дифракционного спектрографа PGS-2, дугового аргонового двухструйного плазмотрона, многоканального анализатора эмиссионных спектров. Концентрацию подвижной формы макро- и микроэлементов в почвах в ацетатно-аммонийном буферном растворе с pH 4,8 измеряли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Контроль точности измерений макро- и микроэлементов в почвах и растениях проводили с использованием соответствующих стандартных образцов. Результаты исследования показали отсутствие экологической проблемы агрогенного и техногенного загрязнения тяжелыми металлами почв и кормовых трав на прифермских полях животноводческих предприятий вблизи крупного промышленного центра. Напротив, выявлена биогеохимическая проблема дефицита в кормовых культурах на этих сельскохозяйственных угодьях таких эссенциальных макро- и микроэлементов, как P, Ca, Co, Cu, Mg, Mn, Na, Zn. Их низкое содержание в растительной продукции указывает на её недостаточную минеральную полноценность и свидетельствует о наличии агрохимической проблемы – истощения в почвах запасов их подвижной и доступной растениям формы.*

**MACRO AND MICROELEMENTS IN THE SOIL AND FEEDING GRASS OF BY-FARM FIELDS IN THE BARNAUL IS TRANSOB**

<sup>1,2</sup>Syso A.I., Dr. of Biological Sc.  
<sup>1,2</sup>Lebedeva M.A., Candidate of Biology, Research Fellow

- <sup>1,2</sup> **Khudiaeв S. A.**, Candidate of Biology, Research Fellow  
<sup>1</sup> **Cherevko A.S.**, Candidate of Chemistry, Senior Research Fellow  
<sup>2</sup> **Shishin A.I.**, Candidate of Agriculture, Associated Professor  
<sup>2</sup> **Sebezhko O.I.**, Candidate of Biology, Associated Professor  
<sup>2</sup> **Konovalova T.V.**, Senior Teacher  
<sup>2</sup> **Korotkevich O.S.**, Dr. of Biological Sc., Professor  
<sup>2</sup> **Petukhov V.L.**, Dr. of Biological Sc., Professor  
<sup>2</sup> **Kamaldinov E.V.**, Dr. of Biological Sc., Professor  
<sup>2</sup> **Slobozhanin D.M.**, PhD-student

<sup>1</sup> **Institute of Soil Science and Agrochemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia**

<sup>2</sup> **Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia**

*Key words:* macroelements, microelements, heavy metals, soil, forage grass, piterskie field, Barnaul Ob.

*Abstract.* The authors highlight significant and relevant problem, which is seen as fulfilling people needs in environmentally safe plant, and animal production, which is rich in minerals. The paper points out farmlands closely located to industrial centres that pollute environment and require specific controlling measures. The authors explore and assess macro and microelements composition of soils and plant production from farmlands of agricultural enterprises located in the suburbs of Barnaul. The researchers investigated soils and hay of perennial grasses from by-farm fields of Barnaulskoe enterprise and Sibirskie bychki enterprise. Mixed samples of soil were received from 0-20 sm plough-layer whereas grass hay was applied from rolls. Agrochemical properties of soils were investigated by means of general and standard methods. The researchers explored total concentration of macro and microelements in the soil and ash by means of atomic emission spectrometry and grating spectrograph PGS-2, arc argon two-spool plasmotron and multi-channel analyzer of emission spectrums. The researchers measured concentration of macro- and microelements in the soil in acetate-ammoniacal buffer solution with pH 4,8 by means of atomic emission spectrometry. Accuracy control was carried out by means of applying corresponding standards. The research results has shown lack of agrogenic or technogenic pollution caused by heavy metals and feeding grasses on by-farm fields of livestock enterprises located in the suburbs of the industrial city. Otherwise, the researchers revealed the problem of feeding crops in these farmlands. This problem deals with lack of concentration of elements P, Ca, Co, Cu, Mg, Mn, Na and Zn in feeding crops. Low concentration of elements in plant production shows insufficient mineral concentration and agrochemical problem, which is depletion of minerals necessary for plants.

Охрана окружающей среды от негативного техногенного изменения и обеспечение населения экологически безопасной и минерально полноценной продукцией растениеводства и животноводства – актуальные проблемы России [1–11]. Их решение зависит от уровня загрязнения атмосферы, гидросферы, почвенного и растительного покрова газопылевыми выбросами, жидкими стоками и твердыми отходами, агрохимикатами, от природного плодородия почв и его изменения на сельхозугодьях [12–14]. Особого внимания и контроля требуют угодья, где растительные продукты питания и корма для молочного и мясного крупного рогатого скота выращиваются вблизи промышленных центров, загрязняющих окружающую среду разными веществами [15–17]. Широко рас-

пространено мнение, что почвы и растительная продукция прифермских севооборотов в промышленно-развитых районах страны загрязнены тяжелыми металлами и другими поллютантами, а потому нуждаются в экологическом контроле [18].

Цель настоящего исследования – изучение и эколого-биогеохимическая оценка макро- и микроэлементного состава почв и растительной продукции прифермских полей сельхозпредприятий вблизи г. Барнаула – крупного промышленного центра юга Западной Сибири.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования служили микро- и макроэлементы почвах и сене многолетних

сеяных злаковых трав с прифермских полей двух крупных животноводческих предприятий. Пробы почв и сена были отобраны с пяти полей ОАО Племпредприятие «Барнаульское» и четырех полей ОАО «Сибирские бычки». В ботаническом составе трав преобладал коострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.)). Смешанные пробы почв брали из слоя 0–20 см горизонта А, а сена многолетних злаковых трав – из рулонов.

В почвах определяли основные агрохимические показатели: потенциальную кислотность ( $pH_{\text{сол}}$ ) – по ГОСТ 26483–85, содержание частиц менее 0,01 мм – по ГОСТ 12536–79, органического вещества – по ГОСТ 26213–91, подвижного фосфора и обменного калий (по Чирикову) – по ГОСТ 26204–91.

Валовое содержание макро- и микроэлементов в почвах и золе растений определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с использованием дугового аргонового двухструйного плазмотрона, дифракционного спектрографа PGS-2 и многоканального анализатора эмиссионных спектров.

Сухое озоление проб сена проводили в кварцевых стаканах в муфельной печи при температуре 450°C в течение 3 ч.

Концентрацию подвижных форм макро- и микроэлементов в почвах, экстрагируемых ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 (в ААБ с pH 4,8) по РД 52.18.289–90, измеряли методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Контроль точности измерений количества макро- и микроэлементов в пробах почв и растений проводили с использованием соответствующих государственных стандартных образцов.

Статистическая обработка проведена с использованием программного обеспечения STATISTICA и Microsoft Office Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Территории изученных предприятий находятся вблизи г. Барнаула – промышленного и административного центра Алтайского

края. В географо-геоморфологическом отношении они расположены в Барнаульском Приобье – левобережье р. Оби на Приобском плато, а по агроэкологическому районированию Алтайского края – в Приобской зоне колочной степи с зональными почвами – черноземами обыкновенными [13].

Обследование полей прифермских севооборотов показало преобладание в их почвенном покрове черноземов обыкновенных, занимающих наивысшие позиции рельефа. Ниже по рельефу залегают более увлажненные лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы. В результате интенсивного многолетнего агрогенного воздействия почвы прифермских полей трансформировались в агроземы, утратив присущие их типам морфологические и физико-химические различия.

При изучении агрохимических характеристик почв прифермских агроземов, периодически удобряемых жидким навозом, установлено, что в среднем они имеют близкую к нейтральной реакцию среды, среднее содержание гумуса, среднесуглинистый гранулометрический состав, очень высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия (табл. 1). Показатели состава и свойств агроземов разных хозяйств оказались близки между собой, что позволяет рассматривать их как типичные для полей прифермских севооборотов Барнаульского Приобья. Агрохимические характеристики почв предполагают их способность обеспечить высокую продуктивность сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Агрохимические характеристики почв прифермских полей  
Agrochemical characteristics of soils on by-farm fields

Показатель	«Барнаульское» (n=5)	«Сибирские бычки» (n=4)
$pH_{\text{KCl}}$	6,4±0,6	5,9±0,3
Гумус, %	4,8±0,6	5,1±0,4
Частиц менее 0,01 мм, %	36±5	34±6
Подвижный $P_2O_5$ , мг/кг	222±47	340±101
Обменный $K_2O$ , мг/кг	236±18	261±14

Определение валового содержания макро- и микроэлементов в почвах прифермских полей хозяйств и его оценка по агрохимическим, биогеохимическим и гигиеническим критериям выявили повышенное количество в них мышьяка и бора (табл. 2). Уровень содержания в почвах эссенциальных (биофильных) микроэлементов (Co, Cu, Mn, Mo, Zn) оказался в пределах агрохимических и биогеохимических норм – не меньше критически недостаточного и не больше критически избыточного уровня [2]. Избыток бора в почвах обусловлен природным обогащением им почвообразующих пород региона [3]. В целом валовое содержание микроэлементов – В, Со, Сu, Мn, Мо, Zn в почвах прифермских полей близко их среднему количеству в почвообразующих

породах и гумусовых горизонтах черноземов Алтайского Приобья. Оно предполагает недостаток растениям Zn, а также Cu, Mn, Mo [12].

Оценка валового содержания Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn как тяжелых металлов, нормируемых по гигиеническим критериям – предельно и ориентировочно допустимым концентрациям – ПДК и ОДК соответственно, показала, что уровень его существенно ниже этих пределов. Обнаруженные количества мышьяка в почвах, превышающие ПДК и ОДК, скорее всего, следствие обогащения им почвообразующих пород [3].

Таблица 2

Валовое содержание макро- и микроэлементов (мг/кг) в почвах прифермских полей и критерии их оценки  
Total concentration of macro and microelements (mg/kg) in the soil of by-farm fields and criteria of their assessment

Элемент	«Барнаульское» (n=5)	«Сибирские бычки» (n=4)	Критические уровни		ПДК/ ОДК
			недостаток	избыток	
As	10,4±2,1	7,5±3,8	-	-	2/10
B	69±6	63±63	<3–6	>30	-
P	1256±398	1335±240	<100	-	-
Ca	11300±593	11500±1088	-	-	-
Cd	0,58±0,12	0,44±0,09	-	-	2,0
Co	15,6±2,1	13,2±2,0	<2–7	>30	-
Cr	100±44	114±3	-	-	-
Cu	23±1	21±5	<6–15	>60	132
Fe	29900±1297	29500±2084	-	-	-
K	15900±963	16850±2031	-	-	-
Mg	8430±238	7615±115	-	-	-
Mn	810±42	825±96	<400	>3000	1500
Mo	1,5±0,3	1,1±0,2	<1,5	>4,0	-
Na	13485±160	15550±1841	-	-	-
Ni	39±4	35±2	-	-	80
Pb	22,8±2,0	24,4±10,0	-	-	32/130
V	120±10	120±20	-	-	150
Sr	184±6	200±8	-	>600–1000	-
Zn	70±6	70±13	<30	>70	220

По сравнению с данными о валовом содержании макро- и микроэлементов в почвах определение концентрации в них подвижных форм элементов позволяет точнее определить обеспеченность растений необходимыми им

элементами-биофилами или угрозу избыточного – токсичного для растительных и животных организмов накопления в них химических элементов. Оценка количества в почвах подвижной формы макро- и микроэлементов

в ААБ с рН 4,8 (табл. 3) выявила критически низкий уровень концентрации в них Cu и Zn, предполагающий их дефицит для растений

и пищевой цепи в целом, а также отсутствие техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами.

Таблица 3

Концентрация подвижной в ААБ с рН 4,8 формы макро- и микроэлементов (мг/кг) в почвах прифермских полей и критерии их оценки  
Concentration of active in ААБ form with рН 4,8 (mg/kg) in the soil of by-farm fields and criteria of their assessment

Элемент	«Барнаульское» (n=5)	«Сибирские бычки» (n=4)	Критические уровни		ПДК
			недостаток	избыток	
Ca	4500±1210	4105±245	<500	>4000	-
Cd	0,04±0,01	0,02±0,01	-	-	-
Co	0,20±0,10	0,20±0,10	<0,15	>0,70	5,0
Cr	1,0±0,5	1,0±0,5	-	-	6,0
Cu	0,13±0,03	0,10±0,02	<0,20	>1,00	3,0
Fe	1,7±0,8	1,9±0,7	-	-	-
K	259±62	320±36	<40	>500	-
Mg	480±35	414±84	<60	>480	-
Mn	10±2	21±4	<10	>40	100
Na	40±23	41±13	-	-	-
Ni	0,9±0,3	0,8±0,2	-	-	4,0
Pb	0,10±0,08	0,40±0,30	-	-	6,0
Sr	26±4	23±1	-	-	-
Zn	0,5±0,1	0,5±0,4	<2,0	>10,0	23,0

Полученные данные о составе и свойствах почв говорят об отсутствии негативного их изменения с точки зрения загрязнения окружающей среды, напротив, в почвах проявился недостаток подвижной формы Cu и Zn.

Исследование макро- и микроэлементного состава сена многолетних трав на прифермских полях и его эколого-биогеохимическая оценка как корма крупного рогатого скота по комплексу критериев [1,4] выяви-

ли критически низкий уровень содержания в травах Cu и Zn (табл. 4). Таким образом, анализ растений подтвердил данные о недостатке в почве подвижной формы этих микроэлементов. Кроме того, в сене кормовых трав обнаружено низкое содержание других макро- и микроэлементов – P, Ca, Co, Mg, Mn, Na, указывающее на недостаточную минеральную полноценность сена как корма для крупного рогатого скота.

Таблица 4

Среднее содержание макро- и микроэлементов в сене многолетних злаковых трав на прифермских полях и критерии их оценки, мг/кг воздушно-сухого вещества  
Average concentration of macro and microelements in the hay of perennial grasses in the soil of by-farm fields and criteria of their assessment, mg/kg of air-dry substance

Элемент	«Барнаульское»		«Сибирские бычки», 2015 (n=4)	Критические уровни	
	2014 (n=6)	2015 (n=7)		недостаток	избыток
1	2	3	4	5	6
As	<1	<1	<1	-	2
B	6,1±2,2	6,8±2,3	9,8±2,6	<1	>30
P	1583±394	1283±470	1837±691	<2500	-

1	2	3	4	5	6
Ca	2353±534	2251±624	2578±716	<3000	-
Cd	0,22±0,05	0,11±0,03	0,20±0,10	-	0,30
Co	0,08±0,04	0,06±0,03	0,10±0,06	<0,1–0,2	1–3
Cr	2,0±0,4	1,8±0,7	1,8±0,9	-	-
Cu	4,4±0,6	3,4±1,1	3,7±2,1	<8	80–100
Fe	125±52	80±43	123±67	<50	1000
K	23900±7362	13584±5739	22495±4484	<8000	30000
Mg	719±175	655±150	852±170	<2000	4000
Mn	39±4	33±8	39±27	<40	1000
Mo	0,8±0,4	1,1±0,6	1,8±0,4	<0,2–0,5	
Na	94±17	67±38	54±24	<600	-
Ni	1,1±0,1	0,9±0,4	1,3±0,4	-	3
Pb	0,4±0,1	0,4±0,1	0,3±0,2	-	5
Sr	10±3	9±3	9±4	-	-
Zn	9±1	7±2	12±4	<30	500
Зола,%	6,2±0,8	6,0±1,0	7,8±1,0	6,5–8,0	15

В целом результаты выполненных исследований не выявили угрозу загрязнения тяжелыми металлами почв и растительной продукции на прифермских полях вблизи крупного промышленного центра. Сено с этих полей экологически чистое – в нем нет превышения критических уровней содержания химических элементов, нормируемых по биогеохимическим и гигиеническим критериям. Напротив, в сене наблюдается недостаток для крупного рогатого скота эссенциальных макро- и микроэлементов, который следует учитывать в рационах их питания и при выявлении элементозов.

### ВЫВОДЫ

1. Изучение и эколого-биогеохимическая оценка макро- и микроэлементного состава

почв и кормовых трав на прифермских полях животноводческих предприятий вблизи крупного промышленного центра свидетельствуют об отсутствии экологической проблемы их агрогенного и техногенного загрязнения тяжелыми металлами.

2. Выявлена биогеохимическая проблема дефицита в кормовых культурах на этих сельскохозяйственных угодьях таких эссенциальных макро- и микроэлементов, как P, Ca, Co, Cu, Mg, Mn, Na, Zn. Их низкое содержание в растительной продукции указывает на её недостаточную минеральную полноценность и свидетельствует о наличии агрохимической проблемы – истощения в почвах запасов их подвижной и доступной растениям формы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15–16–30003).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сысо А.И. Российские нормативы оценки качества почв и кормов: проблемы их использования// Экологический мониторинг окружающей среды: материалы Междунар. шк. молодых ученых/отв. ред.: Л.В. Осадчук, В.Л. Петухов. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – Вып. 1. – С. 153–168.
2. Ковальский В.В. Геохимическая экология: Очерки. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
3. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
4. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных / отв. ред. Т.В. Самохин. – М.: Наука, 2008. – 315 с.

5. *Konovalova T. V.* Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle // Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2012, Rome (Italy) – T3S Web of Conference 1, 15002. – 2013. – 3 p.
6. *Konovalova T.* The concentration of heavy metals in the liver of West Siberias cattle // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. 22–25 September 2014. – Guiyang, China. – P. 75.
7. *Marmuleva N.I., Barinov E. Ya., Petukhov V.L.* Radionuclides accumulation in milk and its products. // Journal De Physique IV107 JP XII International Gonference on Heavy Metals in the Environment.– P. 827–829. – DOI:10.1051/jp4/:20030426.
8. *Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.] // Рос. с.-х. наука. – 2003. – № 5. – С. 38–40.*
9. *Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 2426119 24.03.2010 / В.Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.*
10. *Cadmium content variability in organs of West Siberian hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] // Proceeding of Abstract 17th International Gonference of Heavy Metals in the Environment. – 2014. – P. 74.*
11. *Cs-137 and Sr-90 level in dairy products / V.L. Petukhov, Yu. Dukhanov, I.Z. Sevryuk [et al.] Journal de Physique. IV France 107: jp XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2003. – P. 1056–1066. – DOI: 10/1051/jp4:20030483.*
12. *Спицына С. Ф., Бахарев В. Г., Морковкин Г. Г.* Микроэлементный состав черноземов умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 11. – С. 43–45.
13. *Рассыпнов В. А.* Агроэкологическое районирование территории на основе бонитировки почв // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 12 (98). – С. 39–41.
14. *Ecological and biochemical evaluations of elements content in soils and fodders grasses of the agricultural lands of Siberia / A. I. Syso, V. A. Sokolov, V. L. Petukhov [et al.] // Journal of Pharmaceutical Science and Research. – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.*
15. *Accumulation of Cu and Zn in the soil, rough fodder, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia / V.L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, N 4. – P. 2458–2464.*
16. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, J. I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of ecology. – 2017. – Vol. 44 (2). – P. 217–220.*
17. *Cadmium accumulation in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissue of cattle in Western Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, V. L. Petukhov [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol. 7. – P. 1758–1764.*
18. *Метелкин А. С., Хохлов Н. Ф.* Особенности пространственного распределения тяжелых металлов в почвах прифермерских севооборотов // Изв. ТСХА. – 2007. – Вып. 4. – С. 45–48.

#### REFERENCES

1. *Syso A. I. Ekologicheskii monitoring okruzhayushchei sredy (Ekologicheskii monitoring of the environment) Proceeding of the International Conference, Novosibirsk: NGAU Zolotoi kolos, 2016, Issue 1, pp. 153–168.*
2. *Koval'skii V. V. Geokhimicheskaya ekologiya: Ocherki, Moscow: Nauka, 1974, 299 p.*
3. *Ильин В. В., Сысо А. И. Mikroelementy i tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh Novosibirskoi oblasti, Novosibirsk: SO RAN, 2001, 229 p.*
4. *Ermakov V. V., Tyutikov S. F. Geokhimicheskaya ekologiya zhivotnykh, Moscow: Nauka, 2008, 315 p.*
5. *Konovalova T. V. Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle, Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2012, Rome (Italy) T3S Web of Conference 1, 15002, 2013, 3 p.*

6. Konovalova T. The concentration of heavy metals in the liver of West Siberias cattle, Proceeding of the 17<sup>th</sup> International Conference of Heavy Metals in the Environment, 22–25 September 2014, Guiyang, China, 75 p.
7. Marmuleva N.I., Barinov E. Ya., Petukhov V.L. Radionuclides accumulation in milk and its products. //Journal De Physique IV107 JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. pp. 827–829. DOI:10.1051/jp4/:20030426.
8. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L. *Ros. s. – kh. Nauka*, 2003, No. 5, pp.38–40.
9. Petukhov V.L., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I., Petukhova T. V. *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmia v myshechnoi tkani krupnogo rogatogo skota*, Patent RUS 2426119 24.03.2010.
10. V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova *Cadmium content variability in organs of West Siberian hereford bull-calves* Proceeding of Abstract 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment, 2014, 74 p.
11. V.L. Petukhov, Yu. Dukhanov, I.Z. Sevryuk *Cs-137 and Sr-90 level in dairy products*, Journal de Physique. IV France 107: jp XII International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2003, pp. 1056–1066. DOI: 10/1051/jp4:20030483.
12. Spitsyna S. F., Bakharev V. G., *Vestn. Alt. gos. Agrar. un-ta*, 2012, No. 11, pp. 43–45.
13. Rassypnov V.A. *Vestn. Alt. gos. agrar. un-ta*, 2012, No. 12 (98), pp. 39–41.
14. Syso A.I., Sokolov V.A, Petukhov V.L. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
15. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K. N. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, No. 4 (7), pp. 2458–2464.
16. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyayev J.I. *Indian Journal of ecology*, 2017, No. 2 (44), pp. 217–220.
17. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2016, Vol. 7, pp. 1758–1764.
18. Metelkin A.S., Khokhlov N.F. *Osobennosti prostranstvennogo raspredeleniya tyazhelykh metallov v pochvakh prifermerskikh sevooborotov*, Tomsk: TSKhA, 2007, Issue. 4, pp. 45–48.

УДК 631.9

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО (*BROMOPSIS INERMIS* (LEYS). HOLUB.) АГРОЦЕНОЗОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

<sup>1,2</sup>С. А. Худяев, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>М. А. Лебедева, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,  
Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет  
Новосибирск, Россия

E-mail: xca\_nsk@mail.ru

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, микроэлементы, растительные корма, агроценозы, почвы, *Bromopsis inermis* (Leys). Holub., гигиенические нормы

**Реферат.** В животноводческих хозяйствах Кемеровской области и Алтайского края исследовано содержание кадмия, свинца, меди, никеля и цинка в почвах и растениях костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys). Holub.). Определение общего содержания микроэлементов в образцах проводили методом атомно-эмиссионного спектрографического анализа с дуговым аргоновым двухструйным плазмотроном. Установлено, что концентрация тяжелых металлов в почве не превышает существующих гигиенических нормативов и находится на уровне фоновых значений, характерных для юга Западной Сибири. Наиболее интенсивно кострецом безостым из почвы поглощаются кадмий, медь и цинк. При этом концентрация всех исследованных химических элементов в *Bromopsis inermis* не превышает установленных гигиенических нормативов. Выявлено, что содержание цинка в костреце безостом значительно ниже установленной биогеохимической нормы, что может свидетельствовать о потенциальной минеральной неполноценности кормов.

**CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN THE SOIL AND PLANTS OF AWNLESS BROME (*BROMOPSIS INERMIS* (LEYS). HOLUB.) IN AGROCENOSES OF THE ALTAI TERRITORY AND KEMEROVO REGION**

<sup>1,2</sup> Khudiaev S. A., Candidate of Biology

<sup>1</sup> Lebedeva M.A., Candidate of Biology

<sup>1</sup> Institute of Soil Science and Agrochemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia

**Key words:** heavy metals, microelements, plant feeds, agroceases, soils, *Bromopsis inermis* (Leys). Holub., hygiene standards.

**Abstract.** The authors explored concentration of cadmium, lead, cuprum, nickel and zinc in the soil and awnless brome at livestock farms of Kemerovo region and Altai Territory. The authors explored total concentration of microelements by means of atomic emission spectrometry with arc argon two-spool plasmotron. The researchers found out that concentration of heavy metals in the soil doesn't exceed the hygiene standards and rates and it is typical for the south of western Siberia. Awnless brome consumes intensively cadmium, cuprum and zinc whereas concentration of all elements in *Bromopsis inermis* doesn't exceed the hygiene standards as well. The paper outlines that zinc concentration in awnless brome is rather lower than biochemical standard.

*This speaks about possible insufficient mineral concentration in the feeds.*

В агроценозах юга Западной Сибири костреца безостый (*Bromopsis inermis* (Leys). Holub.) – широко распространенная культура семейства мятликовых, которая активно используется при производстве кормов рас-

тительного происхождения (сено, сенаж, травосмеси), применяемых в животноводстве. Кострец характеризуется высокой урожайностью, засухоустойчивостью, зимостойкостью и малой требовательностью к теплу [1, 2].

В посевах проявляет выраженные виолентные свойства [3].

Качество растительных кормов, их минеральная полноценность оказывают прямое воздействие на продукцию животноводства. Общая минеральная полноценность кормов обеспечивается полноценностью их составных частей, которая, в свою очередь, зависит от содержания и подвижности химических элементов в почве, их доступности для растений [4, 5]. Важным показателем качества кормов является их обеспеченность не только макро-, но и микроэлементами, недостаток или избыток которых может провоцировать специфические заболевания у сельскохозяйственных животных, так называемые микроэлементозы [6–8].

Антропогенная деятельность может приводить к поступлению избыточных количеств тяжелых металлов в биогеохимические циклы и, как следствие, в продукты животноводства. Получение экологически безопасной продукции животноводства может быть затруднено из-за накопления в нем ртути, кадмия, свинца, меди, цинка и мышьяка, поступающих в организм сельскохозяйственных животных с кормами, кормовыми добавками (соль, мел) и водой [9, 10]. Однако для почв аграрных районов Западной Сибири установлено, что валовое содержание количества микроэлементов и тяжелых металлов находится в пределах агрохимической и биогеохимической норм и не превышает их предельно или ориентировочно допустимых концентраций. В то же время это зачастую сопровождается минеральной неполноценностью кормов. В частности зарегистрирован дефицит меди и цинка в травах сельскохозяйственных культур на юге Западной Сибири [11–13].

Таким образом, растительные корма могут содержать как избыточные, так и недостаточные концентрации микроэлементов и тяжелых металлов. Поэтому изучение содержания и поведения в системе «почва – растительные корма (или их компоненты)» химических элементов, важных для физиологии животных организмов, весьма актуально. Например, медь участвует в синтезе гемоглобина, играет важную роль при образовании костной ткани, ока-

зывает влияние на мясную продуктивность. Цинк важен для процессов роста, развития и размножения животных, жирового обмена. Никель, как и медь, участвует в процессах кроветворения. Его избыток может приводить к поражению внутренних органов и нарушению зрения у сельскохозяйственных животных [14]. Кадмий и свинец способны проявлять токсичные свойства при очень низких концентрациях. Поэтому даже небольшой их избыток в кормах может приводить к токсикозам. Кроме того, повышенное содержание кадмия и свинца затрудняет поступление и метаболизм цинка, меди, марганца, никеля [15, 16].

Существенный вклад в общий валовый объем произведенной сельскохозяйственной продукции в Сибири вносят Алтайский край и Кемеровская область [17]. Здесь расположены крупные животноводческие хозяйства, которые используют в своей практике местные растительные корма. Поэтому исследование содержания тяжелых металлов в компонентах агроландшафтов – почвах и растениях – на данной территории представляется актуальным.

Таким образом, целью исследований, представленных в данной работе, было определение содержания количества тяжелых металлов в почвах (валовое содержание, концентрация подвижной формы) и кострице безостом (одном из основных компонентов растительных кормов), а также их санитарно-гигиеническая оценка.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на полях трех животноводческих хозяйств Кемеровской области (I) и Алтайского края (II, III) (табл. 1). Геоморфологически данные полигоны приурочены к зоне влияния Салаирского кряжа и Приобскому плато. Почвы – черноземы выщелоченные и лугово-черноземные. Почвообразующие породы – полигенетичные лессовидные карбонатные суглинки с преобладанием гидрослюдов в составе глин, большой долей тяжелых минералов, полевых шпатов и обломков горных пород [18].

Объекты исследований  
Research objects seasons years

Территория исследования	Местоположение	Количество обследованных полей	Координаты, град.	
			северная широта	восточная долгота
I	Кемеровская область	2	54,70751	85,33445
II	Алтайский край	2	53,30821	83,26767
III	Алтайский край	1	53,21880	83,67346

В хозяйствах обследовали поля, на которых производились растительные корма. В пределах поля выделялся ключевой участок, с которого отбирали смешанный образец почвы (методом конверта) с глубины 0–20 см и растительности. Смешанный образец составляли из пяти индивидуальных проб. Растительный образец разделяли по видам, а затем анализировали биомассу костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys) Holub.).

В почвенных и растительных образцах изучали содержание Cd, Pb, Cu, Ni и Zn. Определение валового количества тяжелых металлов проводили методом атомно-эмиссионного спектрографического анализа с дуговым аргоновым двухструйным плазмотроном (в растениях – после сухого озоления). Содержание подвижной формы химических элементов в почвах определяли согласно РД 52.18.289–90 – методом атомной абсорбции. Также в почвах определяли содержание физической глины (ГОСТ 12536–79) и потенциальную кислотность (ГОСТ 26483–85). Все исследования выполнены в трех аналитических повторностях. Содержание химических элементов приведено в пересчете на абсолютно сухое вещество.

Для оценки миграционной способности химических элементов рассчитывали степень подвижности – отношение содержания подвижных форм к их общему содержанию в почве. Для оценки способности растений накапливать тяжелые металлы рассчитывали коэффициент биологического поглощения ( $A_x$ ) – отношение содержания элементов в золе растения к валовому содержанию в почве. Для оценки степени использования растениями подвижных форм элементов, со-

держащихся в почве, рассчитывали коэффициент биогеохимической подвижности ( $B_x$ ) – отношение содержания химического элемента в сухом веществе растений к его подвижной форме, извлекаемой из почвы ацетатно-аммонийным буфером [19]. Оценка содержания тяжелых металлов в почвах на соответствие гигиеническим нормам проводилась согласно ГН 2.1.7.2511–09 «Гигиенические нормативы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» и ГН 2.1.7.2041–06 «Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» с учетом гранулометрического состава и реакции среды.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные почвы полей животноводческих хозяйств Кемеровской области и Алтайского края – среднесуглинистые по гранулометрическому составу со слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды (табл. 2). Известно, что гранулометрический состав оказывает определяющее воздействие на валовое количество химических элементов в почве, и их концентрация возрастает в суглинистых и глинистых почвах по сравнению с песчаными и супесчаными. В свою очередь, величина pH влияет на подвижность тяжелых металлов: их способность мигрировать в ландшафте и поступать в живое вещество. При этом у Cd, Cu, Ni, Pb и Zn степень подвижности увеличивается в кислом диапазоне pH [19]. Поэтому в исследованных почвах можно было прогнозировать содержание микроэлементов на уровне не ниже фонового и их не очень высокую миграционную активность.

Таблица 2

Содержание физической глины и величина  $pH_{KCl}$  в почвах полей исследуемых животноводческих хозяйств  
 Concentration of physical clay and  $pH_{KCl}$  in the soils of explored livestock farms

Территория исследования	Физическая глина, %	$pH_{KCl}$
I	35	5,5
II	32	6,0
III	39	6,2

Валовое содержание тяжелых металлов (табл. 3) соответствует среднему уровню их фоновой концентрации в почвах юга Западной Сибири либо незначительно его превышает и находится ниже установленных ориентировочно допустимых концентраций. Поэтому уровень валового содержания тяжелых металлов в почве можно признать безопасным и соответствующим гигиеническим нормативам.

Концентрация подвижных форм химических элементов в почвах низкая: десятые

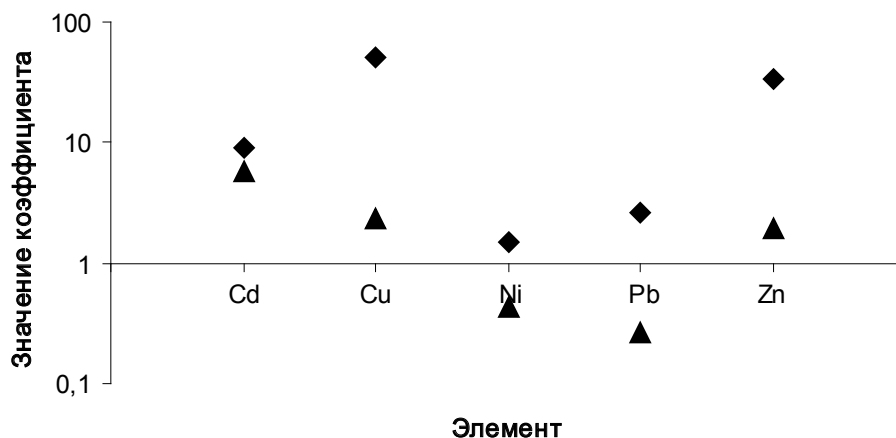
и сотые доли миллиграммов – и также не превышает установленных значений предельно допустимых концентраций. Вместе с тем агрохимическая оценка содержания Zn и Cu согласно [23] показала, что количество подвижных форм этих элементов в почвах хозяйств соответствует низкому уровню обеспеченности. Рассчитанная степень подвижности тяжелых металлов позволила выявить потенциально наиболее доступные для растений химические элементы – ими оказались Cd и Ni. Однако анализ содержания тяжелых металлов в растениях показал, что Ni, несмотря на высокую подвижность, слабо поглощается кострцом безостым. Напротив, Zn и Cu на фоне относительно низкой подвижности поступали и накапливались в растениях более интенсивно по сравнению с Ni.

Данный факт подтверждают и значения коэффициентов  $B_x$  и  $A_x$  (рисунок). Они свидетельствуют о том, что наиболее активно кострцом безостым из почвы поглощаются Cd и, несмотря на низкую степень подвижности, Cu и Zn.

Таблица 3

Содержание химических элементов в почве и растениях кострца безостого животноводческих хозяйств Кемеровской области (I) и Алтайского края (II, III)  
 Concentration of chemical elements in the soil and awnless brome of livestock farms in Kemerovo region (I) and Altai Territory (II, III)

Показатель	Территория исследования	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
	<i>Почвы</i>					
Общее содержание, мг/кг	I	0,6	46	38	21	71
	II	0,4	48	36	31	78
	III	0,7	24	57	23	77
	Фон [20]	0,3	40	50	20	85
	ОДК (ГН 2.1.7.2511–09)	2,0	132	80	130	220
Подвижные формы, мг/кг	I	0,020	0,04	0,78	0,10	0,18
	II	0,018	0,10	0,78	0,53	0,70
	III	0,041	0,13	0,91	0,16	0,44
	ПДК (ГН 2.1.7.2041–06)	-	3	4	6	23
Степень подвижности, %	I	2,62	0,08	2,12	0,49	0,22
	II	4,94	0,21	2,18	1,55	0,82
	III	6,23	0,58	1,69	0,73	0,58
	<i>Растения</i>					
Общее содержание, мг/кг	I	0,3	5,4	1,3	0,26	10,8
	II	0,1	3,4	1,2	0,40	10,8
	III	0,2	4,2	1,1	0,44	8,3
	МДУ в грубых кормах [21]	0,3	30	3	5	50
	Биогеохимическая норма [22]	-	3–12	-	-	20–60



Значения коэффициентов биологического поглощения ( $A_x$ ) и биогеохимической подвижности ( $B_x$ ) для Cd, Cu, Ni, Pb и Zn в системе «почва – кострец безостый»  
The coefficients of biological absorption ( $A_x$ ) and biogeochemical mobility ( $B_x$ ) for Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in the system «soil – awnless brome»

Такой характер миграции химических элементов из почвы в растения костреца, с одной стороны, может свидетельствовать о большей необходимости для нормальной жизнедеятельности Cd, Cu и Zn по сравнению с Pb и Ni. Например, известно, что кострец безостый является специфическим накопителем Cu независимо от района произрастания [24]. С другой стороны, приоритетное накопление Cd, Cu и Zn кострецом безостым может говорить и об отсутствии у него специфических механизмов ограничения поступления этих элементов. Так, например, отмечено интенсивное поглощение данных тяжелых металлов не только на фоновых почвах, но и на почвах в зонах воздействия промышленных предприятий [25, 26].

Оценка содержания тяжелых металлов в костреце безостом показала, что концентрации элементов в нем безопасны и не превышают максимально допустимых уровней, установленных гигиеническими нормативами. В то же время количество Zn в костреце значительно ниже биогеохимической нормы для данной территории, что может свидетельствовать о потенциальной минеральной неполноценности кормов по содержанию этого элемента. Схожая ситуация с дефицитом Zn была выявлена в кормовых культурах Новосибирской области [12]. Подобные факты свидетельствуют о том, что растительные корма, производимые на территории

юга Западной Сибири, потенциально могут быть несбалансированными по содержанию микроэлементов в целом, и Zn в частности.

## ВЫВОДЫ

1. Уровень валового содержания и концентрация подвижных форм тяжелых металлов в почвах полей исследуемых животноводческих хозяйств Алтайского края и Кемеровской области соответствуют установленным гигиеническим нормативам. При этом агрохимическая оценка концентрации подвижных форм Zn и Cu выявила низкую обеспеченность почв данными элементами.

2. Концентрация Cd, Cu, Ni, Pb и Zn в растениях костреца безостого соответствует гигиеническим требованиям и не превышает допустимого максимального уровня.

3. *Bromopsis inermis* из почвы приоритетно поглощает Cd, Cu и Zn. При этом оценка минеральной полноценности *Bromopsis inermis* показала, что кострец содержит Zn в недостаточном количестве. Потенциально это может сказаться на минеральной полноценности растительных кормов для сельскохозяйственных животных, в состав которых входит кострец безостый.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 15–16–30003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скоблин Г.С., Скоблина В.И. Луговое и полевое кормопроизводство. – М., 1988. – С. 188–191.
2. Гребенников В.Г., Шитлов И.А. Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах // Сб. науч. тр. ВНИИ овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2012. – Т. 2, № 1. – С. 201–210.
3. Анатолян А.А., Мартемьянова А.А., Хуснидинов Ш.К. Оценка конкурентности костреца безостого (*Bromus inermis* Leys.) в технологиях создания многокомпонентных посевов многолетних растений в условиях Предбайкалья // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2015. – № 16. – С. 5–13.
4. Зональные особенности химического состава и питательности кормов / Т.А. Краснощекова, К.Р. Бабухадия, Е.Н. Бойко [и др.] // Вестн. Новгород. гос. ун-та. – 2014. – № 76. – С. 30–33.
5. Калоев Б.С., Кумсиев Э.И. Мониторинг тяжелых металлов в системе «почва–растительные корма» // Изв. Горского гос. аграр. ун-та. – 2014. – Т. 51, № 4. – С. 170–174.
6. Зоотехнический анализ кормов / Т.А. Краснощекова, Е.В. Туаева, С.А. Согорин [и др.]. – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 154 с.
7. Гуркина Л.В., Наумова И.К., Лебедева М.Б. Взаимное действие биогенных микроэлементов и элементов тяжелых металлов в организме животных // Аграр. вестн. Верховолжья. – 2016. – № 1. – С. 32–37.
8. Потапова Е.А., Ворожцова К.С., Беспмятных Е.Н. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных в условиях аэротехногенной нагрузки // Молодежь и наука. – 2017. – № 3. – С. 45.
9. Забашта Н.Н., Кульпина Н.В. Накопление тяжелых металлов в кормах // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2011. – Ч. 2. – С. 112–113.
10. Суворов А.И., Кульпина Н.Н., Забашта Н.Н. Содержание тяжёлых металлов в цепи «почва – растение – корма – животное – мясное сырьё» // Сб. научн. тр. ВНИИ овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2014. – Т. 2, № 7. – С. 620–624.
11. Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Т. 9, N 4. – С. 368–374.
12. Фещенко В.П. Содержание тяжёлых металлов в кормовых культурах Новосибирской области // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 10 (120). – С. 33–36.
13. Чысыма Р.Б., Кузьмина Е.Е. Экологическая безопасность пастбищных кормов Республики Тыва // Междунар. журн. приклад. и фундаментал. исследований. – 2015. – № 12. – С. 867–870.
14. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений животных и человека / П.А. Власюк, Н.М. Шкварук, С.Е. Сапатый [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1974. – 220 с.
15. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
16. Кривоногова А.С., Исаева А.Г., Баранова А.А. Физиологические и иммунологические показатели животных при накоплении повышенных концентраций тяжелых металлов в их органах и тканях // Аграр. вестн. Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 15–20.
17. Роговская Н.В., Филиппов Р.В. Сельскохозяйственное производство и продовольственная безопасность в регионах Сибири [Электронный ресурс] // Науковедение. 2014. – Вып. 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/selskohozyaystvennoe-proizvodstvo-i-prodovolstvennaya-bezopasnost-v-regionah-sibiri>.
18. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.
19. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрейя-2000, 1999. – 610 с.
20. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1996. – 248 с.
21. Таланов Г.А., Хмелевский Б.Н. Санитария кормов: справочник. – М: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
22. Биогеохимические основы экологического нормирования / В.Н. Башкин, Е.В. Евстафьева, В.В. Снакин [и др.]. – М.: Наука, 1993. – 304 с.
23. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

24. Тюлькова Е. Г. Влияние техногенеза на химический состав растительности на территории крупных промышленных центров (на примере города Гомеля) // Вестн. Балт. федерал. ун-та им. И. Канта, 2015. – Вып. 7. – С. 69–77.
25. Способность к накоплению кадмия у *Bromopsis inermis*, *Setaria viridis* (Poaceae) /Г.Ф. Лайдинен, Н. М. Казина, Ю. В. Батова [и др.] // Растительные ресурсы. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 64–72.
26. Ахметьянова Ф. К., Ильязов Р. Г., Зайсанов Р. Р. Особенности миграции тяжелых металлов из почвы в кормовые и зерновые культуры в северо- и юго-восточной зоне РТ // Уч. зап. Казан. гос. акад. им. Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 215. – С. 16–21.

#### REFERENCES

1. Skoblin G. S., Skoblina V. I. *Lugovoe i polevoe kormoproizvodstvo* (Meadow and field forage production), Moscow, 1988, pp. 188–191.
2. Grebennikov V. G., Shipilov I. A. *Mноголетние травы в лугопастбищных севооборотах* (Sbornik nauchnyh trudov vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva), Stavropol», 2012, No. 1 (2), pp. 201–210. (In Russ.)
3. Anatoljan A. A., Martem'janova A. A., Husnidinov Sh. K. *Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki*, 2015, No. 16. pp. 5–13. (In Russ.)
4. Krasnoshhekkova T. A., Babuhadija K. R., Bojko E. N. *Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, No. 76, pp. 30–33. (In Russ.)
5. Kaloev B. S., Kumsiev Je. I. *Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 4 (51), pp. 170–174. (In Russ.)
6. Krasnoshhekkova T. A., Tuaeva E. V., Sogorin S. A. *Zootehnicheskij analiz kormov* (Zootechnical analysis of feeds), Blagoveshensk: Dal'GAU, 2013, 154 p.
7. Gurkina L. V., Naumova I. K., Lebedeva M. B. *Agrarnyj vestnik Verhovolzh'ja*, 2016, No. 1, pp. 32–37. (In Russ.)
8. Potapova E. A., Vorozhchova K. S., Bespamjatnyh E. N. *Molodezh» i nauka*, 2017, No. 3, 45 p.
9. Zabashta N. N., Kul'pina N. V. *Nauchnye osnovy povyshenija produktivnosti sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*, Krasnodar, 2011, pp. 112–113. (In Russ.)
10. Suvorov A. I., Kul'pina N. N., Zabashta N. N. *Soderzhanie tjazholyh metallov v cepi «pochva – rastenie – korma – zhivotnoe – mjasnoe syr'jo»* (Sbornik nauchnyh trudov vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva) Stavropol», 2014, No. 7 (2), pp. 620–624. (In Russ.)
11. Syso A. I., Sokolov V. A., Petukhov V. L., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
12. Feshhenko V. P. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 10 (120), pp. 33–36. (In Russ.)
13. Chysyma R. B., Kuz'mina E. E. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, 2015, No. 12. pp. 867–870. (In Russ.)
14. Vlasjuk P. A., Shkvaruk N. M., Sapatyj S. E. *Himicheskie jelementy i aminokisloty v zhizni rastenii zhivotnyh i cheloveka* (Chemical elements and amino acids in the life of plants of animals and humans), Kiev: Naukova dumka, 1974, 220 p. (In Russ.)
15. Il'in V. B., Syso A. I. *Mikrojelementy i tjazhelye metally v pochvah i rastenijah Novosibirskoj oblasti* (Microelements and heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region), Novosibirsk: SO RAN, 2001, 229 p.
16. Krivonogova A. S., Isaeva A. G., Baranova A. A. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2013, No. 6 (112). pp. 15–20. (In Russ.)
17. Rogovskaja N. V., Filippov R. V. *Naukovedenie*, 2014, Issue 3, available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/selskohozyaystvennoe-proizvodstvo-i-prodovolstvennaya-bezopasnost-v-regionah-sibiri>. (In Russ.)
18. Syso. A. I. *Zakonomernosti raspredelenija himicheskikh jelementov v pochvoobrazujushhijh porodah i pochvah Zapadnoj Sibiri* (Regularities in the distribution of chemical elements in soil-forming rocks and soils in Western Siberia), Novosibirsk: SO RAN 2007, 277 p.
19. Perel'man A. I., Kasimov N. S. *Geohimija landshafta* (Geochemistry of the landscape), Moscow: Astreja 2000, 1999, 610 p.

20. *Jekogeohimija Zapadnoj Sibiri. Tjazhelye metally i radionuklidy* (Ecogeochemistry of Western Siberia. Heavy metals and radionuclides), Novosibirsk: SO RAN, NIC OIGGM, 1996, 248 p. (In Russ.)
21. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniju kompleksnogo monitoringa plodorodija pochv zemel» sel'skohozjajstvennogo naznachenija* (Methodical instructions for conducting integrated monitoring of soil fertility of agricultural land), Moscow: FGNU Rosinformagroteh, 2003, 240 p.
22. Tjul'kova E. G. *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*, 2015, Issue 7, pp. 69–77. (In Russ.)
23. Lajdinen G. F., Kazina N. M., Batova Ju. V. *Rastitel'nye resursy*, 2011, No. 3 (47), pp. 64–72. (In Russ.)
24. Ahmethjanova F. K., Il'jazov R. G., Zajsanov R. R. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii im. N. Je. Baumana*, 2013, No. 215, pp. 16–21. (In Russ.)
25. Talanov G. A., Hmelevskij B. N. *Sanitarija kormov: Spravochnik* (Feed Sanitation: Handbook), Moscow: Agropromizdat, 1991, 303 p.
26. Bashkin V. N., Evstaf'eva E. V., Snakin V. V. *Biogeohimicheskie osnovy jekologicheskogo normirovanij* (Biogeochemical basis of environmental regulation) Moscow: Nauka, 1993, 304 p.

УДК 636.234.1:612.015 (571.17)

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>Н.И. Шишин, кандидат сельскохозяйственных наук

<sup>1</sup>О.И. Себежко, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Ю.И. Федяев

<sup>2,1</sup>Т.В. Скиба, кандидат химических наук

<sup>1</sup>Т.В. Коновалова, старший преподаватель

<sup>1</sup>К.Н. Нарожных, старший преподаватель

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: titovat@niic.nsc.ru

**Ключевые слова:** элементный статус, цельная кровь, голштинская порода, корреляции

**Реферат.** С использованием метода ИСП-АЭС проведено исследование уровня содержания макро- (калий, кальций, фосфор, железо, магний) и микро- (медь, свинец, кадмий, цинк, стронций) элементов в цельной крови клинически здоровых быков и коров голштинской породы, выращенных на территории Западной Сибири (Кемеровская область, ОАО «Ваганово»). Установлено, что в крови быков уровень содержания определяемых элементов находится в физиологических пределах, за исключением калия, умеренно повышенный уровень которого не влияет на здоровье и продуктивность животных. В крови коров наблюдается дисбаланс в содержании таких элементов, как калий, железо, магний, медь и цинк. На фоне повышенных содержаний цинка, калия и магния наблюдается дефицит меди и железа. Установлена наиболее вероятная причина наблюдаемого дисбаланса – избыток цинка в рационе обследованных животных (коров). Выявлены разнонаправленные корреляции между парами элементов K–Mg ( $r = 0,541$ ), Ca–Cu ( $r = 0,539$ ), Ca–Zn ( $r = 0,47$ ), Fe–P ( $r = 0,679$ ), Fe–Cu ( $r = -0,508$ ), Fe–Zn ( $r = 0,44$ ), Zn–P ( $r = 0,571$ ), Zn–Mg ( $r = 0,424$ ) и Zn–P ( $r = -0,577$ ), Zn–Mg ( $r = 0,622$ ), Zn–Cu ( $r = -0,709$ ), P–Cu ( $r = 0,61$ ) в крови быков и коров соответственно.

### BLOOD ELEMENTS OF HOLSTEIN CATTLE IN BIOGEOCHEMICAL CONDITIONS OF KEMEROVO REGION

<sup>1</sup> Shishin N.I., Candidate of Agriculture

<sup>1</sup> Sebezko O.I., Candidate of Biology

<sup>1</sup> Fediaev Iu.I.

<sup>2,1</sup> Skiba T.V., Candidate of Chemistry

<sup>1</sup> Konovalova T.V., Senior Teacher

<sup>1</sup> Narozhnyh K.N., Senior Teacher

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia

*Key words:* element status, whole blood, Holstein breed, correlation.

*Abstract.* The paper speaks about the research on microelements (Cuprum, lead, Cadmium, Zinc and Strontium) and macroelements (Potassium, Calcium, Phosphorus, Ferrum and Magnesium) in the whole blood of Holstein cattle bred at Vaganovo enterprise in Kemerovo region. The researchers used ICP-AES method. They found out that concentration of the elements (except potassium) in the bulls' blood doesn't exceed physiological limits. Potassium concentrations moderately high whereas it doesn't influence health and fertility of the cattle. The authors observed disbalance in concentration of potassium, ferrum, magnesium, lead and zinc the cows' blood. When concentration of zinc, potassium and magnesium is high, the researchers observed deficit of cuprum and ferrum. The authors see possible reason of the disbalance as

*excess of zinc in the feeds of cows. They reveal different correlations between the elements K-Mg ( $r = 0.541$ ), Ca-Cu ( $r = 0.539$ ), Ca-Zn ( $r = 0.47$ ), Fe-P ( $r = 0.679$ ), Fe-Cu ( $r = -0.508$ ), Fe-Zn ( $r = 0.44$ ), Zn-P ( $r = 0.571$ ), Zn-Mg ( $r = 0.424$ ) and Zn-P ( $r = -0.577$ ), Zn-Mg ( $r = 0.622$ ), Zn-Cu ( $r = -0.709$ ), P-Cu ( $r = 0.61$ ) in the blood of bulls and cows respectively.*

Химические элементы играют важную роль в осуществлении обменных процессов и различных физиолого-биохимических реакций в органах и тканях любого животного организма [1,2]. Они активно участвуют в процессе кроветворения, положительно влияют на рост и размножение, на иммунобиологическую активность и т.д. Избыток или недостаток того или иного элемента приводит к нарушению нормального функционирования организма и может вызывать патологии различного генеза. Например, недостаток меди в пище сельскохозяйственных животных вызывает тяжелые расстройства в обмене веществ, приводя к развитию такого заболевания, как лизуха (или анемия) [1]. При этом у молодых животных задерживается рост, падает молочная продуктивность и воспроизводительная способность, снижается качество шерсти [1]. Недостаток цинка у животных приводит в первую очередь к задержке роста и нарушениям в половой сфере [1]. Отмечено, что уменьшение содержания цинка и повышение уровня кальция в рационе вызывает эндемическое заболевание свиней – паракератоз [1, 3]. Это заболевание проявляется в нарушении синтеза белков и по своим симптомам и течению близко к циррозу печени у человека [4]. У крупного рогатого скота при цинковой недостаточности отмечают такие явления, как вялость, слабость, потеря шерсти, кератинизация кожи [3].

В возникновении костной дистрофии имеют значение недостаточное поступление в организм фосфора, кальция, калия, кобальта, марганца, йода (либо непропорциональное соотношение между кальцием и фосфором, кальцием и магнием, кальцием и калием) [5]. Она сопровождает большую группу различных заболеваний, проявляющихся в изменениях костной системы и рядом нарастающих вторичных признаков, возникающих вследствие нарушения фосфорно-

кальциевого обмена. С явлениями костной дистрофии протекают урковская и брединская болезни, алиментарная остеодистрофия молочных коров, рахит молодняка, энзоотическая остеодистрофия лошадей, заболевания лошадей под названием «большая голова» и овец – «двойной череп», наблюдаемые за рубежом, артрозы быков-производителей станций искусственного осеменения, артрозы свиней и многие микроэлементозы биогеохимических провинций [5]. При недостатке в кормах кальция у коров имеют место низкая оплодотворяемость, иногда аборт, частые случаи задержания последа. При фосфорной недостаточности наблюдаются снижение удоев, рождение маловесных телят, подверженных различным заболеваниям [6,7].

Таким образом, для успешного развития животноводства и получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции представляется очевидным и необходимым изучение макро- и микроэлементного статуса кормовых растений и организма сельскохозяйственных животных [8–14]. Такие исследования могут быть полезны не только с точки зрения оценки состояния здоровья крупного рогатого скота, анализа экологической ситуации территорий, но также позволяют правильно скорректировать кормовую базу (подобрать качественный, сбалансированный корм), богатую теми или иными минеральными элементами, для предотвращения развития или прогрессирования заболеваний, в том числе вызванных микроэлементозами биогеохимических провинций [15–16]. В свете данных представлений исследование микроэлементного статуса животных может быть включено в список обязательных условий по соблюдению ветеринарно-санитарных требований и норм содержания сельскохозяйственных животных, в частности крупного рогатого скота [17].

К настоящему времени содержание макро- и микроэлементов определяют почти во всех органах и тканях сельскохозяйственных животных: печень [6–8], почки [7, 8], легочная [9, 18] и мышечная [19, 20] ткань, шерсть или щетина [21, 22] и т. д. Однако большинство биологических образцов доступно для анализа только после забоя животных [23–27]. Для исследования же элементного статуса организма животных наиболее эффективным является прижизненное определение макро- и микроэлементов в организме животных. В этом случае успешно используется анализ таких биологических объектов, как кровь и ее фракции [28–31], шерсть и щетина [21, 22, 32], семенная плазма или эякулят [32–38]. Одним из наиболее доступных и информативных биологических материалов для исследования элементного статуса крупного рогатого скота является волос и кровь [36, 37, 39].

Целью настоящей работы являлось исследование элементного статуса коров и быков голштинской породы в биогеохимических условиях Кемеровской области (пос. Ваганово).

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в аналитической лаборатории Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН.

Объектом исследования служила цельная кровь быков и коров голштинской породы, выращенных на территории Кемеровской области, ОАО «Ваганово». Взятую кровь в объеме 2–5 мл помещали в герметично закупоренные пластиковые пробирки, содержащие в качестве антикоагулянта цитрат натрия (3,8%). Пробы тщательно перемешивали и помещали в холодильную камеру, имеющую температуру  $-18^{\circ}\text{C}$ . Такая обработка стабилизирует кровь на срок до 30 суток и более.

Всего проанализированы образцы цельной крови от 23 быков в возрасте 12–14 месяцев и 15 коров в возрасте 4–8 лет. Все животные на момент забоя были клинически здоровы.

Содержание химических элементов (K, P, Fe, Ca, Mg, Pb, Cd, Cu, Sr, Zn) в крови определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) на спектрометре iCAP-6500 фирмы Thermo scientific (Англия). Проводилась модификация методов исследования химических элементов [40, 41]. Вскрытие образцов цельной крови ( $V_{\text{пр}} = 0,5$  мл) проводили в смеси азотной кислоты и перекиси водорода (2:1) при температуре  $180^{\circ}\text{C}$  с использованием микроволновой печи MARS-5. При таких условиях происходит полное разложение проб и удаление органической матрицы в виде  $\text{CO}_2$ .

Полученные результаты исследований обрабатывали с помощью методов описательной и непараметрической статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и программы STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., США). Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка (W). Сопряженность между признаками оценивали с помощью коэффициентов корреляции Пирсона и коэффициентов ранговой корреляции Спирмена или Тау Кендалла для непараметрических признаков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1–3 представлены результаты исследования уровня содержания макро- (калий, кальций, фосфор, железо, магний) и микро- (медь, свинец, кадмий, цинк, стронций) элементов в цельной крови быков и коров голштинской породы. Полученные результаты сравнивали с данными литературы. Видно, что уровень определяемых элементов в крови быков для большинства животных находится в физиологических пределах, за исключением калия. Найденные содержания калия в 3 раза превышают установленные нормы у 70% от общего числа обследованных быков (см. табл. 3). Проблема недостатка или избытка калия в организме животных чаще всего возникает в результате

использования определенных типов рационов для жвачных либо при обильном удобрении пастбищ навозной жижей или минеральными удобрениями [42]. Отбор большинства проб крови обследованных быков выпал на пастбищный период, когда у взрослых жвачных, согласно [42], возможно развитие гипомagneмии, известной под названием травя-

ной или пастбищной титании. Одной из причин возникновения заболевания считается избыточное поступление калия в организм животных в связи с потреблением больших количеств травы на пастбище. При этом у больных животных наблюдается резкое падение уровня магния в сыворотке крови до 0,5–0,7 мг% [43].

Таблица 1

Содержание макро- (мг/л) и микроэлементов (мкг/л) в цельной крови быков голштинской породы (n = 23)  
Concentration of macroelements (mg/l) and microelements (mkg/l) in the whole blood of Holstein bulls (n = 23)

Элемент	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\sigma$	Cv, %	Lim	Данные литературы
Фосфор	203,0±6,0	28	14	155÷260	200 [24]
Магний	22,0±0,3	1,5	6,9	18÷25	20–30 [25] 20–25 [24]
Железо	375,0±8,0	40	10,4	310÷450	350–450 [24]
Медь	1030±40	190	18,9	770÷1530	900–1100 [26] 1000 [3] 800–1200 [24]
Свинец	н/о (ПО: 700)				50 [3]
Кадмий	н/о (ПО: 60)				
Цинк	3650±170	830	22,8	2200÷5700	5300–5700 [3] 2500–6000 [25] 2000–3000 [24] 3000–9700 [5] 3000–5000 [26]
Стронций	140±4,0	20	15,1	80÷170	

Таблица 2

Содержание макро- (мг/л) и микроэлементов (мкг/л) в цельной крови коров голштинской породы (n = 15)  
Concentration of macroelements (mg/l) and microelements (mkg/l) in the whole blood of Holstein cows (n = 15)

Элемент	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\sigma$	Cv, %	Lim	Данные литературы
Калий	650±40	140	21,8	415÷920	380–420 [24]
Фосфор	194±7	26	13,3	160÷230	170–200 [24]
Магний	37±0,9	3,5	9,3	31÷46	20–25 [24]
Железо	290±10	50	17,3	160÷375	360–420 [24]
Медь	700±40	150	20,9	435÷1000	800–1200 [24] 900–1100 [26]
Свинец	н/о (ПО: 700)				
Кадмий	н/о (ПО: 60)				
Цинк	16100±960	3700	23,1	10100÷22500	2500–5000 [24] 3000–5000 [26]
Стронций	125±5	20	15,4	95÷165	

Таблица 3

Содержание кальция и калия (мг/л) в цельной крови быков и коров голштинской породы  
Concentration of Ca and P (mg/l) in the whole blood of Holstein bulls and cows

Элемент	Пол	n	Медиана	Lim	Норма
Кальций	Быки	23	76	45÷150	94–120 [5] 70 [24]
	Коровы	15	95	50÷145	65–70 [24]
Калий	Быки	23	1480	520÷1800	400–450 [24]

Согласно данным, представленным в табл. 1 и 3, на фоне повышенного содержания калия уровень магния в крови обследованных быков соответствует установленным нормам. Более того, наблюдается положительная корреляция между магнием и калием в крови быков (табл. 4). Таким образом, можно сделать вывод об отсутствии диагноза травяной или пастбищной титании у обследованных животных и предположить, что превышение уровня концентрации калия в крови быков в 3 раза не вызывает гипомagneмии у животных. Вполне возможно, что отсутствие магниевых дефицита у обследованных животных – результат правильно скорректированного рациона, при котором в организм животного с кормом поступает магний в количестве, достаточном для предупреждения развития данного заболевания.

Токсичным для телят является превышение уровня калия в рационе в 4–5 раз [42]. Поскольку калий усваивается практически на 100%, можно предположить, что употребление кормов с высокой концентрацией калия приводит к увеличению его уровня в крови животных в одинаковой пропорции. В свете данных представлений можно обозначить, что у обследуемых быков наблюдается умеренное повышение уровня калия в крови, которое не влияет на здоровье и продуктивность животных. Однако у таких животных может наблюдаться увеличенное потребление воды и выделение мочи с повышенным содержанием солей [42].

В крови обследованных быков установлены следующие положительные корреляции между элементами в ряде пар: K–Mg, Ca–Cu, Ca–Zn, Fe–P, Fe–Zn, Zn–P, Zn–Mg (см. табл. 4). Для пар Ca–Zn и Fe–Zn такая взаимосвязь может трактоваться как эффект антагонизма между этими элементами. Для остальных пар нет однозначного объяснения полученных результатов и обоснованного подтверждения данными литературы [40]. Наличие отрицательной корреляции между железом и медью ( $r = -0,5076$ ) согласуется с данными литературы. Участие меди в процессах кроветворения неизбежно влечет за собой включение этого элемента в обменные процессы железа. Так, при развитии дефицита железа в организме

в качестве компенсаторного явления наблюдается повышенное содержание меди [4].

Таблица 4

**Корреляции между химическими элементами в крови быков и коров ( $P < 0,05$ )**  
**Correlation between chemical elements in the blood of bulls and cows ( $P < 0.05$ )**

Элементы	r	
	Быки	Коровы
K–Mg	0,541 <sup>C</sup> 0,457 <sup>K</sup>	-
Ca–Cu	0,539 <sup>C</sup> 0,336 <sup>K</sup>	-
Ca–Zn	0,47 <sup>C</sup> 0,376 <sup>K</sup>	-
Fe–P	0,679 <sup>П</sup>	-
Fe–Cu	-0,508 <sup>П</sup>	-
Fe–Zn	0,44 <sup>П</sup>	-
Zn–P	0,571 <sup>П</sup>	-0,577 <sup>П</sup>
Zn–Mg	0,424 <sup>П</sup>	0,622 <sup>П</sup>
Zn–Cu	-	-0,709 <sup>П</sup>
P–Cu	-	0,609 <sup>П</sup>

*Примечание.* П – коэффициент корреляции Пирсона; С – коэффициент корреляции Спирмена; К – коэффициент корреляции Кендалла

P – Pearson correlation coefficient; C – Spearman correlation coefficient; K – Kendall correlation coefficient

В случае обследования коров наблюдается дисбаланс в содержании таких элементов в крови, как калий, железо, магний, медь и цинк (см. табл. 2). На фоне повышенных концентраций цинка, калия и магния наблюдается пониженное содержание меди и железа. Как показано в случае анализа крови быков, такое превышение концентрации калия в крови не оказывает токсичного воздействия на организм животных и может считаться умеренным или даже незначительным.

Неоднократно доказано, что поступление больших доз цинка с пищей приводит к увеличению его в крови и плазме животных, поэтому отклонения в содержании цинка в крови обследованных коров, скорее всего, обусловлены избыточным содержанием цинка в рационе этих животных [1]. Найденная концентрация цинка в крови коров в 2–4 раза выше верхней границы физиологической нормы. Граница между биотической и токсической дозами цинка очень размыта. Согласно [42], избыток цинка в рационе сельскохозяйственных живот-

ных маловероятен: жвачные могут переносить без последствий 10-кратные дозировки цинка, а птицы и свиньи – 20–30-кратные. Однако не исключается возможность его возникновения при хранении влажных кормов в оцинкованной посуде или передозировке солей, вводимых в виде премиксов. А. И. Войнар [4] отмечено, что высокое содержание цинка в рационе свиней ведет к наступлению заболевания, выражающегося в потере аппетита, неэластичной и напряженной походке, при вскрытии павших животных отмечаются некроз печени и декальцификация головки бедра.

Сигнальным клиническим симптомом отравления цинком у животных служит явление медной недостаточности вследствие вытеснения цинком меди, при этом наступает угнетение активности цитохромоксидазы на 33% и каталазы печени на 50% [4, 39]. Симптомами хронической интоксикации являются задержка роста и анемия микроцитарного, гипохромного типа [4].

Таким образом, можно заключить, что недостаток меди в крови обследованных коров обусловлен избыточным потреблением животными цинка с пищей. Об этом свидетельствует и наличие значимой отрицательной корреляции ( $r = -0,709$ ) между медью и цинком в крови коров. Более того, у обследованных животных наблюдаются признаки железодефицитной анемии – уровень железа в крови коров в среднем в 1,5 раза ниже нормальных значений. Это может свидетельствовать о том, что избыток цинка в рационе животных преобладает в течение длительного промежутка времени, и проявление токсического эффекта для этих животных очевидно. Токсический эффект избытка цинка может быть преодолен введением избыточных количеств меди в рацион коров, что свидетельствует о наличии антагонизма в биологической активности между цинком и медью [4, 43].

Обнаружено также [4], что добавление избытка ZnO к пищевому рациону крыс ведет

к повышению мочевого и фекального выведения общего фосфора. Найденная отрицательная корреляция между цинком и фосфором ( $r = -0,577$ ) в крови коров не исключает наличия подобного эффекта у крупного рогатого скота, хотя это не отражается на изменении уровня фосфора в крови обследуемых животных (см. табл. 2).

Повышенный уровень магния в крови коров (в 1,5 раза), по-видимому, также можно объяснить присутствием избыточного количества цинка в рационе животных. Это объяснение подкрепляется и наличием значимой положительной корреляции ( $r = 0,6217$ ) между цинком и магнием (см. табл. 4), хотя в литературе доказательств, подтверждающих данное предположение, не обнаружено.

Положительную взаимосвязь в паре Cu–P ( $r = 0,61$ ) в крови коров можно рассматривать с точки зрения антагонизма этих элементов.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено умеренное превышение уровня калия в цельной крови крупного рогатого скота голштинской породы для обоих полов (быков и коров). Содержание остальных макро- (Ca, P, Fe, Mg) и микро- (Cu, Zn, Sr) элементов в цельной крови быков находится в пределах физиологической нормы.

2. В крови коров наблюдается дисбаланс микроэлементов, связанный с неправильным рационом питания животных. Избыток цинка в диете обследованных коров приводит к явлению медной недостаточности и развитию железодефицитной анемии.

3. Выявлены достоверные корреляционные взаимосвязи между парами элементов, в том числе и разнонаправленные: у быков Zn–P ( $r = 0,571$ ) и коров Zn–P ( $r = -0,577$ ).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 15–16–30003)

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ноздрюхина Л. П. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Наука, 1977. – 184 с.

2. *Генофонд* и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, ИциГ СО РАН, 2012. – 579 с.
3. *Роль* микроэлементов в кормлении крупного рогатого скота [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/rol-mikroelementov-v-kormlenii-krupnogo-rogatogo-skota/>.
4. *Войнар А. И.* Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Высш. шк., 1960. – 545 с.
5. *Валюшкин К. Д., Шляхтунов В. И.* Рекомендации по профилактике нарушений витаминно-минерального обмена веществ и воспроизводительной функции крупного рогатого скота. – Витебск, 2002. – 19 с.
6. *Iwegbue C.M.A.* Heavy metal composition of livers and kidneys of cattle from Southern Nigeria // *Veterinarski arhiv*. – 2008. – Vol. 78, N 5. – P. 401–410.
7. *Effects* of moderate pollution on toxic and trace metal levels in calves from a polluted area of northern Spain / M. Miranda, M. Lopez-Alonso, C. Castillo [et al.] // *Environ. Int.* – 2005. – Vol. 31, N 4. – P. 543–548.
8. *Закономерности* аккумуляции, изменчивости и сопряженности тяжелых металлов в печени животных герефордской породы / К. Н. Нарожных, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.] // *Современные проблемы науки и образования (Биологические науки): электрон. науч. журн.* – 2015. – № 6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23546>.
9. *Коновалова Т. В.* Изменчивость и сопряженность аккумуляции некоторых тяжелых металлов в легочной ткани животных черно-пестрой породы // *Современные проблемы науки и образования (Биологические науки): электрон. науч. журн.* – 2015. – № 3. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20078>
10. *Cs-137 and Sr-90 level* in diary products / V.L. Petukhov, Yu.A. Dukhanov, I.Z. Sevryuk [et al.] // *Journal De Physique. IV France 107 (2003): JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment.* – 2003. – P. 1065–1066. – DOI:10/1051/jp4:20030483.
11. *Устойчивость* красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич, Т. В. Коновалова // *Достижения науки и техники АПК.* – 2014. – № 4. – С. 65–68.
12. *Ильин В. В.* Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края / А. И. Желтиков, О. С. Короткевич // *Достижения науки и техники АПК.* – 2012. – № 2. – С. 68–71.
13. *Особенности* накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И. С. Миллер, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // *Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 9. – С. 2469–2473.
14. *Особенности* накопления и корреляции тяжелых металлов в костной ткани судака Новосибирского водохранилища / И. С. Миллер, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, О. И. Себежко // *Современные проблемы науки и образования.* – 2015. – № 1. – С. 759.
15. *Accumulation* of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia / V.L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh [et al.] // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 2458.
16. *Ecological and biochemical* evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A. I. Syso, V. A. Sokolov, V. L. Petukhov [et al.] // *J. Pharm. Sci. and Res.* – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.
17. *Методические* указания по комплексной диспансеризации крупного рогатого скота [Электрон. ресурс]. – [1988]. – Режим доступа: [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_14976.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_14976.htm).
18. *Закономерности* аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 6. – С. 1447.
19. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*; Edited by Mertz W. 5<sup>th</sup> edition. – Academic Press, 2012. – 499 p.

20. Нарожных К. Н., Стрижкова М. В., Коновалова Т. В. Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2158–2163.
21. Gabryszuk M., Sloniewski K., Sakowski T. Macro- and microelements in milk and hair of cows from conventional vs. organic farms // *Animal Science Papers and Reports*. – 2008. – Vol. 26, N 3. – P. 199–209.
22. Нарожных К. Н. Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герефордского скота // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 74–78.
23. *The content of the lead some organs and tissues of Hereford bull-calves* // K. N. Narozhnykh, V. L. Petukhov, U. V. Efanova [et al.] // *Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Rome, E3S Web of Conference 1, 15003 (2013). – DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130115003>.
24. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia)* / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, Ju.I. Fedyaev [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. – 2017. – Vol. 44 (2). – P. 217–220.
25. *Cadmium accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia)* / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, V.L. Petukhov [et al.] // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*. – 2016. – Vol.7. – P. 1758–1764.
26. Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С. Содержание марганца в некоторых органах бычков герефордской породы // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
27. Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С. Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 11. – С. 34–37.
28. *Trace mineral profile in blood and hair from cattle environmentally exposed to lead and cadmium around different industrial units* / R. C. Patra, D. Swarup, Sharma M. C. [et al.] // *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* – 2006. – Vol. 53, N 10. – P. 511–517.
29. *Blood plasma metabolic profile of Aberdeen Angus bulls during postnatal ontogenesis* / A. Pavlik, P. Jelinek, M. Matejicek [et al.] // *Acta Vet. BRNO*. – 2010. – Vol. 79. – P. 419–429.
30. *Machal L., Chladek G., Strakova E. Copper, phosphorus and calcium in bovine blood and seminal plasma in relation to semen quality* // *J. Anim. Feed. Sci.* – 2002. – Vol. 11. – P. 425–435.
31. *Kadhim M.S., Jassim Al-Dulaimi D.H. Effect of season on blood minerals in Iraqi bull buffalo* // *AL-Qadisiya Journal of Vet. Med. Sci.* – 2015. – Vol. 14, N 2. – P. 11–14.
32. *Trace minerals profile of blood and seminal plasma of breeding bulls* /A.J. Dhami, B. Shelke Vinay, K. P. Patel [et al.] // *Indian J. Anim. Sci.* – 2001. – Vol. 71. – P. 761–763.
33. *Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls* /L. Pavlata, A. Podhorsky, A. Pechova [et al.] // *Vet. Med. – Czech.* – 2005. – Vol. 50, N 9. – P. 390–400.
34. *Contamination of bovine insemination doses with cadmium, copper, lead and zinc and its relation to semen activity* / P. Massanyi, J. Trandzik, P. Strapak [et al.] // *J. Environ. Sci. Health.* – 2000. – Vol. A35, N 9. – P. 1637–1644.
35. *Concentration of copper, iron, zinc, cadmium, lead, and nickel in bull and ram semen and relation to the occurrence of pathological spermatozoa* / P. Massanyi, J. Trandzik, P. Nad [et al.] // *J. Environ. Sci. Health.* – 2004. – Vol. A39, N 11–12. – P. 3005–3014.
36. *Cooper content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia* [Electronic resours] / T.V. Konovalova, K. N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // *Abstract Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* – 2017. – 41S. – P.74. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304>.
37. *Tail hair as an indicator of environmental exposure of cows to lead and cadmium in different industrial areas* /R.C. Patra, D. Swarup, R. Naresh [et al.] // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 2007. – Vol. 66, N 1. – P. 127–131.
38. *Assessment of copper content in semen and its effect on the spermatozoa motility* /Z. Knazicka, J. Lukacova, A. Gren [et al.] // *Contemporary agriculture.* – 2014. – Vol. 63, N 1–2. – P. 1–12.
39. Патент на изобретение RUS 2342659. Способ определения содержания кадмия в органах и мышечной ткани свиней / В. Л. Петухов, О. А. Желтикова, О. С. Короткевич [и др.]. – 28.03.2007.

40. Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T.V. Skiba, A.R. Tsygankova, N.S. Borisova [et al.] // *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*. – 2017. – Vol.72. – P. 958–964.
41. Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arc excitation sources / A.R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, K.N. Narozhnykh [et al.] // *J. Pharm. Sci and Res.* – 2017. – Vol. 9 (5). – P. 601–605.
42. Колобков Д. М. Влияние биогеохимических провинций на биохимический и микроэлементный статус коров симментальской породы в условиях Уральского региона // *Аграр. вестн. Урала*. – 2011. – № 7 (86). – С. 12–13.
43. Георгиевский В. И., Анненков Б. Н., Самохин В. Т. Минеральное питание животных. – М.: Колос, 1979. – 471 с.

## REFERENCES

1. Nozdrjukhina L. R. *Biologicheskaja rol» mikroelementov v orjanizme zhivotnykh, cheloveka* (The biological role of microelements in animal, human), Moscow: Nauka, 1977, 184 p.
2. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Tikhonov V. N., Zheltikov A. I., Kamaldinov E. V. *Genofond I fenofond sibirskoj I sibirskoj cherno-pestroj porodnoj gruppy svinej* (Gene and phene pools of Siberian North-breed and Siberian Black-and-Whitebreed group of pigs), Novosibirsk: Izdatel'skij dom Prometej, 2012, 579 p.
3. available at: <http://www.activestudy.info/rol'-mikroelementov-v-kormlenii-krupnogo-rogatogo-skota>
4. Vojnar A. I. *Biologicheskaja rol» mikroelementov v orjanizme zhivotnykh, cheloveka* (The biological role of microelements in animal, human) – Moscow: Vysshaj shkola, 1960, 545 p.
5. Valjushkin K. D., Shljakhtunov V. I. *Rekomendatsii po profilaktike narushenij vitaminno- mineral'nogo obmena veschestv: vosproizvoditel'noj funktsii krupnogo rogatogo skota* (Recommendations for the prevention of vitamin-mineral metabolism disorders: the reproductive function of cattle), Vitebsk, 2002, 19 p.
6. Iwegbue, C. M. A. *Veterinarski arhiv*, 2008, No. 5 (78), pp. 401–410.
7. Miranda M., Lopez-Alonso M., Castillo C. *Environ. Int.*, 2005, No. 4 (31), pp. 543–548.
8. Narozhnykh K. N., Petukhov V. L. Korotkevich O. S. *Sovremennye problemy nauki I obrazovanija*, available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23546>. (In Russ.)
9. Konovalova T. V. *Sovremennye problemy nauki I obrazovanija*, available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=200078>. (In Russ.)
10. Petukhov V. L., Dukhanov Yu. A., Sevryuk I. Z., Patrashkov S. A., Korotkevich O. S., Gorb T. S. *Cs-137 and Sr-90 level in diary products Journal De Physique. IV France 107* (2003): Proceeding of the 12<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2003, pp. 1065–1066. DOI:10/1051/jp4:20030483.
11. Il'in V. V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S., Konovalova T. V., *Dostizhenij nauki I tekhniki APK*, 2014, No. 4, pp 65–68. (In Russ.)
12. Il'in V. V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S., *Dostizhenij nauki I tekhniki APK*, 2012, No. 2, pp 68–71. (In Russ.)
13. Miller I. S., T. V. Konovalova, O. S. Korotkevich, Petukhov V. L., Sebezhko O. I., *Fundamental'nye issledovanija*, 2014, No. 19–11, pp. 2469–2473. (In Russ.)
14. Miller I. S., T. V. Konovalova, O. S. Korotkevich, Petukhov V. L., Sebezhko O. I., *Soremennye problemy nauki I obrazovanija*, 2015, No.1, p. 759. (In Russ.)
15. Petukhov V. L., Syso A. I., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V. *Research Journal of Pharmaceutical*, 2016, No. 4 (7), p. 2458.
16. Syso A. I., Sokolov V. A., Petukhov V. L., Lebedeva M. A. *J. Pharm. Sci. and Res.*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
17. *Metodicheskie ukazaniya po kompleksnoj dispanserizacii krupnogo rogatogo skota* available at: [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr\\_usr\\_14976.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr_usr_14976.htm).
18. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Soremennye problemy nauki I obrazovanija*, 2014, No. 6, p. 1447. (In Russ)
19. Mertz W. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, Academic Press, 2012, 499 p.

20. Narozhnykh K.N., Strizhkova M.V., Konovalova T.V. *Fundamentalnye issledovaniya*, 2015, No. 2 (10), pp. 2158–2163. (In Russ.)
21. Gabryszuk M., Sloniewski K., Sakowski T. *Animal Science Papers and Reports*, 2008, No. 3 (26), pp. 199–209.
22. Narozhnykh K.N. *Sibirskij vestnik selskohozjajstvennoj nauki*, 2014, No. 4, pp. 74–78. (In Russ.)
23. K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov, U.V. Efanova, O.S. Korotkevich, B.A. Skukovsky, G.N. Korotkova *The content of the lead some organs and tissues of Hereford bull-calves*, Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, E3S Web of Conference 1, 15003 (2013). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130115003>.
24. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev Ju.I., Shishin N.I., *Indian Journal of Ecology*, 2017, 44 (2), pp. 217–220. (In Russ.)
25. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Syso A.I., *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2016, Vol.7, pp. 1758–1764. (In Russ.)
26. Efanova U.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Zootehnija*, 2013, No. 4, p. 18. (In Russ.)
27. Efanova U.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Glavnyj zootehnik*, 2012, No. 11, pp. 30–33. (In Russ.)
28. R.C. Patra, D. Swarup, Sharma M.C. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.*, 2006, No. 10 (53), pp. 511–517.
29. Pavlik A., Jelinek P., Matejcek M. *Acta Vet. BRNO*, 2010, Vol. 79, pp. 419–429.
30. Machal L., Chladek G., Strakova E. *J. Anim. Feed. Sci.*, 2002, Vol. 11, pp. 425–435.
31. Kadhim M.S., Jassim Al-Dulaimi D.H. *Qadisiya Journal of Vet. Med. Sci.*, 2015, No. 2 (14), pp. 11–14.
32. Dhami A.J., Shelke Vinay B., Patel K.P. *Indian J. Anim. Sci.*, 2001, Vol. 71, pp. 761–763.
33. Pavlata L., Podhorsky A., Pechova A. *Vet. Med. Czech.*, 2005, Vol. 50, No. 9 (50), pp. 390–400.
34. Massanyi P., Trandzik J., Strapak P. *J. Environ. Sci. Health.*, 2000, No. 9 (A35), pp. 1637–1644.
35. Massanyi P., Trandzik J., Nad P. *J. Environ. Sci. Health.*, 2004, No. 11 (A39), pp. 3005–3014.
36. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., *Abstract Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, p.74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304>.
37. Patra R.C., Swarup D., Naresh R. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2007, No. 1 (66) pp. 127–131.
38. Knazicka Z., Lukacova J., Gren A. *Contemporary agriculture*, 2014, No.1 (63), pp. 1–12.
39. Petukhov V.L., Zheltikova O.A., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I. *Sposob opredelenija sodержaniya kadmija v organah I myshechnoj tkani sviney*, Patent RUS 23426559 28.03.2007.
40. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S. *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, pp. 958–964.
41. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., K.N. Narozhnykh, A.I. Saprykin, T.V. *J. Pharm. Sci and Res.*, No. 5 (9), 2017, pp. 601–605.
42. Kolobkov D.M. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2011, No. 7 (86), pp. 12–13. (In Russ.)
43. Georgievskij V.I., Annenkov B.N., Samokhin V.T. *Mineral'noe pitanie jivotnykh*, Moscow: Kolos, 1979, 471 p.

**ВЕТЕРИНАРИЯ**

УДК 636.7: 616.99: 579.111

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ  
УРОГЕНИТАЛЬНОГО МИКОПЛАЗМОЗА У СОБАК**

**М.В. Лазарева**, кандидат ветеринарных наук  
**Н.А. Шкиль**, доктор ветеринарных наук, профессор  
Новосибирский государственный аграрный  
университет, Новосибирск, Россия  
E-mail: lazareva\_mv@nsau.edu.ru

**Ключевые слова:** микоплазмоз, уреаплазмоз, диагностика, микро-биоценоз, ДНК, метод ПЦР, микробиологический метод, собака

*Реферат. Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме урогенитального микоплазмоза плотоядных. Изложены результаты исследований по сравнительному изучению методов диагностики урогенитального микоплазмоза у собак различных пород и возрастов, содержащихся в питомниках г. Новосибирска и принадлежащих частным владельцам. Для выявления микоплазм и уреаплазм в материале из урогенитального тракта был использован прямой микробиологический посев на селективные питательные среды и классический метод ПЦР с детекцией в агарозном геле. Отмечено, что жидкие селективные среды чувствительны к микоплазмам урогенитального тракта и позволяют не только выделять их, но и дифференцировать по основным биохимическим показателям (аргинин, глюкоза, мочевины). Доказана эффективность диагностики, включающей использование одновременно двух методов – культурального в сочетании с полимеразной цепной реакцией. Определена частота выявления среди собак различных пород микоплазм и уреаплазм. Установлено сочетанное носительство разных видов микоплазм и уреаплазм. Сравнение методов индикации микоплазм показало, что при исследовании методом ПЦР частота выявления микоплазм выше, чем бактериологическим методом на жидких селективных средах. Представлены электрофореграммы продуктов амплификации ДНК микоплазм, обнаруженных в урогенитальных смывах собак. Обусловлена необходимость мониторинга носительства микоплазм и уреаплазм в популяции собак. Рекомендована диагностика как основное противоэпизоотическое мероприятие, позволяющее проводить рациональную и эффективную терапию и прогнозировать дальнейшее течение и исход болезни.*

**EFFICIENCY OF MICROBIOLOGICAL DIAGNOSTICS OF DOGS' UROGENITAL  
MYCOPLASMOSIS**

**Lazareva M.V.**, Candidate of Veterinary Medicine  
**Shkil N.A.**, Dr. of Veterinary Sc., Professor

**Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia**

*Key words:* mycoplasmosis, ureaplasmosis, diagnostics, microbiocenosis, DNA, PCR method, microbiological method, dog.

*Abstract. The paper is devoted to the important problem of meat-eaters' ureagenital mycoplasmosis. The authors show the research results on comparative analysis of the diagnostic methods of dogs' urogenital mycoplasmosis. The researchers conducted experiment on the dogs of different breeds and age, which are kept in the kennels of Novosibirsk and which belong to the owners. The researchers used microbiological inoculation*

*on selective growing mediums from urogenital tract in order to reveal mycoplasmas and ureaplasmas. The authors used PCR method with detection in agarose gel. Liquid selective mediums are not resistant to mycoplasmas of urogenital tract and differentiate them on the main biochemical parameters (arginine, glucose and BUN). The authors prove the efficiency of diagnostics that includes application of cultural method combined with PCR method. The research defines the frequency of mycoplasmas and ureaplasmas performance among the dogs of different breeds. Comparative analysis of mycoplasmas identification has shown that PCR method reveals mycoplasmas more often than bacteriological method on liquid selective mediums. The paper shows electrophoretograms of mycoplasmas DNA amplification in urogenital scraping of dogs. The authors speak about necessary monitoring of mycoplasmas and ureaplasmas in dog populations. They recommend to conduct diagnostics as a main antiepidemiologic measure for efficient therapy and preventing disease.*

Эффективность мероприятий по борьбе с инфекционными заболеваниями во многом зависит от своевременного выявления возбудителя. Диагноз основывается на данных клинического наблюдения и на результатах лабораторных исследований, которые должны быть получены в максимально короткие сроки. Дифференциация микоплазмозов от смешанных вирусных инфекций на ранних стадиях заболевания позволяет вовремя принять необходимые меры и сократить экономические потери [1, 2].

Ряд исследователей рассматривают диагностику как основные противозoonотические мероприятия, позволяющие проводить рациональную и эффективную терапию и прогнозировать дальнейшее течение и исход болезней [3–6].

Так как микоплазмы способны достаточно долго находиться в организме инфицированного животного, не проявляя себя, для своевременной и точной постановки диагноза необходимо применение высокочувствительных и специфичных методов, которые позволят в короткие сроки обнаружить и дифференцировать возбудителя [5].

Для идентификации урогенитальных микоплазмозов используются различные методы диагностики: микробиологический, серологический, метод прямой и непрямой иммунофлюоресценции, иммуноферментный анализ, метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) [7–9]. Только сочетание различных методов (не менее двух одновременно, и один из них ПЦР) дает необходимую точность диагностики урогенитальной инфекции как для постановки первичного диагноза, так и для контроля эффективности лечения [7].

Началом диагностики инфекций урогенитального тракта должна быть оценка его микробиоценоза. Микроскопические методы исследования не позволяют выявить все многообразие микроорганизмов. Поэтому в результате проведенных исследований по оптимизации методов микробиологической диагностики урогенитальных инфекций составлен алгоритм исследования, включающий использование одновременно двух методов – культурального в сочетании с ПЦР [8].

Культуральный метод является наиболее информативным (100%-я чувствительность), но в силу высокой стоимости и трудоемкости не имеет широкого распространения. Этот метод очень важен при подозрении на персистирующую инфекцию. Микоплазмы, в силу структурных особенностей, слабо адаптируются на питательных средах. В своих исследованиях О.В. Вологодская [10] и А.Н. Свиридова [5] для выделения микоплазм использовали элективные жидкие и твердые питательные среды для индикации и идентификации микоплазм.

Наиболее современным и достоверным, по мнению многих авторов [11–16] методом диагностики микоплазмозов является метод полимеразной цепной реакции, основанный на выявлении генома возбудителя (ДНК) в биопробах. Полимеразная цепная реакция – это метод, имитирующий естественную репликацию ДНК и позволяющий обнаружить единственную специфическую молекулу ДНК в присутствии миллионов других молекул. Высокая чувствительность и специфичность ПЦР-метода позволяет гарантированно обнаруживать единичных возбудителей в биологическом материале за короткий промежуток

времени, что позволяет поставить точный диагноз, назначить адекватное лечение и разработать профилактические мероприятия [17].

Цель исследований – изучить эффективность микробиологических методов диагностики уrogenитального микоплазмоза у собак.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования послужили собаки различных пород и возрастов в количестве 145 голов, из них 80 голов содержатся в питомниках г. Новосибирска и 65 голов принадлежат частным владельцам. Материалом для исследования служила вагинальная слизь, полученная путем соскоба.

Забор проб слизи осуществляли с помощью ложки Фолькмана. Материал помещали в стерильные пробирки, в 1,0 мл стерильного 0,9%-го раствора NaCl.

У больных животных с симптомами эндометрита изучали микробиоценоз уrogenитального тракта, используя методы бактериологического исследования: прямой микробиологический посев на селективные жидкие питательные среды («Среда для индикации уреазплазм», «Среда для индикации аргинин-ферментирующих микоплазм» и «Среда для индикации глюкозоферментирующих микоплазм» производства НИИ природно-очаговых инфекций, г. Омск) и метод ПЦР.

Бактериологический метод диагностики (цветная реакция) основан на расщеплении мочевины, необходимой для роста микоплазм и уреазплазм, изменении рН и, как следствие, изменении цвета среды, в которую добавлен индикатор. Пробирки с исследуемыми пробами помещали в термостат при температуре ( $37 \pm 1^\circ\text{C}$ ). Учет результатов проводили через 72 ч. Положительной реакцию считали при появлении зеленой окраски среды в пробирке с пробой, исследуемой на наличие уреазплазм; при появлении желтой окраски среды в пробирке с пробой, исследуемой на наличие глюкозоферментирующих микоплазм; при появлении зеленой окраски среды в пробирке с пробой, исследуемой на наличие аргинин-ферментирующих микоплазм.

Для микроскопического исследования проб готовили нативные препараты, которые в дальнейшем окрашивали по Граму. Морфологию микроорганизмов изучали с помощью светового микроскопа при 1000-кратном увеличении.

ПЦР-диагностику 70 проб вагинальной слизи проводили в лаборатории молекулярной диагностики. Были использованы тест-системы для выявления возбудителей микоплазмоза методом полимеразной цепной реакции: ПЦР-комплект МИК-КОМ (Москва), комплект реагентов для выделения ДНК из клинического материала «АмплиПрайм ДНК-сорб-В». В работе применялся классический метод ПЦР с детекцией в агарозном геле.

Учет результатов проводили электрофоретическим методом по наличию или отсутствию на электрофореграмме специфической полосы амплифицированной ДНК, начиная с результатов амплификации положительных и отрицательных контролей. В качестве отрицательного контроля (К-) вместо ДНК-пробы вносили в пробирку 10 мкл ДНК-буфера, в качестве положительного контроля (К+) – 10 мкл ДНК микоплазмы.

Материалы исследования обработаны методом вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стьюденту. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Office Excel 2010.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При микробиологическом исследовании уrogenитальной слизи 145 собак, 80 из которых содержались в питомниках, 65 – принадлежали частным владельцам, микоплазмы изолированы в 81 пробе, что составило 55,9%.

Среди собак различных пород наибольший процент инфицированных животных (77,8%) приходился на терьеров (керри-блю терьер, бультерьер, русский черный терьер), лаек (75%) и овчарок (немецкая, восточно-европейская, южно-русская, среднеазиатская) – 61,8% (табл. 1).

Таблица 1

Результаты диагностических исследований собак разных пород на микоплазмоз  
Diagnostic results on dogs' mycoplasmosis

Породы	Кол-во, гол.	Кол-во инфицированных		Возраст, лет	Тип микоплазм		Уреаплазмы
		гол.	%		аргининферментирующие	глюкозоферментирующие	
Лайка	28	21	75	0,2–11	10	19	9
Овчарка	55	34	61,8	0,5–5	4	13	18
Русский спаниель	10	2	20	1,3–4	1	-	1
Терьер	9	7	77,8	1–5	3	2	2
Лабрадор	7	2	28,6	0,4–3	-	-	2
Мастино наполитано	7	1	14,3	1–3	-	1	-
Дог	11	3	27,3	1–4	2	1	-
Прочие породы	18	11	61,1	1–6	1	6	6
В с е г о	145	81	55,9	-	21	42	38

Наименьшее количество микоплазм выделено у мастино наполитано – 14,3%. Аргининферментирующий тип микоплазм выявлен у 21 собаки, в том числе у 10 лаек (47,6%). Уреаплазмы изолированы у 38 собак, в том числе у 18 овчарок (47,4%), 9 лаек (23,7%). Глюкозоферментирующий тип микоплазм выявлен у 42 собак, в том числе у 19 лаек (45,2%) и 13 овчарок (30,9%).

Возраст собак, в урогенитальных пробах от которых были обнаружены микоплазмы, в 31 случае составлял 2 года и старше (68,9%), в 8 случаях – от 6 месяцев до 2 лет (17,8%) и в 6 случаях это были щенки до 3-месячного возраста (13,3%).

В 4 случаях из 9 микоплазмы были изолированы из биоматериала как от щенков, так и их матерей, что составляет 44,5% от количества случаев одновременного исследования щенков и матерей.

Клинические симптомы заболевания (апатия, аппетит сохранён или слабо выражен, упитанность ниже средней, шерстный покров тусклый, истечения из мочевого тракта, бесплодие, мало- и мелкоплодие, рождение нежизнеспособных щенков) проявились только у 21 головы – 25,9% от общего числа инфицированных, что подтверждает бессимптомное носительство микоплазм.

Морфологические свойства микоплазм изучали микроскопическим методом. Колонии микоплазм, изолированные из патологического материала и принадлежащие разным видам, имели морфологические сходства.

Исследование 70 проб урогенитальной слизи собак различных пород методом полимеразной цепной реакции (табл. 2) выявило наличие генома микоплазм в 47 случаях, что составило 67,1%.

Таблица 2

Результаты ПЦР-исследований на микоплазмоз собак  
PCR diagnostics on dogs' mycoplasmosis

Тип содержания	Кол-во проб	Кол-во положительных	
		проб	%
Питомник № 1	37	19	51,4
Питомник № 2	13	9	69,2
Частное владение	20	19	95
В с е г о	70	47	67,1

Возраст собак, в пробах от которых были выделены нуклеиновые кислоты микоплазм, в 41 случае (87,2%) составил 2 года и старше, в 6 случаях (12,8%) – 1 год.

На рис. 1 представлены электрофореграммы продуктов амплификации ДНК микоплазм, обнаруженных в урогенитальных смывах собак, содержащихся в питомниках.

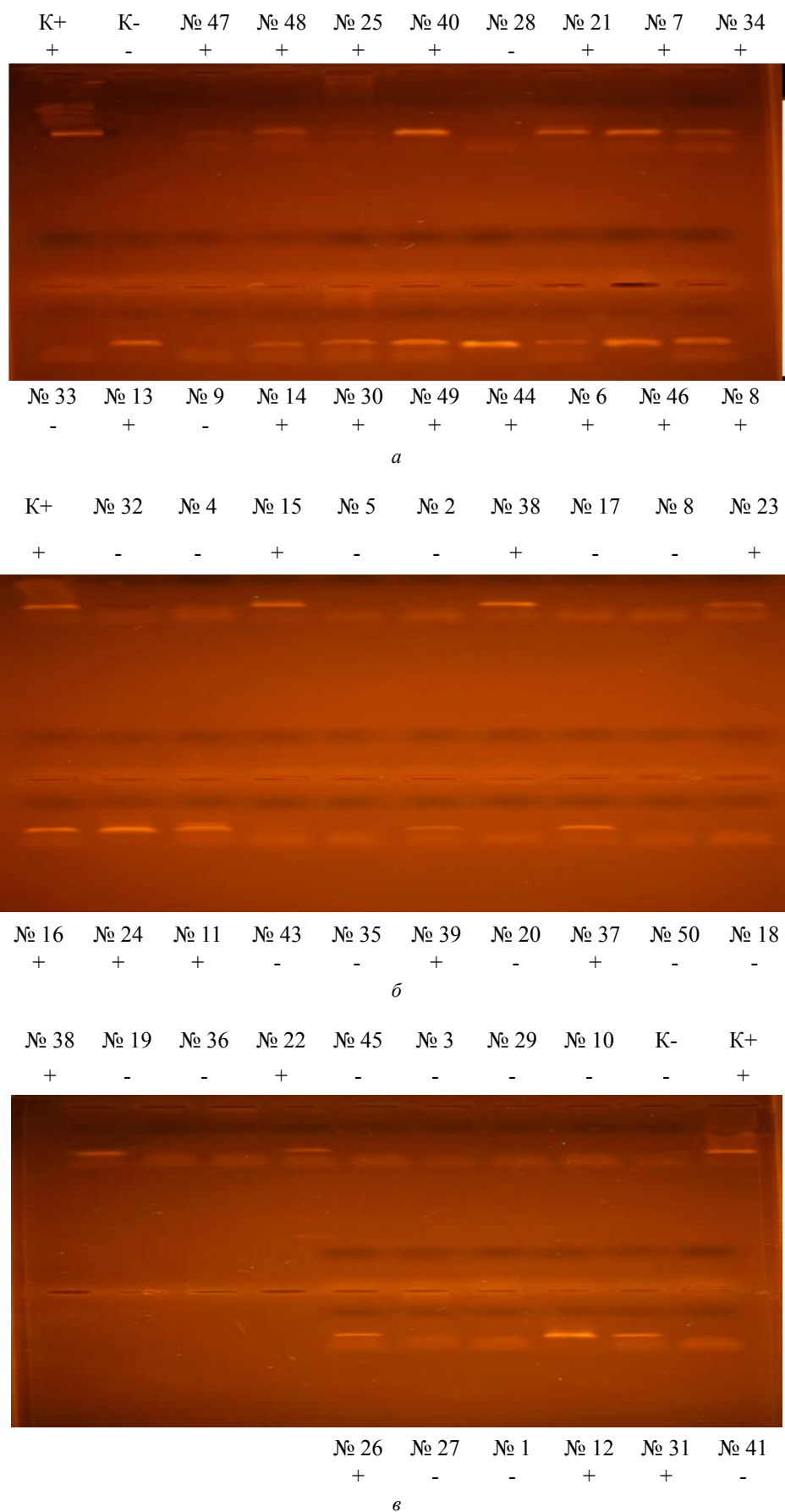


Рис. 1. Результаты ПЦР-анализа проб урогенитальной слизи собак на микоплазмоз  
 PCR analysis of urogenital mucus of dogs on mycoplasmosis

На первой электрофореграмме (см. рис. 1, *а*) в пробах № 47, 48, 25, 40, 21, 7, 34, 13, 14, 30, 49, 44, 6, 46, 8 наблюдали характерное свечение в виде полосы на гелевой дорожке, которая находится на том же расстоянии от старта, что полоса положительного контроля. Это говорит о наличии в данных пробах ДНК микоплазмы. Результат исследования в данных пробах положительный.

На второй электрофореграмме (см. рис. 1, *б*) отмечено характерное свечение в пробах № 15, 38, 23, 16, 24, 11, 39, 37. В данных пробах также отмечается наличие ДНК микоплазмы, результат исследований положительный.

На третьей электрофореграмме (см. рис. 1, *в*) в пробах № 38, 22, 26, 12, 31 результат исследований положительный, так как наблюдался характерный паттерн.

Таким образом, выявлено 28 положительных проб. Длина амплифицируемого фрагмента составила 509 п.н.

При исследовании урогенитальных смывов 20 собак, принадлежащих частным владельцам, методом полимеразной цепной реакции в пробах № 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 (рис. 2, *а*) и в пробах № 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39 (см. рис. 2, *б*) наблюдали наличие специфической полосы амплифицированной ДНК на уровне 509 п.н. Данные пробы считали положительными.

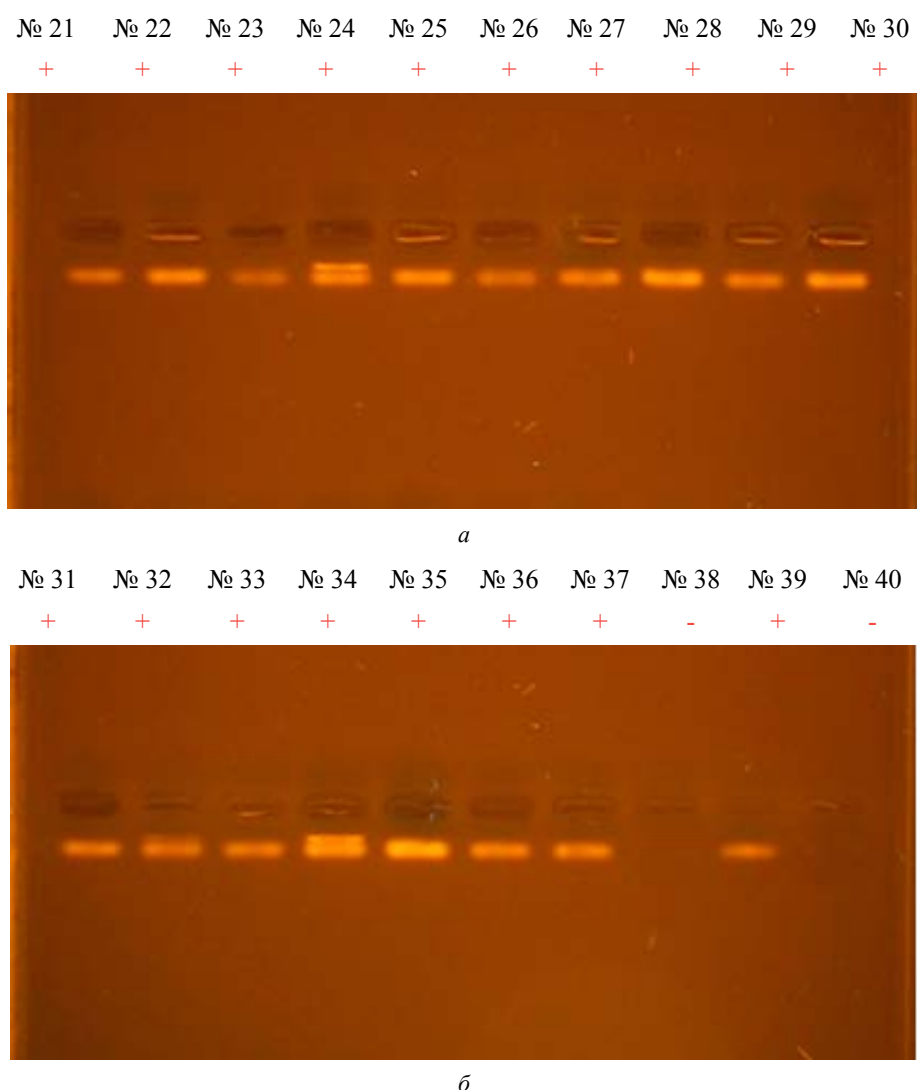


Рис. 2. Индикация микоплазм методом ПЦР в урогенитальной слизи собак частного владения  
Mycoplasmosis indication by means of PCR method in urogenital mucus of private dogs

При сравнении методов индикации микоплазм отмечено, что при бактериальном методе исследования на жидких селективных средах частота выявления микоплазм составила 55,9%, а при исследовании методом ПЦР – 67,1%, что на 11,2% больше. Наиболее чувствительным оказался метод ПЦР.

### ВЫВОДЫ

1. Микробиологическое исследование биоматериала от собак показало высокий уровень носительства микоплазм и уреоплазм.

Частота их выявления методом посева на жидкие селективные среды составила 55,9%.

2. Среди собак различных пород наибольшая доля инфицированных животных (77,8%) приходилась на терьеров (керри-блю терьер, бультерьер, русский черный терьер), лаек (75%) и овчарок (немецкая, восточно-европейская, южно-русская, среднеазиатская) – 61,8%.

3. Частота выявления генома микоплазм методом ПЦР составила 67,1%, что на 11,2% больше, чем при исследовании микробиологическим методом.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красиков А. П., Новикова Н. Н. Урогенитальная микоплазмоз-ассоциированная инфекция плотоядных. – Омск: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008. – 106 с.
2. Спрыгин А. В., Андрейчук Д. Б., Ирза В. Н. *Mycoplasma gallisepticum* и *Mycoplasma synoviae*: биологические свойства и молекулярная диагностика: обзор литературы. – Владимир: ВНИИЗЖ, 2010. – 63 с.
3. Коромыслов Г. Ф., Мессарош Я., Штипкович Я. Микоплазмы в патологии животных. – М.: Агропромиздат, 1987. – 113 с.
4. Колупаев В. Е., Гиммельфарб Е. И., Липова Е. В. Анализ эффективности количественных и качественных лабораторных методов выявления уреа- и микоплазм // Вестн. последиплом. мед. образования. – 2009. – № 1. – С. 37–41.
5. Свиридова А. Н. Ассоциативный микоплазмоз телят и его диагностика // Состояние и перспективы аграрной науки Казахстана и Западной Сибири: сб. науч. тр. Сев.-Казахстан. НИИ животноводства и ветеринарии. – 2007. – С. 291–297.
6. Рищук С. В., Мирский В. Е., Афонина И. Е. Проблемы диагностики урогенитальной микоплазменной инфекции // Бюл. Оренбург. науч. центра УрО РАН (электрон. журн.). – 2013. – № 1. – С. 1–15.
7. Прилепская В. Н., Абакарова П. Р. Урогенитальный хламидиоз // Гинекология. – 2004. – № 1. – С. 1–7.
8. Савичева А. М. Генитальные микоплазмы – проблемы диагностики и лечения // Клиническая дерматология и венерология. – 2008. – № 6. – С. 80–90.
9. Протопопова Т. А. Влагилищные инфекции // Рус. мед. журн. – 2012. – № 21. – С. 1102.
10. Диагностика ассоциативных инфекционных болезней крупного рогатого скота / А. П. Красиков, В. Э. Малошевич, Н. В. Лобанова [и др.] // Проблемы ветеринарного образования и научных исследований в агропромышленном комплексе: сб. науч. тр. ИВМ ОмГАУ. – 2004. – С. 187–193.
11. Ковалева И. В., Поддубная О. В. Возможность применения ПЦР-метода в ветеринарии // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2012. – С. 264–266.
12. Обухов И. Л., Яралова Е. А. Молекулярная диагностика инфекционных заболеваний кошек и собак // РВЖ. МДЖ. – 2005. – № 2. – С. 40–41.
13. Обухов И. Л. Применение ПЦР в ветеринарии // Аграр. Россия. – 2002. – № 2. – С. 62–64.
14. Красникова Е. С. Применение ПЦР в практике ветеринарного врача // Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2010. – С. 239–242.
15. Хворик Д. Ф. Хламидийно-ассоциированные инфекции: диагностика и лечение: монография. – Гродно: ГрГМУ, 2011. – 328 с.

16. Погосян Г. П., Коновалова А. А., Акимова В. В. Сравнительный анализ распространенности различных видов микоплазм // Междунар. журн. приклад. и фундаментал. исследований. – 2012. – № 1. – С. 99–101.
17. Новикова Н. Н. Экспресс-методы диагностики урогенитального микоплазмоза плотоядных: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Новосибирск, 2002. – 18 с.

**REFERENCES**

1. Krasikov A. P., Novikova N. N. *Urogenital'naya mikoplazmoz-assotsirovannaya infektsiya plotoyadnykh* (Urogenitalnaya mycoplasmosis – the associated infection carnivorous), Omsk: FGOU VPO OmGAU, 2008, 106 p.
2. Sprygin A. V., Andreichuk D. B., Irza V. N. *Mycoplasma gallisepticum i Mycoplasma synoviae: biologicheskie svoystva i molekulyarnaya diagnostika* (Mycoplasma gallisepticum and Mycoplasma synoviae: biological properties and molecular diagnostics), Vladimir: VNIIZZh, 2010, 63 p.
3. Koromyshov G. F., Messarosh Ya., Shtipkovich Ya. *Mikoplazmy v patologii zhivotnykh* (Mycoplasmas in pathology of animals), Moscow: Agropromizdat, 1987, 113 p.
4. Kolupaev V. E., Gimmel'farb E. I., Lipova E. V., *Vestnik poslediplomnogo meditsinskogo obrazovaniya*, 2009, No. 1, pp. 37–41. (In Russ.)
5. Sviridova A. H., *Sostoyanie i perspektivy agrarnoi nauki Kazakhstana i Zapadnoi Sibiri: sb. nauch. tr. Severo-Kazakhstanskogo NII zhivotnovodstva i veterinarii*, 2007, pp. 291–297. (In Russ.)
6. Rishchuk S. V., Mirskii V. E., Afonina I. E., *Byul. Orenburg. nauch. tsentra UrO RAN (elektron. zhurn.)*, 2013, No. 1, pp. 1–15. (In Russ.)
7. Prilepskaya V. N., Abakarova P. R., *Ginekologiya*, 2004, No. 1, pp. 1–7.
8. Savicheva A. M., *Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya*, 2008, No. 6, pp. 80–90. (In Russ.)
9. Protopopova T. A., *Rus. med. zhurn.*, 2012, No. 21, p. 1102. (In Russ.)
10. Krasikov A. P., Maloshevich V. E., Lobanova N. V., Vologodskaya O. V., *Problemy veterinarnogo obrazovaniya i nauchnykh issledovaniy v agropromyshlennom komplekse: sb. nauch. tr. IVM OmGAU*, 2004, pp. 187–193. (In Russ.)
11. Kovaleva I. V., Poddubnaya O. V., *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 2012, pp. 264–266. (In Russ.)
12. Obukhov I. L., Yaralova E. A., *RVZh MDZh*, 2005, No. 2, pp. 40–41. (In Russ.)
13. Obukhov I. L., *Agrar. Rossiya*, 2002, No. 2, pp. 62–64. (In Russ.)
14. Krasnikova E. S., *Veterinarnaya meditsina. Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya* (Veterinary Medicine. Modern problems and prospects): Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Saratov GAU, 2010, pp. 239–242. (In Russ.)
15. Khvorik D. F. *Khlamidiino-assotsirovannye infektsii: diagnostika i lechenie* (Chlamydia-related infections: diagnosis and treatment), Grodno: GrGMU, 2011, 328 p.
16. Pogosyan G. P., Konovalova A. A., Akimova V. V., *Mezhdunar. zhurn. priklad. i fundamental. issledovaniy*, 2012, No. 1, pp. 99–101.
17. Novikova N. N., *Ekspress-metody diagnostiki urogenital'nogo mikoplazmoza plotoyadnykh* (Express methods of diagnostics of urogenital mycoplasmosis carnivorous): avtoref. dis. ... kand. vet. nauk, Novosibirsk, 2002, 18 p.

УДК 591.4: 636.2

**МОРФОГЕНЕЗ ПОЧЕК У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
В ПРЕДПЛОДНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ**

**Г. А. Хонин**, доктор ветеринарных наук, профессор  
**Ю. М. Гичев**, кандидат ветеринарных наук, доцент  
**В. В. Семченко**, доктор медицинских наук, профессор  
**С. Ф. Мелешков**, доктор ветеринарных наук, профессор  
**Омский государственный аграрный университет,  
Омск, Россия**

**E-mail: sf.meleshkov@omgau.org**

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, эмбриогенез, мезонефрос, метанефрос, морфогенез, функциональная активность

**Реферат.** Проведено исследование мезонефроса и метанефроса у 12 эмбрионов крупного рогатого скота в возрасте от 35 до 60 суток. Эмбрионы или их части фиксировали в 4%-м нейтральном растворе формальдегида, жидкости Максимова, жидкости Карнуа и ацетоне, уплотняли путем заливки в парафин. Полученные срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Маллори. Гистохимическими методами определяли в структурах органа содержание белка и активность кислот фосфатазы. Результаты морфометрии структур метанефроса обработаны статистически. Работа выполнена в морфологической лаборатории Института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского ГАУ. Установлено, что зачаток метанефроса появляется в каудальной части эмбриона в возрасте 35 суток. Он не имеет границ и состоит из расположенной вокруг ответвлений Вольфова протока метанефрогенной ткани. В возрасте 60 суток в метанефросе выявляется четыре генерации нефронов, отличающихся друг от друга строением и признаками функциональной активности. Метанефроны первой генерации имеют признаки высокой функциональной активности и начинающейся инволюции. Сохранившиеся и функционирующие в дегенерирующем мезонефросе нефроны имеют похожее строение, что свидетельствует о последовательной передаче функции от мезонефроса к метанефросу в эмбриогенезе крупного рогатого скота. Большое количество эпителиоцитов париетального листка капсулы метанефральных телец первой генерации и проксимальных канальцев имеют признаки апокриновой секреции, указывающей на их активное участие в экскреторной функции метанефроса.

**THE MORPHOGENESIS OF KIDNEY IS OF CATTLE AT PRE-CALVING STAGE**

**Khonin G.A.**, Dr. of Veterinary Sc., Professor  
**Gichev Iu.M.**, Candidate of Veterinary Medicine, Associate Professor  
**Semchenko V.V.**, Dr. of Medical Sc., Professor  
**Meleshkov S.F.**, Dr. of Veterinary Sc., Professor  
**Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia**

*Key words:* cattle, embryogenesis, mesonephros, metanephric kidney, morphogenesis, functional activity.

*Abstract.* The authors investigated mesonephros and metanephros of 12 cattle embryos aged 35-60 days. The embryos and they parts were fixed in 4% solution of formaldehyde, Maximov's fluid, Carnoy's fluid and acetone and thickened by means of paraffin embedding. The slices were colored with haematoxylin and eosin and by means of Mallori method. The authors used histochemical methods for defining concentration of protein and activity of acid phosphatase in the organs. The results of morphometry were statistically processed in morphological laboratory of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Omsk State Agrarian University. The authors found out that metanephros appears in caudal part of embryo aged 35 days. It doesn't have any borders and consists of wolffian duct branches of metanephrogenic tissue. The researchers revealed four generations of nephrons in metanephric kidney (embryo aged 60 days) that differ in the structure and features of functional activity. Metanephrons of the 1<sup>st</sup> generation have features of high functional activity and

*beginning involution. Those nephrons, which were kept and functioned, have similar structure. This speaks about functional transmission from mesonephros to metanephros in the cattle embryogenesis. The great number of epithelial cells of parietal layer of metanephric bodies of the 1<sup>st</sup> generation and proximal tubules have features of apocrine secretion that speaks about their active excretory function of metanephros.*

Изучению эмбриогенеза первичной и вторичной почки, мезонефроса и метанефроса у человека, млекопитающих и птиц в последние годы посвящено большое количество научных исследований [1–10]. Интерес к этим органам, особенно в ранний период развития эмбрионов, обусловлен не только необходимостью углубления знаний о закономерностях развития органов и систем организма и механизме его регуляции, но и возможным прикладным значением [1, 2, 11]. Для более глубокого понимания механизмов регуляции эмбрионального нефрогенеза рядом исследователей проводились эксперименты по культивированию почки эмбрионов *in vivo* по Ф.М. Лазаренко [12]. Многими авторами установлено, что у человека и других млекопитающих закладка и начало функциональной активности метанефроса приходится на период, когда еще сохраняется активность мезонефроса, т. е. осуществляется постепенная передача функции [2, 8–10]. Высказывается мнение, что именно постепенной передачей мочеобразовательной функции от первичной почки к вторичной обусловлено морфологическое сходство мезо- и метанефронов [2]. В развитии мезонефроса, как и в развитии метанефроса, наблюдается последовательная смена генераций нефронов. Смена генераций мезо- и метанефронов рассматривается рядом авторов как проявление дивергенции морфогенеза промежуточной мезодермы [13–16].

Морфофункциональные особенности мезо- и метанефронов разных генераций свидетельствуют не только о провизорности этих структур, но и о провизорности их функций [4, 12, 17]. Онтогенетическая последовательность формирования нефронов метанефроса, по мнению авторов некоторых работ, является отражением филогенетических закономерностей возникновения прогрессивной краниокаудальной дифференцировки нефронов мезонефроса [12]. Смена генераций нефро-

нов в первичной почке происходит в краниокаудальном направлении, а во вторичной она связана с порядком ветвления дивертикула Вольфова протока [2].

Процессы органо- и гистогенеза мезо- и метанефроса достаточно глубоко изучены у эмбрионов человека, мышей, крыс, кроликов, некоторых сельскохозяйственных животных и птицы, но работ по изучению морфофункциональных особенностей мезонефроса и метанефроса у крупного рогатого скота в предплодный период развития в доступной литературе мы не обнаружили.

Цель исследований – изучить особенности гистологического строения мезонефроса и метанефроса у эмбрионов крупного рогатого скота в предплодный период развития, а также дать оценку функциональной активности их структур.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для разрешения поставленной задачи было исследовано 12 эмбрионов крупного рогатого скота красной степной породы в ранний предплодный (35–50 суток) и поздний предплодный (51–60 суток) периоды развития. Эмбрионы или их фрагменты фиксировали в нейтральном 4%-м растворе формальдегида, жидкости Максимова, жидкости Карнуа, холодном ацетоне и уплотняли путем заливки в парафин. Полученные на роторном микротоме срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Маллори, активность кислой фосфатазы выявляли по Гомори, наличие белка – по методу Елисеева [18].

Результаты измерения структур метанефроса обработаны статистически: методом описательной статистики и t-статистики.

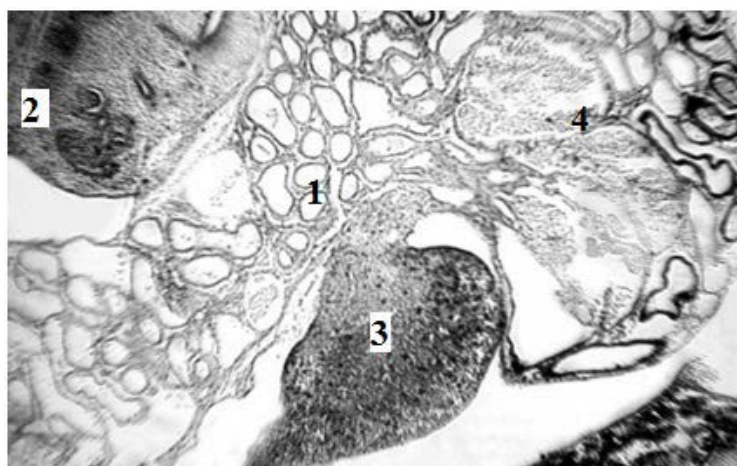
Работа выполнена в морфологической лаборатории Института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского ГАУ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

При гистологическом анализе препаратов нами установлено, что зачаток метанефроса появляется у эмбрионов крупного рогатого скота в раннем предплодном периоде (35 суток). Он располагается в конце каудальной части мезонефроса, над его дорсальной поверхностью, и не имеет четких границ с окружающей тканью. Он состоит из недифференцированной метанефрогенной ткани, которая вокруг ответвлений дивертикула Вольфа протока образует скопления метанефрогенной ткани, затем преобразуется в не имеющие просвета клеточные тяжи. В возрасте 40 суток происходит изгиб тела эмбриона, при этом зачаток метанефроса смещается в кра尼альном направлении и оказывается над средней частью первичной почки (мезонефроса), над её изгибом. В этот же период с внутренней стороны изгиба мезонефроса формируется зачаток половой гонады. К этому времени метанефрос отграничивается от окружающей ткани и приобретает характерную бобовидную форму.

В субкапсулярной области органа, в участках внедрения в метанефрогенную ткань от-

ветвлений дивертикула Вольфа протока, начинается формирование метанефронов. Эти ответвления первого порядка немногочисленны, соответственно немногочисленны и зачатки нефронов – на гистологических сагиттальных срезах насчитывается 5–6 почечных телец на незавершенной стадии формирования. Основную массу метанефроса в этот период составляет центральная зона, состоящая из недифференцированной соединительной ткани, в которой проходят ответвления дивертикула Вольфа протока. Кровеносные сосуды на этой стадии развития метанефроса не обнаруживаются ни в центральной, ни в периферической зонах. В эпителии ответвлений дивертикула, эпителии формирующихся нефронов и в окружающей их метанефрогенной ткани отмечается высокая активность кислой фосфатазы, что свидетельствует о высоком уровне обмена веществ в этих структурах. В каудальной части мезонефроса к 40-м суткам эмбриогенеза прекращаются процессы нефроногенеза, но активизируется секреторная и экскреторная активность дифференцированных мезонефронов и канальцев, в которых также выявляется высокая активность кислой фосфатазы (рис. 1).



*Рис. 1.* Активность КФ в тканях 40-суточного эмбриона крупного рогатого скота: 1 – место изгиба мезонефроса; 2 – метанефрос; 3 – половая гонада; 4 – каудальная часть мезонефроса. Метод Гомори. Ув.× 50  
Metanephros of the cattle embryo aged 60 days: 1 – colligation ducts; 2 – metanephral bodies of the 1<sup>st</sup> generation; 3 – metanephral body of the 2<sup>nd</sup> generation; 4 – metanephral body of the 3<sup>rd</sup> generation; 5 – formation of 4<sup>th</sup> generation metanephroses. Mallori colouring. Zoom × 50

В конце предплодного периода развития (60 суток) в сохранившейся каудальной части мезонефроса прогрессируют инволютивные процессы. Вместе с тем в нем сохраняются

мезонефральные тельца с признаками экскреторной активности сосудистых клубочков и апокриновой секреции призматических эпителиоцитов париетального листка капсулы.

Зачаток метанефроса в это время приобретает внешние очертания, свойственные дефинитивной почке крупного рогатого скота. Он имеет бобовидную форму, на его поверхности образуются борозды. Периферическая зона метанефроса становится значительно шире, в её субкапсулярной части располагается недифференцированная метанефрогенная ткань и происходит образование новых нефронов.

Наиболее крупные метанефральные тельца, тельца метанефронов первой генерации,

расположены в центральной части около ответвлений первого порядка дивертикула Вольфова протока. Они расположены группами и отделены друг от друга только стенками капсул и тонкими прослойками формирующейся рыхлой соединительной ткани (рис. 2). Такое расположение характерно и для мезонефральных телец.

Площадь полости капсулы метанефронов первой генерации расширена и составляет 50,46% от площади тельца (таблица).

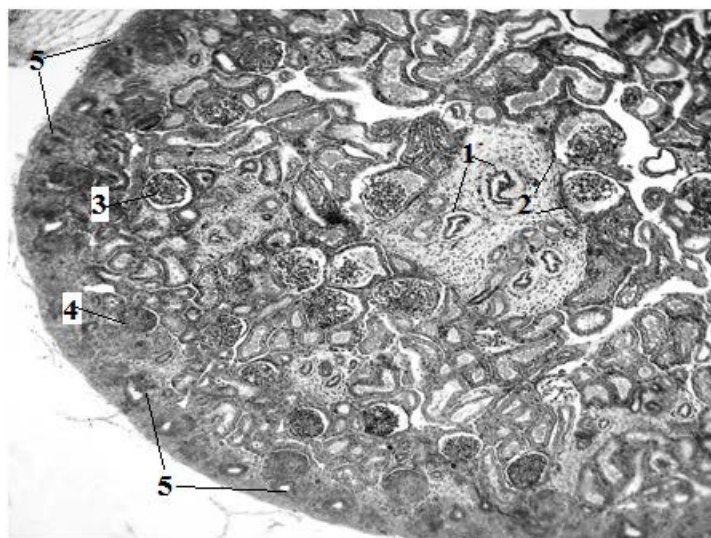


Рис. 2. Метанефрос 60-суточного эмбриона крупного рогатого скота: 1 – собирательные протоки; 2 – метанефральные тельца 1-й генерации; 3 – метанефральное тельце 2-й генерации; 4 – метанефральное тельце 3-й генерации; 5 – формирование метанефронов 4-й генерации. Окраска по методу Маллори. Ув.×50

Metanephros of the cattle embryo aged 60 days: 1 – colligation ducts; 2 – metanephral bodies of the 1<sup>st</sup> generation; 3 – metanephral body of the 2<sup>nd</sup> generation; 4 – metanephral body of the 3<sup>rd</sup> generation; 5 - formation of 4<sup>th</sup> generation metanephrons. Mallori colouring. Zoom×50

**Морфометрические показатели структур метанефроса 60-суточных эмбрионов крупного рогатого скота (M±m)**  
**Morphometric parameters of the structures of the kidney development 60-day-old cattle embryos (M±M)**

Показатель	Нефроны 1-й генерации	Нефроны 2-й генерации
1	2	3
Площадь, мкм <sup>2</sup>		
тельца	15993,40±756,70	6652,90±321,60*
сосудистых клубочков	7923,10±401,15	4656,00±223,80*
полости капсулы	8070,30±412,20	1996,80±103,40*
Эпителициты капсулы		
высота, мкм	12,90±0,70	9,90±0,52*
площадь клетки, мкм <sup>2</sup>	94,18±5,32	58,17±3,11*
площадь ядра, мкм <sup>2</sup>	23,45±1,34	23,46±2,22
ЯЦО	0,25±0,01	0,40±0,02*
Эпителициты проксимальных канальцев		
высота, мкм	11,60±0,62	10,60±0,56
площадь клетки, мкм <sup>2</sup>	96,65±4,94	62,97±3,32*
площадь ядра, мкм <sup>2</sup>	24,34±3,17	21,69±2,44
ЯЦО	0,25±0,01	0,35±0,02*

Окончание таблицы

1	2	3
Эпителиоциты дистальных канальцев		
высота, мкм	8,55±0,49	7,55±0,92
площадь клетки, мкм <sup>2</sup>	45,39±3,11	44,63±2,96
площадь ядра, мкм <sup>2</sup>	16,73±1,32	29,69±2,13*
ЯЦО	0,37±0,02	0,48±0,02*

\* Различия достоверны (P<0,05) в сравнении с показателями нефронов 1-й генерации.

Сосудистые клубочки этих телец имеют округлую форму, кровеносные капилляры содержат большое количество безъядерных эритроцитов. В полостях капсул имеется большое количество содержимого в виде мелких шаровидных образований, слабо окрашивающихся обычными красителями и не содержащих белок. Эпителий париетального листка капсулы метанефральных телец по направлению от сосудистого полюса к устью проксимального

канальца изменяется от плоского однослойного до призматического. На апикальных концах эпителиоцитов имеются выпячивания, которые, отшнуровываясь, поступают в полость капсулы в виде описанных выше шаровидных образований. Эти морфологические признаки характерны для выделения секрета по макроапокриновому типу и наблюдаются также в мезонефральных тельцах (рис. 3).

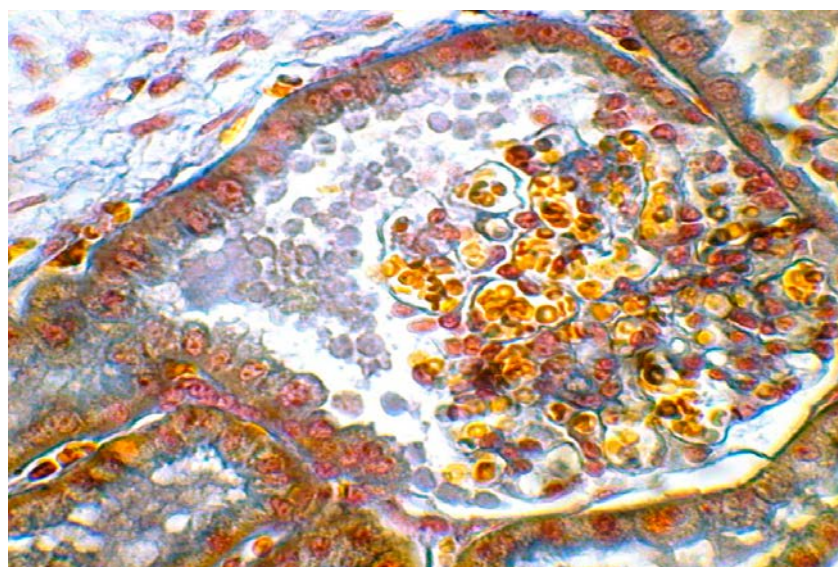


Рис. 3. Метанефрос 60-суточного эмбриона крупного рогатого скота. Почечное тельце и проксимальные канальцы метанефрона 1-й генерации. Окраска по методу Маллори. Ув. × 400

Metanephros of the cattle embryo aged 60 days. Renal corpuscle and proximal metanephrons of the 1<sup>st</sup> generation. Mallori colouring. Zoom × 400

В расширенных проксимальных канальцах метанефронов первой генерации также обнаруживается содержимое, имеющее глобулярную или аморфную структуру. Эпителиоциты этих канальцев, так же как эпителиоциты париетального листка капсулы, имеют признаки апокриновой секреции. Они имеют сходство также и по морфометрическим показателям (P>0,05).

Дистальные канальцы выстланы призматическими эпителиальными клетками, имеющими меньшую, чем в проксимальных канальцах, высоту и площадь (P<0,05) (см. таблицу). В просветах дистальных канальцев выявляется только аморфное или нитевидное содержимое.

В некоторых метанефронах первой генерации наблюдаются признаки дегенерации.

Сосудистые клубочки уменьшаются в размере за счет спадения кровеносных капилляров, их поверхность становится неровной, расширенная полость капсулы заполнена глобулярным содержимым. Проксимальные канальцы этих метанефронов также расширены и за-

полнены таким же, как и в полости капсул, содержимым, являющимся продуктом апокриновой секреции эпителиоцитов. В некоторых проксимальных канальцах отмечается дистрофия эпителиоцитов, их цитоплазма вакуолизована, ядра пикнотичны (рис. 4).

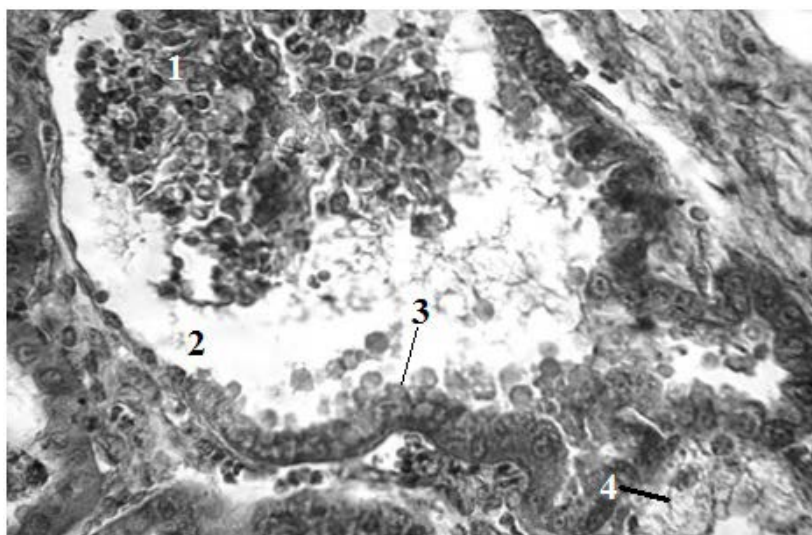


Рис. 4. Метанефрос 60-суточного эмбриона крупного рогатого скота. Дегенеративные изменения метанефрона 1-й генерации: 1 – деформированный и уменьшенный в размере сосудистый клубочек; 2 – расширенная полость капсулы; 3 – эпителиоциты париетального листка капсулы с признаками апокриновой секреции; 4 – вакуольная дистрофия эпителиоцитов проксимального канальца. Окраска по методу Маллори. Ув.×400

Metanephros of the cattle embryo aged 60 days. Degenerative changes of 1<sup>st</sup> generation metanephrons: 1 – strained and small glomerulus of the renal corpuscle; 2 – extended cavity of capsule; 3 – epithelial cells of parietal layer with features of apocrine secretion; 4 – hydropic degeneration of epithelial cells of proximal metanephrons. Mallori colouring. Zoom.×400

Метанефральные тельца метанефронов второй генерации расположены в средней зоне формирующегося коркового вещества (см. рис. 2). Они также имеют признаки морфофункциональной дифференцировки, но их площадь, а также площади сосудистых клубочков и полости капсулы значительно меньше этих показателей метанефронов первой генерации ( $P < 0,05$ ). Кровеносные капилляры сосудистых клубочков расширены, заполнены эритроцитами. В полостях капсул метанефральных телец имеется содержимое, которое, в отличие от метанефральных телец центральной зоны, имеет аморфную структуру. Высота эпителиоцитов париетального листка капсулы также увеличивается от сосудистого полюса к устью проксимального канальца, но

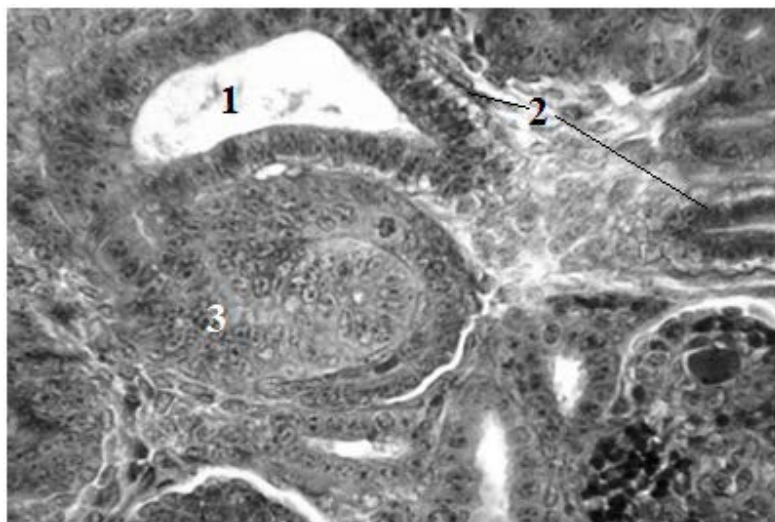
их морфометрические показатели отличаются от показателей эпителиоцитов телец метанефронов первой генерации ( $P < 0,05$ ) (см. таблицу).

На поверхности эпителиоцитов париетального листка капсулы имеется четко выраженная, окрашивающаяся по методу Маллори в синий цвет, щеточная каемка. Она выявляется и у эпителиоцитов проксимальных канальцев этих метанефронов. Их морфометрические показатели, так же как показатели эпителиоцитов проксимальных канальцев метанефронов первой генерации, близки к показателям эпителиоцитов париетального листка капсулы. В просвете проксимальных канальцев, как и в полости капсул клубочков, имеется аморфное содержимое. Такое же содержи-

мое обнаруживается и в просвете дистальных канальцев. Высота и площадь эпителиоцитов дистальных канальцев метанефроне второй генерации незначительно меньше, чем у нефроне первой генерации ( $P > 0,05$ ), а значение ЯЦО эпителиоцитов больше ( $P < 0,05$ ), что обусловлено большей площадью ядер эпителиальных клеток (см. таблицу).

В поверхностной зоне метанефроса 60-суточных эмбрионов крупного рогатого скота находятся не завершившие дифференцировку метанефроны третьей генерации (см. рис. 2), в которых, в отличие от метанефральных телец первой и второй генераций, эпителий париетального листка капсулы плоский во всех его участках и сеть капилляров в сосудистых клубочках слабо развита. Полости капсулы телец этих метанефроне имеют незначительную площадь и содержимое в них не выявляется. Дифференцировка проксимальных и дистальных канальцев в них не завершена.

Под самой капсулой закладываются метанефроны четвертой генерации (см. рис. 2). Формирование нефрона начинается с внедрения в метанефрогенную ткань концевых ответвлений дивертикула метанефрального протока – собирательных трубочек, дихотомического их разделения и соединения с образующимися около их концов клеточными тяжами. В этих тяжах образуется просвет и они принимают форму пузырьков. В последующем на стенках этих пузырьков образуются вдавливания, в которые начинают внедряться (инвагинировать) соседние с этим вдавливанием участки. Вместе с ними в полость пузырька внедряется и мезенхима. Эпителий противоположной инвагинату стенки пузырька постепенно уплощается, превращаясь в париетальный листок капсулы, а из клеточного материала, внедрившегося в полость пузырька, образуется висцеральный листок (рис. 5).



*Рис. 5.* Метанефрос 60-суточного эмбриона крупного рогатого скота: 1 – пузырьковидное расширение в месте контакта формирующегося метанефрона и собирательной трубочки; 2 – эпителиоциты собирательной трубочки с апикальным расположением ядер и неокрашенной базальной цитоплазмой; 3 – формирующееся почечное тельце. Окраска по методу Маллори. Ув.×200

Metanephros of the cattle embryo aged 60 days: 1 – vesicular extension in forming metanephron and collector tubule; 2 – epithelial cells of collector tubule with apical position of cores and not-colored basal cytoplasm; 3 – forming renal corpuscle. Mallori colouring. Zoom×200

Образование капиллярной сети клубочка, как было сказано выше, начинается с внедрения в полость пузырька, вместе с инвагинацией, окружающей пузырьки мезенхимы. Во

внедрившейся мезенхиме почти сразу появляются эритроциты, в то время как кровеносные капилляры во внедряющейся мезенхиме отсутствуют (рис. 6).

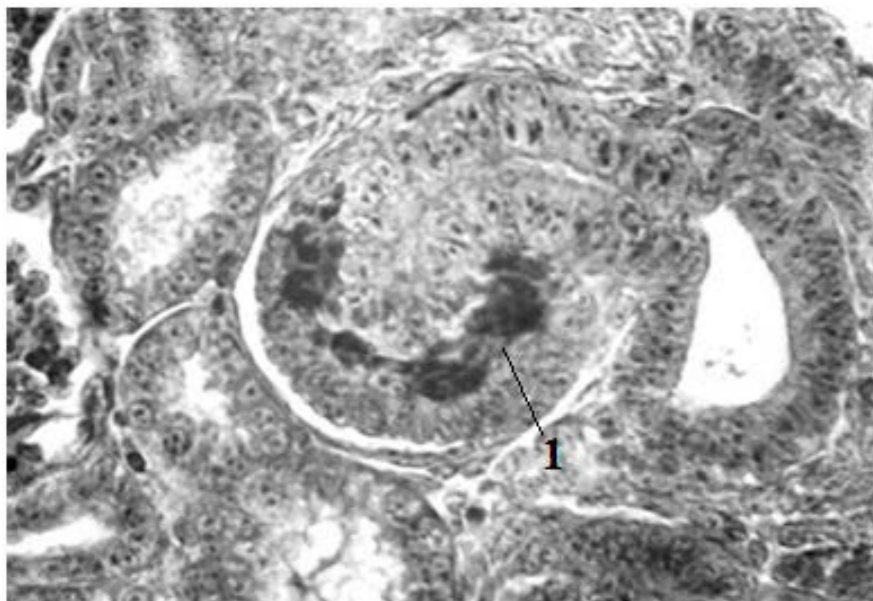


Рис. 6. Метанефрос 60-суточного эмбриона крупного рогатого скота: 1 – эритроциты в мезенхиме, внедрившейся в формирующееся метанефральное тельце.  
 Окраска по методу Маллори. Ув.×200  
 Metanephros of the cattle embryo aged 60 days: 1 - erythrocytes in mesenchyme penetrated forming metanephron. Mallori colouring. Zoom ×200

По нашему мнению, формирование капилляров и эритропоэз происходят непосредственно во внедрившейся при инвагинации мезенхиме, а связь с приносящими и выносящими сосудами происходит позже. На возможный эритропоэз в формирующемся сосудистом клубочке может указывать полихроматофильность находящихся в них эритроцитов, проявляющаяся при окраске по методу Маллори. Л. В. Вихарева с соавторами [19] отмечают два этапа в формировании сосудов почечных телец метанефроса человека: первый – развитие капилляров во растающей во время инвагинации мезенхиме, второй – встречное проникновение кровеносных сосудов из окружающей зачаток метанефрона мезенхимы. На возможность эритропоэза во внедрившейся мезенхиме авторы не указывают.

Система собирательных трубочек и протоков метанефроса эмбрионов крупного рогатого скота формируется из древовидно ветвящихся выростов дивертикула Вольфова протока. В области ворот метанефроса от этих выростов отделяются внутридольковые собирательные протоки. От них отходят ветви первого порядка, которые, внедрившись в ме-

танефрогенную ткань, инициируют образование нефронов первой генерации, отходящие от них ветви второго порядка связаны с нефронами второй генерации, ветви третьего и четвертого порядков – с нефронами третьей и четвертой генераций.

В области ворот метанефроса собирательные протоки окружены широкими прослойками соединительной ткани. По мере уменьшения диаметра ответвлений уменьшается и ширина окружающей их мезенхимы. Немногочисленные в этот период развития артериальные и венозные сосуды проходят рядом с этими прослойками, отдавая в них немногочисленные капилляры. Высота и площадь эпителиоцитов однорядного призматического эпителия, выстилающего собирательные протоки и трубочки, уменьшаются по мере уменьшения их диаметра. Так, в ветвях первого порядка они равны  $20,12 \pm 1,53$  мкм и  $102,36 \pm 6,24$  мкм<sup>2</sup>, а в месте контакта с дистальными канальцами метанефрона в области пузырька эти показатели составляют  $8,50 \pm 0,63$  мкм и  $36,89 \pm 2,73$  мкм<sup>2</sup> соответственно. Отличительной особенностью эпителиоцитов формирующейся мочевыводящей системы у эмбрионов крупного рогатого

скота является расположение ядер в апикальных частях клеток. Базальные части эпителиоцитов обычными красителями не окрашиваются, что особенно заметно при окраске по методу Маллори. Именно эта особенность морфологии клеток позволила нам определить, что в начале формирования метанефронов собирательные трубочки соединяются с эпителиоцитами метанефрона в дистальной части пузырька, а с дифференцированными метанефронами они объединяются в концевых частях дистальных канальцев, прилегающих к сосудистым полюсам метанефральных телец. А. J. Nowie с соавторами [20], опираясь на результаты иммуногистохимических исследований, также указывают, что соединение собирательных трубочек и дистальных канальцев происходит в области «macula densa» у сосудистого полюса почечного тельца.

Таким образом, в период с 35-х до 60-х суток развития эмбрионов крупного рогатого скота происходит закладка метанефроса из нефрогенной мезодермы, приобретение органом характерной формы, образование в нем метанефронов трех генераций и начало формирования метанефронов четвертой генерации. У эмбрионов человека аналогичные процессы происходят в сопоставимые сроки [2].

Метанефральные тельца и сосудистые клубочки метанефронов первой генерации у 60-суточных эмбрионов значительно крупнее телец последующих генераций, но существенно меньше мезонефральных телец сохранившегося еще в этот период и проявляющегося, наряду со значительными дегенеративными изменениями, признаки функциональной активности мезонефроса. Площадь мезонефральных телец составляет  $647232,5 \pm 3613,2$  мкм<sup>2</sup>, а площадь телец метанефронов первой генерации –  $15993,4 \pm 756,7$  мкм<sup>2</sup>. Вместе с тем отмечается и некоторое сходство. Так, высота эпителиоцитов париетального листка капсулы мезонефральных телец, как и у метанефральных телец первой генерации, увеличивается по направлению от сосудистого полюса к устью проксимального канальца и достигает  $13,12 \pm 0,74$  мкм. Высота эпителиоцитов париетального листка капсулы

метанефронов первой генерации  $12,90 \pm 0,73$  мкм. Эпителиоциты париетального листка капсулы также имеют признаки апокриновой секреции. Они наблюдаются и в проксимальных канальцах мезонефронов и метанефронов первой генерации. С. М. Пантелеев с соавторами [2] также отмечают сходство метанефронов первой генерации с мезонефронами первичной почки у крысы и человека и считают, что они выполняют провизорную роль при переходе экскреторной функции от мезонефроса к метанефросу. В нашем исследовании тоже отмечалось появление у 60-суточных эмбрионов крупного рогатого скота дегенеративных изменений в метанефронах первой генерации по мере увеличения количества дифференцированных метанефронов второй генерации. Как и у крыс и человека [2, 21], они проявлялись уменьшением размера сосудистых клубочков и, наоборот, увеличением полости капсулы и канальцев. Мы, кроме того, наблюдали в канальцах метанефронов первой генерации признаки вакуольной дистрофии.

В. Л. Янин с соавторами [1] также отмечали наличие призматических клеток в эпителии париетального листка капсулы мезонефральных телец человека, но на их апикальной поверхности имелись микроворсинки, а не характерные для апокриновой секреции выпячивания. Авторы обнаруживали признаки апокриновой секреции в эпителиоцитах канальцев второго порядка мезонефронов человека. По данным С. М. Пантелеева с соавторами [2], высота эпителия париетального листка метанефральных телец у крыс увеличивалась от сосудистого полюса к устью проксимального канальца, но на апикальной поверхности эпителиоцитов имелась щеточная каемка. В метанефральных тельцах эмбрионов человека в возрасте 8,5 недели (60 суток) авторы не отмечали наличия призматических клеток в эпителии париетального листка капсулы. По нашим наблюдениям, призматические эпителиоциты не образуются в париетальном листке капсулы метанефральных телец метанефронов третьей генерации, а в метанефронах второй генерации на апикальной поверхности

призматических эпителиоцитов капсулы имеется щеточная каемка. Она есть и у эпителиоцитов проксимальных канальцев этих метанефронов.

Отмеченные видовые различия в морфологии метанефронов разных генераций могут свидетельствовать о различиях в функциональном значении метанефроса у эмбрионов млекопитающих, связанных с различными филогенетическими путями их развития. Отмеченные нами признаки секреторной активности эпителия капсулы метанефральных телец первой и второй генерации и отличной от дефинитивных почек апокриновой секреции эпителиоцитами проксимальных канальцев свидетельствуют о том, что в формировании метанефральной мочи, наряду с ультрафильтратом, участвует секрет эпителия капсулы и проксимальных канальцев. Однако существует мнение о том, что наличие в париетальном листке капсулы телец мезо- и метанефронов столбчатых секретирующих эпителиоцитов является признаком их деструкции [15]. С. М. Пантелеев с соавторами [2] считают, что неспецифическая секреция эпителиоцитов проксимальных канальцев метанефрона у крыс свидетельствует о первичном становлении в филогенезе их секреторной способности и о вторичном – механизма реабсорбции. По нашему мнению, смена в процессе развития как мезонефроса, так и метанефроса нефронов разных генераций, обладающих различными морфологическими и функциональными особенностями, является признаком провизорности этих структур отражающей как этапы филогенеза, так и их функциональное значение в определенные периоды эмбриогенеза.

## ВЫВОДЫ

1. Метанефрос у крупного рогатого скота, как и у других млекопитающих, закладывается и проявляет признаки функциональной активности в предплодный период, до прекращения функции и завершения инволюции мезонефроса.

2. В метанефросе предплодов крупного рогатого скота выявляется четыре генерации нефронов, отличающихся по строению и характеру функции. Метанефроны первой генерации по морфологическим признакам похожи на мезонефроны инволюирующего мезонефроса. В них, наряду с функциональной активностью, по мере увеличения количества дифференцированных метанефронов второй генерации нарастают деструктивные изменения, что свидетельствует о их провизорном значении.

3. На апикальной поверхности низких призматических эпителиоцитов париетального листка капсулы телец и эпителиоцитов проксимальных канальцев метанефронов второй генерации, в отличие от метанефронов первой генерации, имеется щеточная каемка. В не завершивших морфофункциональную дифференцировку метанефральных тельцах третьей генерации эпителий париетального листка плоский.

4. Морфологические признаки интенсивной апокриновой секреции эпителиоцитами париетального листка капсулы и проксимальных канальцев метанефронов первой генерации и наличие призматических эпителиоцитов со щеточной каемкой в париетальном листке капсулы метанефральных телец второй генерации могут отражать этапы становления функции почек в филогенезе крупного рогатого скота.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мезонефрос* / В. Л. Янин, П. В. Дунаев, Г. С. Соловьев [и др.]. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 130 с.
2. *Метанефрос* (нефроногенез) / С. М. Пантелеев, Л. В. Вихарева, Г. С. Соловьев, В. Л. Янин. – Тюмень: Феликс, 2006. – 164 с.
3. *Динамика* структурных показателей нефронов первичной почки человека и птицы на стадиях витального цикла / В. Л. Янин, О. Г. Соловьева, О. Ф. Истомина [и др.] // *Морфология*. – 2013. – Т. 144, № 5. – С. 137–138.

4. *Провизорные* органогенезы при развитии первичной почки человека / А. В. Маргарян, В. А. Шидин, Д. А. Мухамедьяров [и др.] // Морфологические ведомости. – 2013. – № 4. – С. 6–14.
5. *Структурная* характеристика мезонефронов на стадиях витального цикла первичной почки человека и птицы / А. В. Маргарян, В. А. Шидин, О. Ф. Истомина [и др.] // Морфология. – 2014. – Т. 145, № 3. – С. 123.
6. *Виноградова М. С., Боярская А. Р., Прокопьева Е. А.* Особенности пренатального и постнатального развития почек у вазопрессин-дефицитных крыс линии Браттлборо // Морфология. – 2013. – Т. 143, № 1. – С. 53–58.
7. *Сентюрова Л. Г., Ганина О. Г.* Морфометрическая характеристика эпителиоцитов нефронов крыс в постнатальном онтогенезе // Естественные науки. – 2012. – № 1. – С. 203–206.
8. *Patil K. G., Karim K. B., Janbandhu K. S.* Development of Mesonephros and Metanephros in Indian Fruit Bat Roussettus Leschenaulti (Desmarest), Family – Pteropodidae, Chiroptera, Mammalia // International Journal of Biotechnology and Biosciences. – 2012. – Vol.2. – P. 152–162.
9. *Patil K. G., Janbandhu K. S.* Morphology and Histoarchitectural Observations on the Renal Organs of Indian Leaf-Nosed Bat Hipposideros speoris, Order – Chiroptera, Mammalia (Schnider) // Ibid. – P. 64–70.
10. *Patil K. G., Janbandhu K. S.* Development of Mesonephros and Metanephros in Phalange Stage Embryo of Leaf-Nosed Bat Hipposideros speoris (Schnider); Chiroptera, Mammalia // World Journal of Zoology. – 2015. – Vol.10 (3). – P. 181–187.
11. *Takasato M., Little M. H.* The origin of the mammalian kidneys: implication for recreating the kidneys in vitro // Development. – 2015. – 142 с.
12. *Имплантационный* рост и провизорность / С. М. Пантелеев, Г. С. Соловьев, В. Л. Янин [и др.]. – Тюмень: Айвекс, 2014. – 160 с.
13. *Дивергенция* морфогенеза промежуточной мезодермы при развитии первичной почки амниотов / Г. С. Соловьев, А. В. Маргарян, В. А. Шидин [и др.] // Морфология. – 2014. – Т. 145, № 3. – С. 123.
14. *Shidin V. A.* Divergence phenomenon of organogenesis in human and poultry primary kidney development // 10<sup>th</sup> International Medical Student's Congress In Novi Sad, 16–19<sup>th</sup> of July, The Republic of Serbia. – 2015. – P. 182.
15. *Шидин В. А.* Дивергенция органогенеза при развитии первичной почки человека и птицы // Морфология. – 2016. – Т. 149, № 3. – С. 239–240.
16. *Пантелеев С. М., Вихарева Л. В., Маргарян А. В.* Детерминация клеток каудального отдела промежуточной мезодермы // Морфология. – 2012. – Т. 141, № 3. – С. 121.
17. *Провизорные* органогенезы на стадиях витального цикла первичной почки птицы / А. В. Маргарян, В. А. Шидин, Д. А. Мухамедьяров [и др.] // Морфологические ведомости. – 2014. – № 1. – С. 54–61.
18. *Гистологическая* техника / В. В. Семченко, С. А. Барашкова, В. И. Ноздрин, В. Н. Артемьев. – Омск: Ом. мед. акад., 2006. – 290 с.
19. *Механизмы* формирования сосудистого русла окончательной почки человека в пренатальном развитии / Л. В. Вихарева, О. Ф. Ярославцева, К. К. Мкртычева [и др.] // XII конгресс МАМ и VII съезд ВНОАГЭ, 28 мая-1 июня. – Тюмень, 2014. – Т. 145, № 3. – С. 43.
20. *Howie A. J., Smithson N., Rollason T. P.* Reconsideration of the development of the distal tubule of the human kidney // J. Anat. – 1993. – № 1. – P. 141–147.
21. *Пантелеев С. М., Вихарева Л. В., Маргарян А. В.* Детерминация клеток каудального отдела промежуточной мезодермы // Морфология. – 2012. – Т. 141, № 3. – С. 121.

## REFERENCES

1. Yanin V. L., P. V. Dunaev P. V., Solov'ev G. S. *Mezonefros* (Mezonefros), Ekaterinburg: UrO RAN, 2000, 130 p.
2. Panteleev S. M., Vikhareva L. V., Solov'ev G. S., Yanin V. L. *Metanefros (nefronogenez)* Metanefros (nefronogenez), Tyumen': Feliks, 2006, 164 p.
3. Yanin V. L., Solov'eva O. G., Istomina O. F. *Morphology*, 2013, No. 5 (144), pp. 137–138. (In Russ.)
4. Margaryan A. V., Shidin V. A., Mukhamed'yarov D. A. *Morfologicheskie vedomosti*, 2013, No. 4, pp. 6–14. (In Russ.)
5. Margaryan A. V., Shidin V. A., Istomina O. F. *Morfologiya*, 2014, No. 3 (145), p. 123. (In Russ.)

6. Vinogradova M.S., Boyarskaya A.R., Prokop'eva E.A. *Morfologiya*, 2013, No. 1 (143), pp. 53–58. (In Russ.)
7. Sentyurova L.G., Ganina O.G. *Estestvennye nauki*, 2012, No. 1, pp. 203–206. (In Russ.)
8. Patil K.G., Karim K.B., Janbandhu K.S. *International Journal of Biotechnology and Biosciences*, 2012, Vol.2, pp. 152–162.
9. Patil K.G., Janbandhu K.S. *Morphology and Histoarchitectural Observations on the Renal Organs of Indian Leaf-Nosed Bat *Hipposideros speoris**, Order – Chiroptera, Mammalia (Schnider), *Ibid*, pp.64–70.
10. Patil K.G. Janbandhu K.S. *World Journal of Zoology*, 2015, No. 3 (10), pp. 181–187.
11. Takasato M., Little M.H. *The origin of the mammalian kidneys: implication for recreating the kidneys in vitro*, *Development*, 2015, 142 p.
12. Panteleev S.M., Solov'ev G.S, Yanin V.L. *Implantatsionnyi rost i provizornost»* (Implantation growth and prophylaxis), Tyumen': Aiveks, 2014, 160 p.
13. Solov'ev G.S., Margaryan A.V., Shidin V.A. *Morfologiya*, 2014, No. 3 (145), p.123. (In Russ.)
14. Shidin V.A. Divergence phenomenon of organogenesis in human and poultry primary kidney development, 10th International Medical Student's Congress In Novi Sad, July 16–19, The Republic of Serbia, 2015, p.182.
15. Shidin V.A. *Morfologiya*, 2016, No. 3 (149), pp. 239–240. (In Russ.)
16. Panteleev S.M., Vikhareva L.V., *Morfologiya*, 2012, No. 3 (141), p.121.
17. Margaryan A.V., Shidin V.A., Mukhamed'yarov D.A., Solov'ev G.S. *Morfologicheskie vedomosti*, 2014, No. 1, pp.54–61. (In Russ.)
18. Semchenko V.V., Barashkova S.A, Nozdrin V.I., Artem'ev V.N. *Gistologicheskaya tekhnika* (Histological technique), Omsk: Om. med. akad., 2006, 290 p.
19. Vikhareva L.V., Yaroslavtseva O.F., Mkrtycheva K.K. *Mekhanizmy formirovaniya sosudistogo rusla okonchatel'noi pochki cheloveka v prenatal'nom razvitii*, KhII kongress MAM i VII s'ezd VNOAGE, 28 Maya-1 June, Tyumen», 2014, No. 3 (145), p. 43.
20. Howie A.J., Smithson N., Rollason T.P. *J. Anat.*, 1993, No. 1, pp. 141–147.
21. Panteleev S.M., Vikhareva L.V., Margaryan A.V. *Morfologiya*, 2012, No. 3 (141) p.121.

УДК 591.414: 636.52

**ИСТОЧНИКИ ВЕНОЗНОГО ОТТОКА ОТ СЕРДЦА УТКИ ПЕКИНСКОЙ**<sup>1</sup>Цускман И. Г., кандидат ветеринарных наук<sup>1</sup>Степанова Л. В., кандидат ветеринарных наук<sup>2</sup>Фоменко Л. В., доктор ветеринарных наук, профессор<sup>1</sup>Омский государственный медицинский университет,  
Омск, Россия<sup>2</sup>Институт ветеринарной медицины и биотехнологии Омского государственного аграрного  
университета им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: ira.tsuskman@mail.ru

*Ключевые слова:* птицы, утка пекинская, сердце, венозные сосуды, васкуляризация

**Реферат.** Изучены особенности венозной системы сердца утки пекинской. Целью исследования являлось изучение венозного оттока от сердца утки пекинской. Материалом для исследования послужили 10 самцов и 10 самок утки пекинской в 75-суточном возрасте. Объектами для изучения венозных сосудов сердца являлись коррозионные препараты сердца. Для выполнения намеченных научных задач был использован комплекс морфологических методов исследований: метод обычного и тонкого препарирования по В. П. Воробьеву (1925), наливка венозных сосудов синтетическим латексом марки СК-65 и изготовление коррозионных препаратов. Установлено, что вены сердца утки пекинской подразделяются на интрамиокардиальные и субэпикардиальные, формирующие хорошо развитый венозный бассейн. Интрамиокардиальные вены осуществляют интраорганный отток венозной крови от глубоких слоев миокарда и вливаются в субэпикардиальные (средняя, левая и правые сердечные) вены, которые проходят поверхностно под эпикардом. Интраорганный венозный русло сердца утки пекинской представлено многочисленными анастомозами, расположенными во всех слоях миокарда. В сердце утки пекинской отмечаются два пути венозного оттока. К первому относятся средняя, правая и левая окружные и левая сердечные вены, впадающие в левую краниальную полую вену, а ко второму – правые сердечные вены, открывающиеся в основание правого предсердия. Вены, впадающие в устье левой краниальной полую вену сердца, представляют собой наиболее многочисленную группу и являются основными путями оттока от сердца, а также способствуют более быстрому распределению крови в миокарде и его оттоку от сердца.

**RESOURCES OF VENONS DRAINAGE OF HEART OF PEKING DUCKS**<sup>1</sup>Tsuskman I.G., Candidate of Veterinary Medicine<sup>1</sup>Stepanova L.V., Candidate of Veterinary Medicine<sup>2</sup>Fomenko L.V., Dr. of Veterinary Sc., Professor<sup>1</sup>Omsk State Medical University, Omsk, Russia<sup>2</sup>Institute of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Omsk State  
Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia*Key words:* poultry, Pekins, heart, vessels, vascularization.

**Abstract.** The paper explores peculiarities of Pekins' heart vessels. The authors investigate Pekins' heart venous drainage and conduct their experiment on 10 Pekins' males and 10 females aged 75 days. The object of research was heart corrosion specimens. The authors used the complex of morphological research methods as Vorobiev's method of general and thin section, filling of vessels with synthetic SK-65 latex and corrosion specimens preparation. The authors found out that Pekins' heart vessels are divided into intramiocardial and subepicardial that form well-developed venous pool. Intramiocardial vessels provide intraorgan venous drainage from deep layers of miocardium and flow into subepicardial vessels (middle, left and right) that are under the epicardium. Intraorgan venous bed of Pekins has many anastomoses in all miocardium layers. The authors observed two ways of venous drainage in the Pekins heart. The first

*way include middle, right and left circuit and left heart vessels that flow into left vena cava cranialis. The second way include right heart vessels that flow into the right atrium. The vessels that flow into the left vena cava cranialis are the main ways of drainage from heart and foster blood distribution in myocardium and its drainage from heart.*

Промышленное птицеводство, как самая динамично развивающаяся отрасль отечественного агропромышленного комплекса, вносит весомый вклад в обеспечение населения России высококачественным диетическим мясом и яйцами, характеризующимися большим содержанием белка животного происхождения при низкой калорийности, а также ценным перопуховым сырьем [1, 2].

Птицы, отделившись в процессе эволюции от рептилиеобразных предков, приспособились к полету, в результате которого они приобрели не только своеобразный по строению дыхательный аппарат, большую подвижность, усиленный метаболизм, но и особое по строению сердце, имеющее значительные отличия от млекопитающих [3].

Обеспечение оттока венозной крови от стенки миокарда и динамическая сбалансированность венозных сосудов обеспечиваются эволюционно сложившимися между сосудами и мышцами координирующими отношениями, которые детерминированы прямыми и обратными связями, контролируемые нервной системой. Формирование венозных сосудов миокарда птиц служит наиболее показательным примером тех адаптивных приспособлений, которые происходят в сердце птиц в процессе исторического и индивидуального развития [4–7].

Большинство специальных исследований имеют фрагментарные сведения о строении сердца и источниках его артериальной васкуляризации [8, 9].

Несмотря на определенные успехи в морфологии, до сих пор остается ряд нерешенных вопросов о всестороннем и углубленном изучении интраорганного разветвления венозных сосудов в миокарде сердца [10, 11].

Изучение венозного русла сердца птиц представляет значительный теоретический и практический интерес для морфологов, так

как оно играет важную роль в осуществлении оттока крови от миокарда желудочков и предсердий.

Цель исследования – изучение венозного оттока от сердца утки пекинской.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами для проведения анатомического препарирования вен послужили 10 сердец утки пекинской в 75-суточном возрасте (5 самцов и 5 самок) и 10 сердец для изготовления коррозионных препаратов (также 5 самцов и 5 самок).

Для изучения сосудов сердца был использован метод обычного препарирования влажных препаратов, предварительно налитых латексом, окрашенным полиморфной тушью, который вводили через яремную вену в вены сердца с последующей фиксацией в 4%-м водном растворе формальдегида.

Для изготовления ангиостеотопических препаратов использовали самотвердеющую пластмассу «Редонт» с добавлением масляных красок для придания полимеру определенного цвета. После завершения процесса полимеризации препарат помещали в 15%-й раствор каустической соды, а через 3 суток промывали в теплой воде, полученные коррозионные препараты подсушивали, описывали, зарисовывали и фотографировали.

Цифровые данные исследований были подвергнуты статистической обработке с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

При нахождении статистических характеристик исследуемых показателей отмечали следующие величины: среднее арифметическое значение величины с его стандартной ошибкой ( $M \pm \Delta m$ ), минимум (Lim Min), максимум (Lim Max) при заданном уровне надежности (95,0%) и размере выборки ( $n=5$ ). Средние арифметические показания сравни-

вали с помощью критерия достоверности (Р) Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У утки пекинской венозная система сердца представлена интрамиокардиальными и субэпикардиальными венами. Интрамиокардиальные ветви собирают по притокам венозную кровь с внутренних слоев миокарда и впадают в поверхностную среднюю, левую и правую сердечные вены. Последние в субэпикардиальном слое образуют между собой многочисленные анастомозы.

Наиболее крупным венозным сосудом является средняя сердечная вена. Она начинается правой и левой верхушечными венами со стороны верхушки левого желудочка сердца, что подтверждается исследованиями К.И. Кульчицкого, О.Ю. Роменского [10], диаметром  $2,53 \pm 0,04$  (самец) и  $2,51 \pm 0,05$  мм (самка) ( $P < 0,05$ ) и направляется вертикально вверх к основанию желудочков, принимая в себя правые и левые боковые притоки, собирающие кровь с дорсальных стенок обоих желудочков. В области основания желудочков средняя сердечная вена после пересечения венечной борозды открывается самостоятельным отверстием на каудодорсальной поверхности правого предсердия сердца в устье левой краниальной полой вены, что согласуется с данными J. Kolda, V. Komarek [12].

Левая верхушечная вена является основным притоком средней сердечной вены, диаметром  $1,47 \pm 0,04$  (самец) и  $1,45 \pm 0,05$  мм (самка) начинается в области верхушки сердца с каудодорсальной поверхности правого желудочка на расстоянии  $0,18-0,24$  мм от начала средней сердечной вены. В левую верхушечную впадают малые сердечные вены первого порядка, ветвятся по магистральному типу, проходят вдоль пучков мышечных волокон в количестве 9–10 ветвей и впадают с вентральной поверхности левой стороны верхушки желудочка под углом  $30-45^\circ$ .

С латеральной поверхности левого желудочка в среднюю сердечную вену впадает пра-

вая верхушечная вена под углом  $47-52^\circ$ , диаметром  $1,32 \pm 0,04$  (самец) и  $1,30 \pm 0,05$  мм (самка), берущая свое начало от нижней трети кранио-вентральной поверхности верхушки правого желудочка, в которую вливаются под прямым углом 8–12 коротких вен первого порядка.

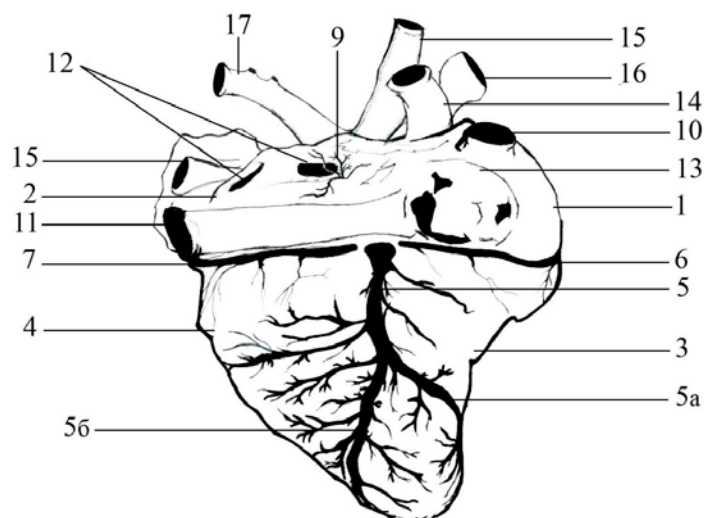
Правая и левая верхушечные вены соединяются между собой под углом  $55-75^\circ$ , в 20% случаях их слияние происходит в верхней трети субсинусозной борозды, затем они вливаются в среднюю сердечную вену (рис. 1).

На основании морфометрического анализа мы отмечаем, что левая верхушечная вена преобладает по диаметру над правой в 1,1 раза, что связано с интенсивным венозным оттоком от миокарда левого желудочка и подтверждается исследованиями А.В. Молдованова [14].

Дополнительный венозный отток от каудодорсальной поверхности сердца осуществляется у утки за счет правой промежуточной вены, которая присутствовала в 31% случаев. Правая промежуточная вена располагается в нижней трети каудодорсальной поверхности правого желудочка между средней сердечной и правыми венами сердца. Она формируется малыми сердечными венами, собирающими кровь с правой и левой сторон левого желудочка, в количестве 4–5 ветвей, имеет диаметр  $0,64 \pm 0,05$  (самец) и  $0,61 \pm 0,03$  мм (самка) ( $P < 0,05$ ) и впадает в основание правого предсердия.

Правая промежуточная вена образует анастомозы с ветвями правой верхушечной, средней сердечной и правыми венами сердца.

Правая окружная вена начинается на каудодорсальной поверхности правого желудочка. Правая окружная вена диаметром  $0,99 \pm 0,04$  (самец) и  $0,95 \pm 0,04$  мм (самка) имеет косопоперечное направление, в нее впадают 11 ветвей первого порядка, ветвящихся по магистральному типу. Правая окружная вена направляется краниально и вливается в основание устья левой краниальной полой вены.



*Рис. 1.* Источники венозного оттока от каудодорсальной поверхности сердца утки пекинской (схематическое изображение): 1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – правый желудочек; 4 – левый желудочек; 5a – правая верхушечная вена; 5b – левая верхушечная вена; 5 – средняя сердечная вена; 6 – правая окружная вена; 7 – левая окружная вена; 8 – левая промежуточная вена; 9 – межпредсердная вена; 10 – правая краниальная полая вена; 11 – левая краниальная полая вена; 12 – легочные вены; 13 – каудальная полая вена; 14 – аорта; 15 – легочные артерии; 16 – правая плечеголовная артерия; 17 – левая плечеголовная артерия

Sources of venous drainage from caudodorsal surface of Pekins heart (sketch): 1 – right atrium; 2 – left atrium; 3 – right ventricle; 4 – left ventricle; 5a – right cacuminal vein; 5b – left cacuminal vein; 5 – middle heart vein; 6 – right circuit vessel; 7 – left circuit vessel; 8 – left median vein; 9 – interatrial vein; 10 – right vena cava cranialis; 11 – left vena cava cranialis; 12 – pulmonary vein; 13 – caudal vena cava; 14 – aorta; 15 – pulmonary artery; 16 – right brachiocephalic vein; 17 – left brachiocephalic vein

Левая окружная сердечная вена диаметром  $1,20 \pm 0,05$  (самец) и  $1,19 \pm 0,04$  мм (самка) располагается в венечной борозде сердца, начинаясь от середины основания левого желудочка, и собирает кровь по 9 вентральным притокам. В нее вступает дорсальная ветвь, которая проходит по дорсолатеральной поверхности рядом с окружной артерией. С дорсальной поверхности в нее входят 5–6 дорсальных ветвей, собирающих кровь с вентральной поверхности сердечного ушка, которые впадают в левую краниальную полую вену.

Отмечается преобладание диаметра левой окружной вены над правой в 1,2 раза (самец и самка). Возможно, что такая разница в диаметре связана преобладанием венозного оттока от более толстой стенки миокарда левого желудочка, который превосходит правый, откуда и осуществляется более интенсивный отток венозной крови.

Левая сердечная вена диаметром  $2,40 \pm 0,06$  (самец) и  $2,37 \pm 0,04$  мм (самка) ( $P < 0,05$ ) располагается на латеральной поверхности левого

желудочка. С верхушки сердца в нее вливаются дорсальная диаметром  $1,06 \pm 0,04$  (самец) и  $1,04 \pm 0,05$  мм (самка) и вентральная  $1,32 \pm 0,04$  (самец) и  $1,30 \pm 0,05$  мм (самка) ветви, которые принимают 13–15 притоков малых сердечных вен первого порядка. С каудальной поверхности они входят под острым углом, а с краниальной направляются дорсовентрально между пучками мышечных волокон, затем делают резкий изгиб и входят под острым углом в левую сердечную вену. В среднюю треть левой сердечной вены на всем протяжении с правой и левой сторон левого желудочка сердца впадают малые сердечные вены в количестве 7–8 ветвей. Левая сердечная вена, изгибаясь петлеобразно, направляется в правую сторону, проходит между предсердиями, рядом с легочным стволом и каудальной поверхностью восходящей части аорты. В нее входят мелкие дорсальные и вентральные ветви от правого мышечного клапана. Левая сердечная вена вступает с медиальной поверхности правого ушка в области устья правой краниальной полой вены (рис. 2).

Межпредсердная вена диаметром  $0,74 \pm 0,04$  (самец) и  $0,65 \pm 0,07$  мм (самка) собирает кровь с предсердий по четырем ветвям по магистральному типу. Она, изгибаясь, веерообразно проходит вдоль гребешковых мышц левого сердечного ушка и открывается самостоятельным отверстием в правую краниальную полую вену.

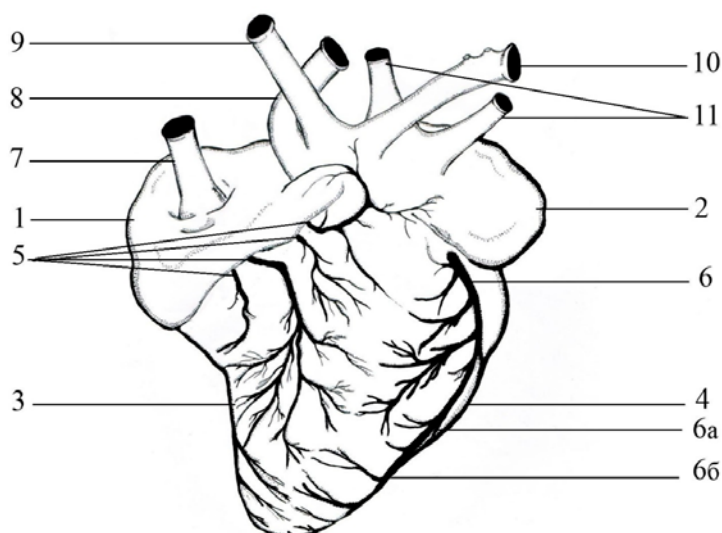
Правая сердечная вена у утки пекинской имеет диаметр  $1,09 \pm 0,04$  (самец) и  $1,08 \pm 0,05$  мм (самка). В нее впадают четыре поверхностные субэпикардальные ветви, которые дренируют всю краниолатеральную поверхность правого желудочка.

В 70% случаев все эти ветви имеют одинаковую длину и диаметр и образуют равномерные притоки со всей краниолатеральной поверхности правого желудочка, проходят вдоль пучков мышечных волокон, ветвятся по магистральному типу, впадая в правую окружную вену. В 30% случаев при наличии четырех ветвей, вторая из которых является наиболее длинной, они собирают по рассыпному типу кровь с краниолатеральной поверхности передней трети правого желудочка

по восьми венозным притокам второго порядка. Четвертая ветвь отходит от медиальной поверхности правого сердечного ушка и, изгибаясь вентролатерально, также собирает от основания правого желудочка кровь по 6–8 притокам второго порядка и впадает в правую вену сердца (см. рис. 2).

Степень развития и зоны разветвления правых сердечных вен у утки связаны со значительной степенью выраженности левой сердечной вены. Так, при недостаточном развитии этой вены правые вены сердца более крупные и имеют множественные притоки. В том случае, когда левая сердечная вена хорошо развита, имеет множественные притоки и обширную зону дренирования, тогда правые вены сердца развиты слабее.

Глубокие интрамиокардиальные вены в количестве 4–5 ветвей собирают притоки с краниомедиальной поверхности верхней трети краниальной поверхности правого желудочка и впадают в правое предсердие под основанием соответствующего сердечного ушка.



*Рис. 2.* Источники венозного оттока от краниовентральной поверхности сердца утки пекинской (схематическое изображение): 1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – правый желудочек; 4 – левый желудочек; 5 – правые сердечные вены; 6а – вентральная ветвь; 6б – дорсальная ветвь; 6 – левая сердечная вена; 7 – правая краниальная полая вена.; 8 – аорта; 9 – правая плечеголовная артерия; 10 – левая плечеголовная артерия; 11 – легочная артерия

Sources of venous drainage from cranioventral surface of Pekins heart (sketch): 1 – right atrium; 2 – left atrium; 3 – right ventricle; 4 – left ventricle; 5 – right heart veins; 6a – ventral branch; 6b – dorsal branch; 6 – left heart vein; 7 – right vena cava cranialis; 8 – aorta; 9 – right brachiocephalic vein; 10 – left brachiocephalic vein; 11 – pulmonary artery

Мы считаем, что венозная система сердца характеризуется наличием многочисленных анастомозов на всех уровнях венозного русла, формируя общую дренажную систему, которая не только обеспечивает отток венозной крови от сердца, но и обладает большими компенсаторными возможностями с возможным развитием окольного кровообращения при закупорке одной из вен, что согласуется с данными А. J. Bezuidenhout [14].

Возможно, что наличие такого количества венозных анастомозов и строение венозной сети в сердце птиц имеет не только большое функциональное значение для быстрого оттока крови из сосудистой сети сердца в период его интенсивной нагрузки, но и является дополнительным венозным коллектором для ее равномерного перемещения.

### ВЫВОДЫ

1. В сердце утки два пути венозного оттока. К первому относятся средняя, правая и ле-

вая окружные и левая сердечные вены, впадающие в левую краниальную полую вену, а ко второму – правые сердечные вены, открывающиеся в основание правого предсердия.

2. Вены, впадающие в устье левой краниальной полую вены сердца, представляют собой наиболее многочисленную группу и являются основными путями оттока от сердца.

3. Левая сердечная вена входит в основание правой краниальной полую вены, а правые сердечные вены открываются в основание правого сердечного ушка.

4. Дополнительный венозный отток от каудодорсальной поверхности сердца утки осуществляется за счет правой промежуточной вены.

5. Между средней, правой и левой венами сердца образуются наиболее многочисленные анастомозы не только в миокарде левого желудочка, но и в области верхушки сердца – между правой и левой верхушечными венами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фисинин В. И. Птицеводство в России и мире: состояние и вызовы будущего // Животноводство России. – 2013. – № 6. – С. 2–4.
2. Фарахов А. Р., Гадиев Р. Р., Галина Ч. Р. Инновационные методы в гусеводстве // Птицеводство. – 2015. – № 2. – С. 14–19.
3. O'Connor P. M. Evolution of the archosaurian body plans: skeletal adaptations of an air-sac-based breathing apparatus in birds and other archosaurs // Journal of Experimental Zoology. – 2009. – Vol. 311. – P. 629–646.
4. Шульпин Л. М. Орнитология. Строение, жизнь и классификация птиц. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1940. – С. 107–114.
5. Handbook of Avian Anatomy / J.J. Baumel [et. al.] – Cambridge, Massachusetts: Published by the Club, 1993. – P. 407–475.
6. Nickel R., Schummer A., Seiferle E. Anatomy of the Domestic Bird / Translations by W.G. Siller, P.A.L. Wight. – Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg. 1997. – P. 288–296.
7. Salomon F. V. Lehrbuch der Geflugelenatomie. – Gustav Fischer, Verlag, Jena, Stuttgart, 1993. – P. 265–300.
8. Bartyzel B. J. The aortic valve and other heart structures of selected species of sea birds in a morphological and imaging scope // Electronic journal of polish agricultural universities. – 2009. – Vol. 12 (4). – P. 1–6.
9. Helmer P. J. Whiteside D. P. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. – Germany, 2005. – P. 113–118.
10. Кульчицкий К. И., Роменский О. Ю. Эволюция кровеносных сосудов стенки сердца. – К.: Здоров'я, 1985. – С. 164–174.
11. Yoldaş A, Özmen E., Aksoy G. The Anatomy of the Cardiac Veins in Storks (*Ciconia ciconia*) // Journal Home-Page. – 2013. – № 19 (4). – P. 687–692.
12. Kolda J., Komarek V. Anatomie Domacich Ptaku. – Praha, 1958. – P. 224–232.

13. Молдованов А. В. Морфология подэпикардальных вен сердца кур // Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных: IV Всерос. науч. интернет-конф. с междунар. участием (Казань, 23–24 апр. 2013 г). – Казань, 2013. – С. 101–103.
14. Bezuidenhout A.J. The coronary circulation of the heart of the ostrich (*Struthio camelus*) // *J. Anat.* – 1984. – № 138 (3). – P. 385–397.

**REFERENCES**

1. Fisinin V.I. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2013, No. 6, pp. 2–4. (In Russ.)
2. Farrahov A. R., Gadiev R. R., Galina Ch.R. *Pticevodstvo*, 2015, No. 2, pp. 14–19. (In Russ.)
3. O'Connor P.M. *Journal of Experimental Zoology*, 2009, No. 311, pp. 629–646.
4. Shul'pin L.M. *Ornitologija. Stroenie, zhizn» i klassifikacija ptic*, 1940, pp. 107–114. (In Russ.)
5. J.J. Baumel *Handbook of Avian Anatomy*, Cambridge, Massachusetts: Published by the Club, 1993, pp. 407–475.
6. Nickel R., Schummer A., Seiferle E. *Anatomy of the Domestic Bird*, Berlin-Hamburg, 1997, pp. 288–296.
7. Salomon F.V., Ficher G., *Lehrbuch der Geflugelenanatomie*, 1993, pp. 265–300.
8. Bartyzel B.J. *Electronic journal of polish agricultural universities*, 2009, No. 4 (12), pp. 1–6.
9. Helmer P.J. Whiteside D. P. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*, 2005, pp. 113–118.
10. Kul'chickij K.I., Romenskij O. Ju. Jevoljucija krovenosnyh sosudov stenki serdca (Evolution of the blood vessels of the heart wall), *Kiev: Zdorov'ja*, 1985, pp. 164–174.
11. Yoldaş A, Özmen E., Aksoy G. *Journal Home-Page*, 2013, No. 19 (4), pp. 687–692.
12. Kolda, J., Komarek V. *Anatomie Domacich Ptaku*, 1958, pp. 224–232.
13. Moldovanov A. V. *Sovremennye problemy anatomii, gistologii i jembriologii zhivotnyh* (Modern problems of anatomy, histology and embryology of animals): Proceeding of the 4<sup>th</sup> International, April 23–24, 2013, Kazan», 2013, pp. 101–103. (In Russ.)
14. Bezuidenhout, A.J. *J. Anat.*, 1984, No. 138 (3), pp. 385–397.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ СЕЛЕНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
ЖЕРЕБЯТ И ТЕЛЯТ**

<sup>1</sup>С.А. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

<sup>2,1</sup>А.И. Шевченко, доктор биологических наук, профессор

<sup>3</sup>О.А. Багно, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

<sup>3</sup>О.Н. Прохоров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

<sup>1</sup>М.А. Осипова, аспирант

<sup>3</sup>Т.В. Дядичкина, аспирант

*Ключевые слова:* жеребята, тел-  
лята, прирост массы тела, сел-  
плекс, седимин, селенит натрия,  
селенопиран

<sup>1</sup>Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия

<sup>2</sup>Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Майма Россия

<sup>3</sup>Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, Кемерово, Россия

E-mail: se-gal@list.ru

*Реферат. Почвы значительной части территории Российской Федерации дефицитны по содержанию ряда микроэлементов, в частности селена, который, обладая чрезвычайно высокой токсичностью, в микродозах жизненно необходим для всех видов сельскохозяйственных животных, особенно для молодняка. Существенный недостаток селена в рационе ведет к развитию различных патологических состояний, но даже умеренный дефицит данного микроэлемента при отсутствии явных признаков патологии отрицательно влияет на показатели роста животных на ранних этапах постнатального онтогенеза. Для компенсации недостатка селена в кормах в животноводстве и птицеводстве используют многочисленные препараты селена, все многообразие которых можно свести к неорганической и органической формам, а также к комплексам одной из этих форм селена с другими микроэлементами. При этом определенный практический и научный интерес представляет выявление общих закономерностей воздействия различных форм селена на рост молодняка животных разных видов и возрастов. Приведены результаты исследований по влиянию некоторых препаратов селена на показатели роста жеребят и телят. Установлено, что различные препаративные формы селена при введении их в организм жеребят и телят разных возрастов как с кормом, так и парентерально (седимин), положительно влияют на показатели роста животных, при этом разница по абсолютному приросту массы тела в финальной части эксперимента у животных опытных и контрольных групп колеблется от 7,6% у телят-молочников при скармливании им селенопирана в течение 1 месяца до 27,5% у жеребят-отъёмшей при скармливании им сел-плекса в течение 6 месяцев.*

**APPLYING OF SELENIUM SPECIMENS WHEN GROWING CALVES AND COLTS**

<sup>1</sup> Shevchenko S.A., Dr. of Agricultural Sc., Professor

<sup>2,1</sup> Shevchenko A.I., Dr. of Biological Sc., Professor

<sup>3</sup> Bagno O.A., Candidate of Agriculture, Associate Professor

<sup>3</sup> Prokhorov O.N., Candidate of Agriculture, Associate Professor

<sup>1</sup> Osipova M.A., PhD-student

<sup>3</sup> Diadichkina T.V., PhD-student

<sup>1</sup>Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

<sup>2</sup> Gorno-Altai Research Institute of Agriculture, Maima, Russia

<sup>3</sup>Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo, Russia

*Key words:* colts, calves, Body weight gain, selplex, sedimine, sodium selenite, selenopirane.

*Abstract. The soils of Russia lack such microelements as selenium, which is high toxic, and necessary for farm animals in small doses. The lack of selenium leads to pathologies or negative parameters of growth at early stages of postnatal ontogenesis. The authors highlight the significance of applying selenium in feeds in order to compensate the lack of selenium. General similarities of the effect produced by different forms of selenium on the growth of young cattle are being explored and investigated. The authors show the research results on the effect produced by selenium specimens on the parameters of colts' and calves' growth. The authors found out that different selenium specimens affect positively the cattle growth whereas absolute body weight gain varied from 7.6 % (baby calves when being fed with selenopirane during a month) to 27.5 % (weaning colts when being fed with selenopirane during 6 months).*

Почвы, растения, животные и человек являются неразрывно связанными звеньями единой пищевой цепи на конкретной территории. Недостаток микроэлементов в почве будет приводить к недостатку их в растениях, а значит, в кормах для животных, что может вызвать эндемические заболевания. Хронический комплексный дефицит микроэлементов в организме животных приводит к глубоким расстройствам обмена веществ и является одной из причин экономического ущерба в животноводстве [1].

В последние годы ученые и специалисты производства для повышения продуктивности животных в качестве источников дефицитных микроэлементов используют биологически активные добавки и препараты во всех регионах России без учета биогеохимической ситуации конкретных хозяйств и гораздо реже целенаправленно применяют минеральные вещества в тех регионах страны, где их мало в окружающей среде [2]. Знание естественного содержания микроэлементов в кормах – обязательное условие для организации полноценного кормления и получения высокой продуктивности животных [3, 4].

Одним из эссенциальных микроэлементов является селен, функции которого в живом организме весьма многообразны. В частности, он участвует в метаболизме тиреоидных гормонов, поскольку является компонентом дейодиназ, участвующих в конверсии тироксина в трийодтиронин [5].

Селен обладает антиоксидантными и адаптогенными свойствами, так как участвует в регуляции иммуногенеза через процесс перекисного окисления липидов, ока-

зывает стимулирующее влияние на иммунную систему. Он входит в активный центр глутатионпероксидазы, принимает активное участие в синтезе таких жизненно важных ферментов и кофакторов, как глицинредуктаза, коэнзимы А и Q. Обмен селена в организме тесно связан с метаболизмом витамина Е, полиненасыщенными жирными кислотами и другими компонентами антиоксидантной системы организма. Дефицит селена в кормах вызывает нарушения в обмене белков, жиров, углеводов и приводит к беломышечной болезни, некрозу печени, экссудативному диатезу, анемии, гемолизу эритроцитов, дегенерации яичников, снижению резистентности и восприятия света. Особенно страдают из-за недостатка этого микроэлемента интенсивно растущие и молодые животные [6].

Рост и развитие представляют большой интерес для познания закономерностей формирования животных в отдельные возрастные периоды, что дает возможность управлять энергией роста на той или иной стадии онтогенеза. Ростостимулирующий эффект селена наиболее ярко проявляется при использовании его на молодняке животных [7–9].

Территории Кемеровской области и Республики Алтай относятся к биогеохимическим провинциям с селеновой недостаточностью, что обосновывает необходимость дополнительного введения селена в рационы сельскохозяйственных животных [10, 11].

В настоящее время научный и практический интерес представляет применение в животноводстве различных селеносодержащих

препаратов. Большое значение при проведении исследований придается поиску форм микроэлементов, которые способствуют рациональному расходу кормов, повышению продуктивности животных при улучшении качества получаемой продукции.

Цель наших исследований – изучить общие закономерности влияния различных селенсодержащих препаратов на показатели роста жеребят и телят в разные фазы постнатального периода.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись сверхремонтные жеребята-отъёмыши кузнецкой породы в возрасте от 6 до 12 месяцев, новорожденные жеребята ахалтекинской и орловской рысистой пород в возрасте от 1 до 3 месяцев, бычки-кастраты черно-пестрой породы в возрасте от 6 до 12 месяцев на доращивании, телята-молочники красно-пестрой голштино-фризской породы в возрасте от 3 до 4 месяцев.

Научно-хозяйственные эксперименты на жеребятках проведены в конно-спортивной школе «Эндорон», г. Березовский Кемеровской области; на бычках-кастратах – в ООО «Береговой» Кемеровской области; на телятах-молочниках – в ООО «Карагуж» Республики Алтай (низкогорная зона).

Во всех случаях опыты проведены по методу аналогичных (сбалансированных) групп с неукоснительным соблюдением методических рекомендаций А.И. Овсянникова [12]. Особое внимание обращали на корректность формирования групп, сопоставимость условий для опытных и контрольных животных, соблюдение дозировок изучаемого препарата.

С целью определения показателей роста подопытных животных взвешивали ежемесячно, определяли абсолютный и среднесуточный приросты массы тела. Полученные цифровые данные обрабатывали биометрически.

Для проведения опыта продолжительностью 6 месяцев на сверхремонтных жеребятках-отъёмышках кузнецкой породы были

сформированы контрольная и опытная группы по 11 голов в каждой. Эксперимент разделили на 3 периода: уравнивательный, переходный и основной. С началом основного периода опыта (с 7-месячного возраста) молодняку контрольной группы скармливали только основной рацион, молодняк опытной группы дополнительно к нему ежедневно получал селенорганический препарат сел-плекс из расчета 0,1 г на 1 кг комбикорма. Препарат сел-плекс получен путем выращивания специфических дрожжевых культур, синтезирующих селенометионин в контролируемых условиях. Содержит селен преимущественно в составе аминокислот селенометионина (50%) и селеноцистина (25%). Общее содержание указанного микроэлемента 1000 мг/кг. Селен в составе препарата сел-плекс имеет более высокую доступность, особенно в условиях стрессов, не является окислителем, остается стабильным при температуре 121 °С в течение 30 мин, что позволяет проводить грануляцию.

В опыте продолжительностью 3 месяца на жеребятках ахалтекинской и орловской рысистой пород сформировали контрольную и опытную группы новорожденных животных, по 5 голов в каждой, из них 3 орловской и 2 ахалтекинской породы. На 3-й день жизни жеребяткам опытной группы однократно внутримышечно ввели препарат седимин в дозе 5 мл. Препарат представляет собой водную смесь соединений йода и селена на стабилизирующей основе железодекстранового комплекса. В 1 мл препарата содержится: 18–20 мг/мл железа, 5,5–7,5 – йода, 0,07–0,09 мг/мл стабилизированного селена (соответствует 0,16–0,20 мг/мл селенита натрия).

В эксперименте продолжительностью 6 месяцев на бычках-кастратах черно-пестрой породы (период доращивания) в опытную и контрольную группы были отобраны по 12 животных. Бычки опытной группы дополнительно к основному рациону получали 0,25 мг селена на 1 кг сухого вещества корма. Добавку селена в виде селенита натрия в перерасчете на чистый элемент скармливали один раз в сут-

Таблица 1

Динамика массы тела подопытных жеребят кузнецкой породы, кг  
Dynamics of body weight of experimental Kuznetsk colts, kg

Возраст, мес	Группа	
	контрольная	опытная
7	183,40 ± 5,14	183,40 ± 4,19
8	203,80 ± 5,30	208,60 ± 4,30
9	220,60 ± 4,92	231,80 ± 4,49
10	237,40 ± 4,22	253,80 ± 5,53*
11	254,40 ± 5,57	274,00 ± 3,26*
12	270,00 ± 4,68	294,40 ± 3,13**

Примечание: Здесь и далее: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

ки. Дозу препарата в расчете на группу предварительно растворяли в воде и давали вместе с концентратами.

Селенит натрия – белый кристаллический порошок или кристаллы, легко растворимые в воде, с содержанием основного вещества (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) не менее 98%. Водные растворы бесцветны, прозрачны, плохо устойчивы, не выдерживают кипячения, пригодны только в день приготовления.

Селенит натрия обладает антикоагуляционными и антиоксидическими свойствами, как сильный антиоксидант снижает и тормозит образование пероксидов, препятствует перекислению жирных кислот, накоплению в организме ядовитых перекислов и тем самым нормализует обмен веществ. В больших дозах селен ядовит и по характеру действия подобен соединениям мышьяка.

При проведении опыта продолжительностью 1 месяц на телятах-молочниках краснопестрой голштино-фризской породы были сформированы опытная и контрольная группы по 5 голов в каждой. Животные опытной группы дополнительно к основному рациону получали с молоком в форме препарата селенопиран (в перерасчете на чистый элемент) 0,1 мг селена на 1 кг массы тела через сутки в течение 30 суток.

Селенопиран – сравнительно новый органический селеносодержащий препарат, который отличается от других препаратов способностью выступать в роли депо селена в организме, при этом микроэлемент включается в обмен веществ по мере возникновения потребности в нем. Это определяет низкую токсичность соединения – селенопиран в 100 раз менее токсичен, чем селенит натрия.

Биометрическая обработка цифровых данных результатов исследований проводилась с использованием компьютерных программ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные о влиянии препарата сел-плекс на показатели роста жеребят-отъёмышей кузнецкой породы приведены в табл. 1, 2.

Анализ данных табл. 1 показал, что в 6–7-месячном возрасте, до применения микродобавок селена, масса тела жеребят контрольной и опытной групп не имела достоверных различий. В дальнейшем, в возрасте от 8 до 12 месяцев, молодняк опытных групп по данному показателю превосходил контрольных аналогов. Так, средняя масса тела жеребят опытной группы в возрасте 8 месяцев была выше на 2,4%. Затем интенсивность роста повышалась, и в 9-месячном возрасте молодняк опытной группы превосходил аналогов из контроля на 5,1%.

Жеребята опытной группы по массе тела достоверно превосходили аналогов из контроля в 10-месячном возрасте на 6,9% (P<0,05), в 11-месячном – на 7,7 (P<0,05) и в 12-месячном возрасте – на 9,0% (P<0,01).

Абсолютный прирост массы тела одного жеребенка за весь период опыта составил в среднем по контрольной группе 86,60 ± 1,44, по опытной – 111,00 ± 2,98 кг (P<0,001), что выше контрольного показателя на 27,5%.

Таблица 2

Динамика среднесуточного прироста массы тела подопытных жеребят кузнецкой породы, г  
Dynamics of body weight of experimental Kuznetsk colts, kg

Возраст, мес	Группа	
	контрольная	опытная
8	680,00 ± 19,00	840,00 ± 13,95***
9	560,00 ± 36,14	773,32 ± 21,73***
10	560,02 ± 34,16	733,34 ± 35,34**
11	566,66 ± 63,47	673,34 ± 87,72
12	520,00 ± 43,47	680,02 ± 48,00*

Из данных табл. 2 следует, что жеребята опытной группы имели преимущество по среднесуточному приросту массы тела над своими ровесниками из контроля: в 8-месячном возрасте – на 23,5% ( $P < 0,001$ ), в 9-месячном – на 38,1 ( $P < 0,001$ ), в 10-месячном – на 30,9 ( $P < 0,01$ ), в 11-месячном – на 18,8 ( $P > 0,05$ ) и в 12-месячном возрасте – на 30,8% ( $P < 0,05$ ).

В среднем за период опыта среднесуточный прирост массы тела одного животного контрольной группы составил  $577,36 \pm 9,61$ , опытной группы –  $740,00 \pm 19,85$  г ( $P < 0,001$ ).

В целом показатели роста жеребят в опытной группе были выше, чем в контрольной, на 28,3% с очень высоким уровнем достоверности.

Результаты изучения показателей роста жеребят ахалтекинской и орловской рысистой пород при парентеральном (внутримышечном) однократном введении им на 3-й день жизни селенсодержащего препарата седими на отражены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Динамика массы тела подопытных жеребят ахалтекинской и орловской рысистой пород, кг  
Dynamics of body weight of experimental Akhaltekinsk and Orel colts, kg

Возраст, мес	Группа	
	контрольная	опытная
При рождении	$47,67 \pm 1,78$	$46,00 \pm 2,55$
1	$79,97 \pm 5,77$	$81,65 \pm 4,31$
2	$112,83 \pm 7,81$	$117,95 \pm 16,62$
3	$148,27 \pm 7,34$	$161,10 \pm 21,35$

Анализ данных табл. 3 показал, что при рождении масса тела жеребят контрольной и опытной групп не имела различий. В дальнейшем, после введения седими на, в возрасте от 1 до 3 месяцев молодняк опытной группы по приросту массы тела превосходил контрольных аналогов. Так, средняя масса тела жеребят опытной группы в возрасте 1 месяца была выше на 2,1%. Затем интенсивность роста повышалась, и в 2-месячном возрасте молодняк опытной группы превосходил аналогов из контрольной группы на 4,5%. В 3-месячном возрасте жеребята опытной группы по массе тела достоверно превосходили контрольных на 8,7%.

Таблица 4

Показатели роста подопытных жеребят ахалтекинской и орловской рысистой пород, кг  
Growth performance of experimental Akhaltekinsk and Orel colts, kg

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса тела при рождении, кг	$47,67 \pm 1,78$	$46,00 \pm 2,55$
Масса тела в возрасте 3 мес, кг	$148,27 \pm 7,34$	$161,10 \pm 21,35$
Абсолютный прирост массы тела, кг	$100,60 \pm 8,66$	$115,10 \pm 8,23$
Среднесуточный прирост массы тела, г	$1117,80 \pm 96,24$	$1278,87 \pm 91,40$

По данным табл. 4, абсолютный и среднесуточный приросты массы тела за весь период опыта у жеребят опытной группы были на 14,4% выше, чем у контрольных, а средняя масса тела на конец опыта соответственно больше на 8,7%.

Изменения массы тела бычков-кастратов на доращивании при скармливании им селенита натрия в среднем по группам и по возрастным периодам приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Динамика массы тела подопытных бычков-кастратов на доращивании, кг  
Dynamics of experimental bullocks weight, kg

Возраст животных, мес	Группа	
	контрольная	опытная
6	$148,40 \pm 3,90$	$148,40 \pm 5,15$
7	$167,10 \pm 3,94$	$169,20 \pm 5,10$
8	$185,70 \pm 3,98$	$190,00 \pm 4,93$
9	$204,30 \pm 4,05$	$210,90 \pm 4,74$
10	$223,00 \pm 4,10$	$231,70 \pm 4,60$
11	$241,80 \pm 5,08$	$252,50 \pm 5,57$
12	$260,60 \pm 6,11$	$273,50 \pm 5,36$
<i>Абсолютный прирост массы тела, кг</i>		
6–12	$112,30 \pm 3,23$	$125,20 \pm 3,78^*$

Было установлено, что скармливание рациона с добавками селена положительно отразилось на динамике массы тела бычков-кастратов. К концу 12-го месяца животные опытной группы имели массу на 4,9% больше, чем контрольные.

У животных опытной группы в период с 6 до 12 месяцев масса тела увеличилась на

125,2 кг, у их аналогов из контрольной группы – на 112,3 кг, т. е. животные опытной группы превосходили контрольных по абсолютному приросту на 11,5% ( $P<0,05$ ).

Данные о среднесуточных приростах массы тела подопытных бычков в ходе опыта приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Динамика среднесуточных приростов массы тела подопытных бычков-кастратов на доращивании, г**  
**Dynamics of average body weight gain of bullocks, g**

Возраст животных, мес	Группа	
	контрольная	опытная
7	622,20 ± 24,94	691,70 ± 24,54
8	625,00 ± 24,54	694,50 ± 28,39
9	619,40 ± 25,17	697,20 ± 29,05
10	622,20 ± 24,94	691,70 ± 27,57
11	627,70 ± 23,91	694,40 ± 23,91
12	625,00 ± 24,54	700,00 ± 30,5
За весь период	623,30 ± 24,67	694,90 ± 27,33

Среднесуточный прирост массы тела молодняка контрольной группы составил в этот период в среднем 623,30 ± 24,67, опытной группы – 694,90 ± 27,33 г, или на 11,6% больше, чем у контрольных.

Показатели роста телят-молочников красно-пестрой голштино-фризской породы, полученные при скармливании им селенопирана, отражены в табл. 7.

Таблица 7

**Показатели роста подопытных телят-молочников голштино-фризской породы, кг**  
**Growth performance of Holstein-Friesian experimental baby calves when feeding them with selenopirane**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса тела телят в начале опыта	102,40±7,89	101,80±8,2
Масса тела телят в конце опыта	125,20±7,66	126,46±8,04
Абсолютный прирост массы тела	22,80±0,51	24,66±0,65*
Среднесуточный прирост массы тела	0,76±0,02	0,82±0,02

Данные табл. 7 свидетельствуют, что средняя масса тела телят контрольной группы к концу эксперимента увеличилась

на 22,80, а опытной – на 24,66 кг, что на 1,86 кг, или на 7,6%, выше аналогичного показателя по контрольной группе ( $P<0,05$ ). Среднесуточный прирост у опытных телят был выше по сравнению с контролем на 0,06 кг, или на 7,3%.

Аналогичные данные по влиянию микродобавок селена на показатели роста молодняка сельскохозяйственных животных получили в своих исследованиях и другие авторы [14–17].

Результаты наших исследований свидетельствуют, что различные препаративные формы селена при введении их в организм жеребят и телят разных возрастов как с кормом, так и парентерально (седимин), положительно влияют на показатели роста животных, при этом разница по абсолютному приросту массы тела в финальной части эксперимента у животных опытных и контрольных групп колеблется от 7,6% у телят-молочников при скармливании им селенопирана в течение месяца до 27,5% у жеребят-отъёмышей при скармливании им сел-плекса в течение 6 месяцев. Результаты внутримышечного введения седимина новорожденным жеребят (учет через 3 месяца) и 6-месячного скармливания селенита натрия бычкам-кастратам на доращивании различаются несущественно, абсолютный прирост массы тела у этих животных превышал контрольные показатели соответственно на 14,4 и 11,5%.

Можно предположить, что лучшие результаты, полученные на жеребятках-отъёмшах, обусловлены длительным скармливанием им именно органической формы селена, поскольку эффективность введения в рацион бычков на доращивании, также в течение 6 месяцев, селенита натрия, т. е. неорганической формы микроэлемента, оказалась ниже более чем в 2 раза. Это предположение подтверждается другими исследованиями [18, 19], в которых установлено, что органический селен предпочтительнее для применения молодняку животных по сравнению с неорганическим.

Сравнительно скромные результаты, полученные при скормливаниях телятам-молочникам одного из наиболее современных и эффективных препаратов селена – селенопирана, обусловлены, вероятно, кратковременным (1 месяц) сроком его применения.

## ВЫВОДЫ

1. Введение в организм жеребят и телят разного возраста препаратов селена как с кормом, так и парентерально, способствует увеличению приростов массы тела от 7,6 до 27,5%.

2. Наиболее целесообразно использовать органические формы селена в составе рациона в течение нескольких месяцев (молочный период, доращивание, откорм).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Замана С. П.* Перспективный способ восполнения эссенциальных микроэлементов в агроэкосистемах // Вестн. Ом. гос. ун-та. – 2005. – № 2. – С. 28–29.
2. *Воробьев В. И., Воробьев Д. В., Казунина Е. Т.* Поиски научно-обоснованных критериев дефицита микроэлементов в организме животных // Естественные науки. – 2014. – № 3 (48) – С. 80–85.
3. *Органические* микроэлементы в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 14–17.
4. *Зяббаров, А. Г., Большаков А. Д.* Клиническое проявление у телят недостаточности селена и меры профилактики // Ветеринария. – 2002. – № 7. – С. 11–12.
5. *Особенности* метаболизма тиреоидных гормонов у лошадей в условиях недостатка йода и селена / А. А. Стекольников, Л. Ю. Карпенко, А. Б. Андреева, А. А. Бахта // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 2 (14). – С. 96–100.
6. *Титова М.* Обеспеченность микроэлементами лошадей в Тверской области // Комбикорма. – 2011. – № 4. – С. 51.
7. *Бадмаев Н. А.* Влияние неэкструдированной и экструдированной зерносмеси и селеносодержащих препаратов на энергию роста баранчиков курдючной породы / Н. А. Бадмаев, А. Н. Арилов // Зоотехния. – 2016. – № 6. – С. 10–11.
8. *Повышение* продуктивности молодняка овец при использовании в рационе селеноорганического препарата / А. Т. Варакин, В. В. Саломатин, Д. К. Кулик, С. А. Никитин // Зоотехния. – 2016. – № 3. – С. 17–20.
9. *Расолов С. Н., Кузнецов А. Ю.* Использование иммунонутриентов при выращивании молодняка лошадей // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 5. – С. 120–123.
10. *Шевченко С. А., Шевченко А. И.* Содержание селена и йода в почвах Кемеровской области // Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии: в 2 т.: тр. IX Междунар. биогеохим. шк.-конф. – Барнаул, 2015. – Т. 2. – С. 297–299.
11. *Шевченко С. А., Шевченко А. И.* Рост и морфобиохимические показатели крови телят голштинофризкой красно-пестрой породы под влиянием селенопирана // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22), ч. 2. – С. 128–131.
12. *Овсянников А. И.* Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
13. *Плохинский Н. А.* Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
14. *Влияние* скормливания йодированного и селенобогатого соевого белка на продуктивность крупного рогатого скота и свиней / С. Н. Кочегаров, С. Н. Лылык, С. А. Пустовой [и др.] // Зоотехния. – 2011. – № 3. – С. 15–16.
15. *Перепёлкина Л. И., Краснощёкова Т. А.* Биохимические аспекты содержания селена в агрофере Приамурья и его влияние на обменные процессы в организме животных и птицы: монография. – Благовещенск, 2012. – 153 с.
16. *Плавинский С. Ю., Красновский К. А.* Значение селена в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. – Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2013. – С. 61–64.

17. Влияние кормовой добавки Е-селен на мясную продуктивность и качество мяса бычков / Е.И. Першина, О.С. Прибытова, С.Л. Тихонов [и др.] // *Мясная индустрия*. – 2014. – № 3. – С. 38–41.
18. Бикчантаев И. Т., Шакиров Ш. К. Накопление селена в тканях в зависимости от их доз скармливания в рационе бычков на откорме // *Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2011. – Т. 207. – С. 75–80.
19. Ряднов А. А., Горлов И. Ф., Ряднова Т. А. Теоретическое и практическое обоснование использования селенорганических препаратов и ростостимулирующих средств при производстве свинины: монография. – Волгоград, 2012. – 332 с.

#### REFERENCES

1. Zamana, S. P. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2005, No. 2, pp. 28–29. (In Russ.)
2. Vorob'ev, V.I., Vorob'ev D.V., Kazunina E. T. *Estestvennye nauki*, 2014, No. 3 (48), pp. 80–85. (In Russ.)
3. SHEjko I.P., Radchikov V.F., Sahanchuk A. I. *Zootekhnija*, 2015, No. 1, pp. 14–17. (In Russ.)
4. Zyabbarov, A.G., Bol'shakov A. D. *Veterinariya*, 2002, No. 7, pp. 11–12. (In Russ.)
5. Stekol'nikov A.A., Karpenko L.YU., Andreeva A. B., Bahta A. A. *Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ehkologii*, 2015, No. 2 (14), pp. 96–100. (In Russ.)
6. Titova M. *Kombikorma*, 2011, No. 4, 51p.
7. Badmaev N.A., Arilov A. N. *Zootekhnija*, 2016, No. 6, pp. 10–11. (In Russ.)
8. Varakin A. T., Salomatin V. V., Kulik D. K., Nikitin S. A. *Zootekhnija*, 2016, No. 3, pp. 17–20. (In Russ.)
9. Rassolov S. N., A.YU. Kuznecov *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 5, pp. 120–123. (In Russ.)
10. Shevchenko S. A., Shevchenko A. I. *Biogeochemiya tekhnogeneza i sovre-mennye problemy geohimicheskoy ehkologii* (Biogeochemistry of technogenesis and modern problems of geochemical ecology), Proceeding of the 9<sup>th</sup> International Conference, Barnaul, 2015, Vol. 2, pp. 297–299. (In Russ.)
11. Shevchenko, S.A., Shevchenko A.I. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No. 1 (22), pp. 128–131. (In Russ.)
12. Ovsyannikov, A. I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* (The basics of an experienced case in animal husbandry), Moscow: Kolos, 1976, 304 p.
13. Plohinskij, N. A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (Biometrics manual for livestock experts), Moscow: Kolos, 1969, 256 p.
14. Kochegarov S. N., Lylyk S. N., Pustovoj S. A. *Zootekhnija*, 2011, No. 3, pp. 15–16. (In Russ.)
15. Perepyolkina, L. I., Krasnoshchyokova T. A. *Biohimicheskie aspekty sodержaniya selena v agrosfere Priamur'ya i ego vliyanie na obmennye processy v organizme zhivotnyh i pticy* (Biochemical aspects of selenium content in the Amur region of the Amur region and its influence on metabolic processes in the organism of animals and birds), Blagoveshchensk, 2012, 153 p.
16. Plavinskij, S. YU., Krasnovskij K. A. *Problemy Zoo-tekhonii, Veterinarii i Biologii zhivotnyh na Dal'nem Vostoke*, 2013, pp. 61–64. (In Russ.)
17. Pershina E. I., Pribytova O. S., Tihonov S. L. *Myasnaya industriya*, 2014. No. 3, pp. 38–41. (In Russ.)
18. Bikchantaev, I.T., SHakirov SH.K. *Uchenye Zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.EH. Baumana*, 2011, Vol. 207 pp. 75–80. (In Russ.)
19. Ryadnov A. A., Gorlov I. F. *Ryadno T. A. Teoreticheskoe i prakticheskoe obosnovanie ispol'zovaniya selenorganicheskikh preparatov i rostostimuliruyushchih sredstv pri proizvodstve svininy* (Theoretical and practical substantiation of the use of organo-selenium preparations and growth-stimulating agents in the production of pork), Volgograd, 2012, 332 p.

# ЗООТЕХНИЯ, АКВАКУЛЬТУРА, РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 636.2.061

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ ЛИНЕЙНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСТЕРЬЕРА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОРОВ

Л. В. Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Т. В. Кулакова, младший научный сотрудник, аспирант

О. В. Иванова, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор РАН

Е. А. Иванов, научный сотрудник

Красноярский НИИЖ – обособленное подразделение  
ФИЦ КНЦ СО РАН

E-mail: krasnptig75@yandex.ru

**Ключевые слова:** линейная оценка, экстерьер, линия, корреляция, молочная продуктивность, реализация генетического потенциала удою, красно-пестрая порода

*Реферат. При разведении молочного скота важную роль играет оценка животного по экстерьеру и конституции. В странах с развитым молочным скотоводством она осуществляется с использованием линейного метода и является обязательной при оценке быков-производителей по качеству потомства. В нашей стране линейная оценка экстерьера животных достаточно широко апробирована в западных областях, особенно в Московской области, где её применяют уже более 25 лет. В Красноярском крае линейной оценке крупного рогатого скота не уделяется должного внимания. Цель работы – проведение линейной оценки экстерьера коров красно-пестрой породы разных линий и выявление её влияния на молочную продуктивность коров. В результате исследований было установлено, что по большинству показателей линейной оценки и уровню молочной продуктивности животные линии Вис Бек Айдиал 1013415 имели незначительное преимущество перед животными линии Рефлектин Соверинг 198998. По комплексной оценке системы Б коровы обеих групп отнесены к типу телосложения «Хороший+». Выявлены достоверно высокие и средние значения ( $r = 0,55-0,73$ ) коэффициентов корреляции между удоем и балльной оценкой за отдельные признаки экстерьера, такие как ширина и высота прикрепления задних долей вымени, борозда вымени и крепость телосложения. Выяснено, что на общую оценку наибольшее влияние оказывают такие групповые признаки, как общий вид, вымя и выраженность молочных признаков. Выявлена высокая сопряжённость между общей оценкой за вымя и балльной оценкой за ширину задних долей вымени ( $r = 0,73-0,74$ ), а также между большинством групповых признаков системы Б ( $r = 0,57-0,88$ ). Результаты исследований подтверждают, что между удоем и балльной оценкой отдельных признаков экстерьера существует достоверная высокая и средняя взаимосвязь, что необходимо учитывать в селекционно-племенной работе с крупным рогатым скотом красно-пестрой породы.*

## RELATION BETWEEN LINEAR ASSESSMENT OF EXTERIOR AND COWS' MILK PRODUCTIVITY

Efimova L.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Kulakova T.V., Junior Research Fellow, PhD-student

Ivanova O.V., Dr. of Agricultural Sc., Professor of RAS

Ivanov E.A., Research Fellow

Krasnoyarsk RIAH

*Key words:* linear estimate, performance, line, correlation, milk productivity, genetic capacities of milk yield, red-and-white breed.

*Abstract.* The authors highlight the relevance and importance of assessment of animal exterior and body composition when breeding dairy cattle. This assessment is provided by means of linear method in the countries where dairy cattle breeding is developed in a good way. The assessment is obligatory for estimating servicing bulls and their productive qualities and generations. In Russia, linear assessment of animals' exterior is widely used in western regions, especially in Moscow region, and has been applied for 25 years. The researchers don't focus on linear assessment of the cattle in Krasnoyarsk Territory. The paper aims at implementation of linear assessment of red-and-white cows of different lines and its influence on cows' dairy productivity. The researchers found out that the cattle of With Back Ideal 1013415 line surpasses the cattle of Reflection Sovereign 198998 line according to dairy productivity and indexes of linear assessment. The authors refer the cows of both groups to "Good+" type of body construction according to the complex assessment of B system. The authors observed high and average parameters ( $r = 0.55-0.73$ ) of correlation indexes between milk yield and point assessment according to the criteria of exterior as width and height of rear udder attachment, udder furrow and body strength. General view, udder and dairy parameters evidence influence the general assessment. The authors observed close relation between general assessment of the udder and point assessment of rear udder attachment ( $r = 0.73-0.74$ ), and among the group parameters of B system ( $r = 0.57-0.88$ ). The research results speak about close and average relation between the milk yield and point rating of some exterior parameters and it should be taken into account when breeding of red-and-white cattle.

В настоящее время в странах с развитым молочным скотоводством при создании и совершенствовании высокопродуктивных стад особое внимание наряду с молочной продуктивностью уделяют экстерьерно-конституциональным особенностям животных. Для экстерьерной оценки крупного рогатого скота в США и других зарубежных странах (Канада, Германия, Голландия, Великобритания) уже более 30 лет успешно применяют линейный метод [1–3]. В этих странах он является одним из основных при оценке быков-производителей по качеству потомства, а также используется для составления селекционных программ, планов, индексов селекции с целью улучшения породных качеств крупного рогатого скота. Начиная с 90-х годов, уже более 25 лет, такая оценка проводится и в России [4–6]. По данным Н. Антиповой [6], одними из первых в нашей стране оценку экстерьера коров линейным методом в хозяйствах Московской области стали осуществлять специалисты и руководители госплемпредприятия «Московское» (ОАО «Московское» по племенной работе), ВИЖ, ЦСИО, МВА

им. К. И. Скрябина, ТСХА. В настоящее время в базе данных ОАО «Московское» находятся результаты оценки экстерьера 106 тыс. коров-первотёлок, на их основании оценено по типу телосложения свыше 300 быков-производителей, принадлежащих племпредприятию. Ежегодную плановую оценку проходят 4 тыс. первотёлок голштинской и голштинизированных холмогорской и чёрнопёстрой пород в 40 хозяйствах Московской области [6].

Линейный метод оценки экстерьера позволяет получить объективные данные об отдельных животных и стадах в целом [7], повысить возможности типизации животных по экстерьеру [8], профилировать оценённых по потомству быков-производителей [9], а также дает надёжное представление о крепости конституции и здоровье животных [10–11]. По результатам линейного описания проводят корректирующий подбор, т.е. недостатки отдельных статей экстерьера, наблюдаемые у коровы, можно нивелировать в потомстве путем использования быков, у которых наблюдается наследственная тен-

денция противоположного направления развития признака [12].

Методика линейной оценки основана на определении степени выраженности каждого в отдельности взятого признака экстерьера в рамках возможных биологических крайностей в сравнении с желательным (идеальным) его развитием [13]. Обычно крайние оценки означают высшую степень отклонения признака в нежелательных направлениях от оптимума (5 баллов), однако по некоторым признакам (прикрепление передних долей вымени, выраженность молочных форм) линейную оценку повышают от 1 до 9 баллов по мере улучшения их развития в желательном направлении [14].

Темпы генетического совершенствования стад также зависят от направления и силы взаимосвязи между признаками. В связи с этим важно установить, в какой степени взаимосвязаны те или иные признаки экстерьера с удоем коров. Проведенные исследования отечественных и зарубежных ученых не дают однозначного ответа на этот вопрос. Многие авторы подтверждают существование положительной корреляционной зависимости между удоем и отдельными признаками линейной оценки экстерьера [7, 15–20]. Отдельные исследователи отмечают низкие [21–22] и средние [23] значения коэффициентов корреляций.

В Красноярском крае линейной оценке крупного рогатого скота не уделяется должного внимания. В связи с этим целью наших исследований было проведение линейной оценки экстерьера коров красно-пёстрой породы разных линий и выявление ее влияния на молочную продуктивность.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводились в племзаводе ЗАО «Назаровское» Назаровского района Красноярского края.

Объектом исследований являлись коровы красно-пёстрой породы.

Для проведения научно-производственного опыта по принципу пар-аналогов были сформированы 2 группы подопытных коров по 15 голов в каждой с учетом возраста (второй отёл), периода лактации (с 30-го по 120-й день) и линейной принадлежности. В 1-ю группу вошли коровы линии Вис Бек Айдиал 1013415, во 2-ю группу – сверстницы линии Рефлекшн Соверинг 198998.

Подопытные коровы во время проведения исследований находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Линейная оценка экстерьера коров проводилась в соответствии с «Правилами оценки телосложения дочерей быков-производителей молочных и молочно-мясных пород» по системам А и Б [7]. По системе А оценивали 18 отдельных признаков экстерьера по 9-балльной шкале. По системе Б проводили оценку экстерьера коров по комплексу признаков по 100-балльной шкале и классифицировали животных по типам телосложения.

Данные о молочной продуктивности коров и их материнских предков устанавливались по материалам племенного и зоотехнического учёта с использованием программы Selex.

Обработку опытных данных проводили на основе общепринятых статистических методов на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Office Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При визуальном осмотре подопытных животных отмечено, что коровы ЗАО «Назаровское» имеют высокий рост (высота в крестце – 143 см), характеризуются крепким телосложением и имеют развитое вымя, что свойственно молочному типу породы. Результаты линейной оценки экстерьера по системе А не выявили существенной разницы между группами животных (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели линейной оценки экстерьера коров**  
**Parameters of linear assessment of cows' exterior**

Показатель	1-я группа		2-я группа	
	М ± m	Cv,%	М ± m	Cv,%
<i>Линейная оценка по системе А, баллов</i>				
Глубина туловища в области последнего ребра	4,20±0,31	21,9	3,86±0,22	25,6
Крепость телосложения	5,40±0,53	29,2	4,27±0,26	28,1
Ширина зада в седалищных буграх	5,00±0,44	26,7	4,82±0,23	21,9
Длина крестца	3,30±0,39	35,1	3,27±0,24	32,9
Положение таза	5,00±0,27	16,3	4,27±0,30	32,5
Обмускуленность	5,10±0,29	17,2	5,27±0,20	17,7
Постановка задних ног	4,60±0,28	18,3	5,27±0,18	15,7
Угол копыта	4,80±0,41	25,6	4,18±0,17	19,0
Молочные формы	5,40±0,32	17,9	5,27±0,23	19,6
Прикрепление передних долей вымени	5,30±0,35	20,0	5,50±0,25	20,8
Длина передних долей вымени	5,00±0,27	16,3	5,14±0,27	24,3
Высота прикрепления задних долей вымени	6,20±0,54	26,1	5,00±0,24	22,3
Ширина задних долей вымени	6,10±0,48	23,8	5,95±0,23	17,6
Борозда вымени	6,00±0,57	28,3	5,91±0,19	14,7
Положение дна вымени	5,80±0,31	15,8	5,82±0,19	14,7
Расположение передних сосков	5,10±0,40	23,5	4,73±0,20	19,8
Длина сосков	5,90±0,19	9,6	5,32±0,18	15,8
<i>Комплексная оценка по системе Б (100-балльная шкала)</i>				
Объём туловища	82,60±0,76	2,8	82,50±0,73	4,1
Выраженность молочных признаков	84,20±0,66	2,4	83,55±0,42	2,3
Ноги	80,20±0,38	1,4	79,64±0,44	2,5
Вымя	83,20±0,72	2,6	83,18±0,44	2,4
Общий вид	82,70±0,50	1,8	82,32±0,38	2,1
Общая оценка	82,70±0,54	2,0	82,55±0,38	2,1
Тип телосложения	4 +		4 +	

Следует отметить, что по отдельным признакам экстерьера (крепости телосложения, положению таза, углу копыта) у коров 1-й группы по сравнению со сверстницами 2-й группы оценка была более близка к оптимальной (5 баллов). Разница в баллах по этим показателям между группами составила соответственно 1,13; 0,73 и 0,62, или 26,5; 17,1 и 14,8%. Несмотря на высокую разницу по показателям в процентах, она оказалась недостоверной в связи с довольно высокой изменчивостью ( $Cv > 25\%$ ). Высокие коэффициенты изменчивости обнаружены в 1-й группе по таким признакам, как длина крестца (35,1%), крепость телосложения (29,2%), борозда вымени (28,3%), ширина зада в седалищных буграх (26,7%), высота прикрепления задних долей вымени (26,1%) и угол копыта (25,6%). Во 2-й группе высокая изменчивость отмечена по длине крестца (32,9%), положению таза (32,5%), крепости телосложения (28,1%) и глубине туловища в области последнего ребра (25,6%).

По результатам комплексной оценки установлено, что все коровы относились к категории телосложения «Хороший+», разница между группами была недостоверной. Показатели комплексной оценки имели низкую вариабельность.

Показатели молочной продуктивности коров приведены в табл. 2.

Анализ данных молочной продуктивности подопытных животных показал незначительное превосходство коров 1-й группы над сверстницами 2-й группы в удое (399,78 кг, или 6,5%) и в реализации генетического потенциала удою (на 8,48%). Однако по другим показателям (удоем за наивысшую лактацию матери и матери отца, генетическому потенциалу удою) незначительное преимущество, напротив, было у животных 2-й группы; разница по показателям составила соответственно 340,66; 565,49 и 453,13 кг, или 5,1; 4,7 и 4,8%.

Таблица 2

Молочная продуктивность и реализация генетического потенциала  
Milk productivity and genetic capacities

Показатель	1-я группа		2-я группа	
	M ± m, кг	Cv,%	M ± m, кг	Cv,%
Удой	6578,60±207,11	9,4	6178,82±150,16	11,1
Содержание в молоке,% жира	3,85±0,02	1,73	3,86±0,02	1,86
белка	2,95±0,03	3,05	3,00±0,02	2,62
Живая масса, кг	503,00±9,72	5,8	499,36±5,98	5,5
Коэффициент молочности, кг	1306,60±26,55	6,1	1240,41±33,43	12,4
Удой за наивысшую лактацию матери отца (МО), кг	11515,60±766,61	20,0	12081,09±362,66	13,8
Удой за наивысшую лактацию матери (М), кг	6300,20±209,81	10,0	6640,86±190,42	13,1
Разница генетических потенциалов (МО–М), кг	5215,40±738,61	42,5	5440,23±406,54	34,2
Генетический потенциал удоя, кг	8908,10±423,67	14,3	9361,23±206,34	10,1
Реализация генетического потенциала удоя,%	75,25±4,36	17,4	66,77±2,37	16,3

Для определения взаимосвязи между признаками балльной оценки экстерьера и удоя, а также между признаками балльной и общей оценок, между балльной оценкой за вымя (система А) и общей оценкой за вымя (система Б) были рассчитаны коэффициенты фенотипической корреляции (табл. 3–6).

Достоверно высокая и средняя взаимосвязь у животных 1-й группы обнаружена между удоём и балльной экстерьерной оценкой за

длину соска ( $r = 0,74$ ) и длину передних долей вымени ( $r = 0,63$ ), у животных 2-й группы – между удоём и шириной зада в седалищных буграх ( $r = 0,70$ ) (см. табл. 3).

Таким образом, в селекционно-племенной работе с крупным рогатым скотом краснопёстрой породы при отборе по удою следует учитывать взаимосвязь с балльной оценкой экстерьера по признакам, показавшим наибольшую сопряжённость.

Таблица 3

Взаимосвязь удоя с балльной линейной оценкой за экстерьер  
Relation between the milk yield and point rating linear assessment of exterior.

Показатель линейной оценки	1-я группа	2-я группа	Показатель линейной оценки	1-я группа	2-я группа
<i>Система А</i>			<i>Система А</i>		
Высота в крестце	-0,20±0,27	0,38±0,26	Высота прикрепления задних долей вымени	0,04±0,28	-0,02±0,28
Глубина туловища в области последнего ребра	-0,28±0,27	0,36±0,26	Ширина задних долей вымени	0,14±0,270	-0,08±0,28
Крепость телосложения	0,07±0,28	0,02±0,28	Борозда вымени	-0,06±0,28	0,20±0,27
Ширина зада в седалищных буграх	0,14±0,28	0,70±0,20**	Положение дна вымени	-0,20±0,27	-0,40±0,25
Длина крестца	-0,02±0,28	0,33±0,26	Расположение передних сосков	-0,05±0,28	-0,02±0,28
Положение таза	-0,58±0,23	-0,32±0,26	Длина сосков	0,74±0,19**	0,27±0,27
Обмускуленность	0,46±0,25	-0,05±0,28	<i>Система Б</i>		
Постановка задних ног	-0,16±0,27	0,06±0,28	Объём туловища	0,05±0,28	0,37±0,26
Угол копыта	-0,40±0,25	-0,21±0,27	Выраженность молочных признаков	-0,17±0,27	-0,15±0,27
Молочные формы	0,18±0,27	0,08±0,28	Ноги	-0,25±0,27	-0,17±0,27
Прикрепление передних долей вымени	0,38±0,26	0,15±0,27	Вымя	0,37±0,26	-0,02±0,28
Длина передних долей вымени	0,63±0,21*	0,15±0,27	Общий вид	-0,03±0,28	0,13±0,27
			Общая оценка	0,14±0,27	0,03±0,28

Примечание. Здесь и далее: \* P>0,95; \*\* P>0,99; \*\*\* P>0,999.

При определении взаимосвязи между общей балльной оценкой и балльной оценкой за отдельные признаки по системе А в 1-й группе выявлена наибольшая сопряженность общей оценки с балльной оценкой за ширину задних долей вымени ( $r = 0,73$ ), за борозду вымени ( $r = 0,68$ ), высоту прикрепления задних долей вымени ( $r = 0,61$ ) и за крепость телосложения ( $r = 0,55$ ); во 2-й группе – за молочные формы ( $r = 0,78$ ), за ширину задних долей вымени

( $r = 0,73$ ), длину и прикрепление передних долей вымени ( $r = 0,61-0,64$ ) (см. табл. 4).

В обеих группах установлена высокая сила связи между общей оценкой за экстерьер и балльной оценкой за все групповые признаки ( $r = 0,62-0,97$ ). Наибольшее влияние на общую оценку оказали оценки за следующие групповые признаки: общий вид ( $r = 0,96-0,97$ ), вымя ( $r = 0,92-0,93$ ) и выраженность молочных признаков ( $r = 0,86-0,87$ ).

Таблица 4

**Взаимосвязь общей оценки за экстерьер (система Б) с балльной линейной оценкой (система А)**  
**Relation between general assessment of exterior (B system) and point rating linear assessment (A system)**

Показатель линейной оценки	1-я группа	2-я группа	Показатель линейной оценки	1-я группа	2-я группа
<i>Система А</i>			<i>Система А</i>		
Высота в крестце	0,03±0,28	0,38±0,26	Высота прикрепления задних долей вымени	0,61±0,22*	0,20±0,27
Глубина туловища в области последнего ребра	0,34±0,26	0,24±0,27	Ширина задних долей вымени	0,73±0,19**	0,73±0,19**
Крепость телосложения	0,55±0,23*	0,14±0,27	Борозда вымени	0,68±0,20**	0,16±0,27
Ширина зада в седалищных буграх	-0,30±0,26	0,10±0,28	Положение дна вымени	-0,74±0,19	-0,40±0,25
Длина крестца	-0,35±0,26	-0,07±0,28	Расположение передних сосков	-0,04±0,28	-0,30±0,26
			Длина сосков	0,55±0,23*	0,27±0,27
			<i>Система Б</i>		
Положение таза	-0,29±0,26	0,06±0,28	Объём туловища	0,64±0,21**	0,62±0,22*
Обмускуленность	-0,15±0,27	-0,03±0,28	Выраженность молочных признаков	0,86±0,14***	0,87±0,14***
Постановка задних ног	0,19±0,27	0,18±0,27	Ноги	0,73±0,19**	0,65±0,21**
Угол копыта	0,02±0,28	0,21±0,27	Вымя	0,93±0,10***	0,92±0,11***
Молочные формы	0,45±0,25	0,78±0,17***	Общий вид	0,97±0,07***	0,96±0,08***
Прикрепление передних долей вымени	0,05±0,28	0,61±0,22*			
Длина передних долей вымени	-0,24±0,27	0,64±0,21**			

В связи с тем, что на общую оценку молочной коровы наибольшее влияние оказывает оценка за вымя, мы решили рассчитать коэффициенты корреляции между общей оценкой за вымя (система Б) и балльной оценкой за отдельные признаки (система А), характеризующие качество вымени и молочные формы (см. табл. 5).

кой за вымя (система Б) и балльной оценкой за отдельные признаки (система А), характеризующие качество вымени и молочные формы (см. табл. 5).

Таблица 5

**Взаимосвязь общей оценки за вымя (система Б) с балльной линейной оценкой молочных признаков (система А)**  
**Relation between the general assessment of the udder (B system) and point rating linear assessment of dairy parameters (A system)**

Показатель линейной оценки	1-я группа	2-я группа
Молочные формы	0,44±0,25	0,78±0,17***
Прикрепление передних долей вымени	0,17±0,27	0,66±0,21**
Длина передних долей вымени	-0,06±0,28	0,65±0,21**
Высота прикрепления задних долей вымени	0,69±0,20**	0,23±0,27
Ширина задних долей вымени	0,74±0,19**	0,73±0,19**
Борозда вымени	0,64±0,21**	0,34±0,26
Положение дна вымени	-0,82±0,16	-0,37±0,26
Расположение передних сосков	-0,27±0,27	-0,30±0,26
Длина сосков	0,75±0,18***	0,19±0,27

Анализ полученных коэффициентов корреляции показал, что в обеих группах выявлена высокая сопряжённость между общей оценкой за вымя и балльной оценкой за ширину задних долей вымени, что вполне логично, так как этот показатель является одним из основных при характеристике вымени, по нему можно судить о развитии и предполагаемой ёмкости вымени. Кроме того, в 1-й группе обнаружена высокая и средняя сила связи между общей оценкой за вымя и балльной оценкой за длину сосков ( $r = 0,75$ ), а также за высоту прикрепления задних долей вымени ( $r = 0,69$ ) и борозду вымени ( $r = 0,64$ ). Во 2-й группе достоверная взаимосвязь отмечена между общей оценкой за вымя и балльной оценкой за молочные формы ( $r =$

$0,78$ ), за прикрепление и длину передних долей вымени ( $r = 0,65-0,66$ ). В обеих группах отрицательно коррелировали с линейной оценкой за вымя балльная оценка за положение дна вымени и расположение передних сосков ( $r = -0,27-0,82$ ). Принимая во внимание установленные взаимосвязи между признаками, характеризующими вымя и молочные формы, можно с успехом заниматься косвенной селекцией животных по качеству вымени при совершенствовании скота красно-пёстрой породы.

Для представления наиболее полной картины взаимосвязи между признаками экстерьера в системе комплексной оценки были рассчитаны фенотипические корреляции (см. табл. 6).

Таблица 6

Взаимосвязь между показателями линейной оценки по системе Б  
Relation among the parameters of linear assessment (B system)

Название признака балльной оценки	Объём туловища	Выраженность молочных признаков	Ноги	Вымя
<i>1-я группа</i>				
Выраженность молочных признаков	0,61±0,22*			
Ноги	0,29±0,26	0,67±0,21**		
Вымя	0,43±0,25	0,67±0,21**	0,57±0,23*	
Общий вид	0,68±0,20**	0,88±0,13***	0,83±0,15***	0,82±0,16***
<i>2-я группа</i>				
Выраженность молочных признаков	0,30±0,26			
Ноги	0,25±0,27	0,58±0,23*		
Вымя	0,39±0,25	0,84±0,15***	0,43±0,25	
Общий вид	0,77±0,18***	0,76±0,18***	0,65±0,21**	0,80±0,17***

Установлено, что в обеих группах наблюдалась высокая и средняя сила связи по большинству показателей линейной оценки экстерьера по системе Б. При этом наибольшая взаимосвязь в группах отмечена между оценкой за общий вид и всеми остальными групповыми признаками экстерьера ( $r = 0,65-0,88$ ). Во 2-й группе высокая сила связи установлена между оценкой за вымя и выраженность молочных признаков ( $r = 0,84$ ). Средняя сопряжённость наблюдалась в 1-й группе между оценкой за ноги, вымя и объём туловища с выраженностью молочных признаков ( $r = 0,61-0,67$ ), между оценкой за вымя и ноги ( $r = 0,57$ ); во 2-й группе – между оценкой за

ноги и выраженность молочных признаков ( $r = 0,58$ ).

## ВЫВОДЫ

1. Коровы красно-пёстрой породы ЗАО «Назаровское» имеют высокий рост (высота в крестце – 143 см), характеризуются крепким телосложением и имеют развитое вымя. Линейная оценка экстерьера животных по системе А выявила незначительное преимущество коров линии Вис Бек Айдиал: по большинству линейных признаков их оценка была ближе к оптимальной (5 баллов) по сравнению со сверстницами линии Рефлекшн Соверинг. По комплексной оценке системы Б



15. Мартынова Е., Девятова Ю. Линейная оценка экстерьера коров и её связь с продуктивностью // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 8. – С. 23–25.
16. Heritabilities of and genetic and phenotypic correlations between condition score and production and conformation traits in Black-and-White cows / P. Guliński, K. Młynek, Z. Litwińczuk, E. Dobrogowska // Animal Science Papers and Reports. – 2005. – Vol. 23, № 1. – P. 33–41.
17. Тамарова Р.В., Волкова Т.Н. Линейная оценка экстерьера и морфологических свойств вымени коров разных генотипов во взаимосвязи с молочной продуктивностью // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2013. – № 2. – С. 39–43.
18. Relationship between conformation traits and lifetime production efficiency of cows / A. Sawa, M. Bogucki, S. Krężel-Czopek, W. Neja // Vet Sci. – 2013. – URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/124690>.
19. Линейная оценка экстерьера коров симментальской породы различных генотипов в условиях Республики Мордовия [Электрон. ресурс] / А. А. Вельматов, В. Н. Гладилин, В. Н. Ломонов [и др.] // Огарёв-Online. – 2015. – № 1 (42). – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/lineijnaya-ocenka-eksterera-korov-simmentalskojj-porody-razlichnykh-genotipov-v-usloviyakh-respubliki-mordoviya>. – (Дата обращения: 31.03.2017).
20. Продуктивность коров красно-пестрой породы в зависимости от типов телосложения / Л. В. Ефимова, Н. М. Ростовцева, Т. В. Кулакова [и др.] // В мире научных открытий. – 2016. – № 12 (84). – С. 92–107.
21. Шевелёва О.М. Молочная продуктивность и экстерьерные особенности крупного рогатого скота черно-пестрой породы и ее помесей с голштинами в условиях Северного Зауралья // Вестн. КрасГАУ. – 2006. – № 10. – С. 178–182.
22. Свириденко С.И. Связь линейной оценки экстерьера с молочной продуктивностью коров в ОАО «Учхозбайкал» // Вестн. Бурят. ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 60–64.
23. Phenotypic and genetic relationship between linear functional type traits and milk yield for five breeds / H. D. Norman, R. L. Powell, J. R. Wright, B. G. Cassell // J. Dairy Sci. – 1988. – Vol. 71, N 7. – P. 1880–1896.

## REFERENCES

1. Loginov Zh.G., Prohorenko P.N., Didkovskij A. N. *Metodicheskie rekomendacii po ocenke bykov po tipu ih docherej, poluchennyh pri poglotitel'nom skreshhivanii otechestvennyh porod s golshтинami* (Methodical recommendations on the evaluation of bulls by the type of their daughters, obtained during the absorbent crossing of domestic breeds with Holsteins), Leningrad: VNIIGRZh, 1989, 31 p.
2. Ufimceva N.S., Makeeva T.V. *Ocenka jekster'era krupnogo rogatogo skota molochnyh porod: metod. posobie dlja prakticheskikh zanjatij* (Estimation of the ex-terrier of cattle of dairy breeds: a method. manual for practical classes), Novosibirsk, 2003, pp. 13–16.
3. Dankvert S.A., Holmanov A.M., Osadchaja O. Ju. *Skotovodstvo stran mira* (Cattle-breeding of the countries of the world), Moscow, 2007, 44p.
4. Halitbekov M.A. *Ocenka i otbor bykov-proizvoditelej chjorno-pjostroj porody po tipu teloslozhenija i molochnoj produktivnosti korov* (Evaluation and selection of bulls-producers of black and motley breed by the type of build and dairy productivity of cows), Avtoref. dis ... kand. s. – h. nauk, Dubrovicy, 1995, p.4.
5. 5. azarbin D.R. *Linejnaja ocenka jekster'era molochnyh korov i ejo primenenie v skotovodstve Rossii* (Linear estimation of the ex-terrier of dairy cows and its application in cattle breeding in Russia), Avtoref. dis. ... d-ra s. – h. nauk, Dubrovicy, 1997, 47 p.
6. Antipova N. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2016, Spec. Issue 11. (In Russ.)
7. *Pravila ocenki teloslozhenija docherej bykov-proizvoditelej molochno-mjasnyh porod*. (Rules for assessing the physique of daughters of bulls-producers of dairy-meat breeds.), Moscow: MSHiP Departament zhivotnovodstva i plemennogo dela, 1996, 23 p.
8. Morozov A.V., Skachkov D.A., Pashhenko O.V., Volohov I.M. *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*, 2010, No. 4 (20), pp. 114–115. (In Russ.)
9. Jaranceva S.B., Shishkina M.A. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2010, No. 5, 60p. (In Russ.)
10. Pantelić V., Stevica A., Ostojic-Adrić D., Sretenović L., Petrović M.M., Novaković Z. *Archiva Zootechnica*, 2010, No. 1 (13), pp. 83–90. (In Russ.)

11. Chechenihina O. S., Kazanceva E. S. *Vestnik NGAU*, 2015, No. 2 (35), 124p. (In Russ.)
12. Tishkina T. N. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*, 2015, No. 4, pp. 156–159. (In Russ.)
13. Bashhenko M. I., Hmel' nichij L. M. *Zootehnika*, 2005, No. 3 6p. (In Russ.)
14. Legoshin G. P., Agaev Ju. M., Cherekaev A. M. *Zootehnika*, 1999, No. 10, 2 p. (In Russ.)
15. Martynova E., Devjatova Ju. *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*, 2004, No. 8, pp. 23–25. (In Russ.)
16. Guliński P., Młynek K., Litwińczuk Z., Dobrogowska E. *Animal Science Papers and Reports*, 2005, No. 1 (23), pp. 33–41. (In Russ.)
17. Tamarova R. V., Volkova T. N. *Vestnik APK Verhnevolzh'ja*, 2013, No. 2, pp. 39–43. (In Russ.)
18. Sawa A., Bogucki M., Krężel-Czopek S., Neja W. *Vet Sci*, 2013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/124690>.
19. Vel'matov A. A., Gladilin V. N., Lomonov V. N., Nejaskin N. N., Tishkina T. N. *Ogarjov-Online*, 2015, No. 1 (42). Available at: <http://journal.mrsu.ru/arts/lineijnaya-ocenka-ehksterera-korov-simmentalskojj-porody-razlichnykh-genotipov-v-usloviyakh-respubliki-mordoviya> (31 Marh 2017).
20. Efimova L. V., Rostovceva N. M., Kulakova T. V., Ivanova O. V., Ivanov E. A. *Vmire nauchnyh otkrytij*, 2016, No. 12 (84), pp. 92–107. (In Russ.)
21. Sheveljova O. M. *Vestnik KrasGAU*, 2006, No. 10, pp. 178–182. (In Russ.)
22. Sviridenko S. I. *Vestnik Burjatskoj GSHA*, 2014, No. 3, pp. 60–64. (In Russ.)
23. Norman H. D., Powell R. L., Wright J. R., Cassell B. G. *J Dairy Sci*, 1988 No. 7 (71), pp. 1880–1896.

УДК 636.082.453.52

**КАЧЕСТВО СПЕРМОПРОДУКЦИИ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ  
БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КРАСНОЙ СТЕПНОЙ ПОРОДЫ  
ОАО ПЛЕМПРЕДПРИЯТИЕ «БАРНАУЛЬСКОЕ»**

<sup>1</sup>А.И. Желтиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>1</sup>О.И. Себежко, кандидат биологических наук, доцент

<sup>1</sup>О.С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор

<sup>1</sup>Т.В. Коновалова, старший преподаватель

<sup>1</sup>В.Г. Маренков, кандидат биологических наук, доцент

<sup>1</sup>А.Г. Незавитин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>1</sup>В.Н. Дементьев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>2,1</sup>И.И. Клименок, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

*Ключевые слова:* красная степная порода, быки-производители, спермопродукция, эякулят, активность сперматозоидов, оплодотворяемость

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: razvedenie@mail.ru

*Реферат. Приведена характеристика 12 быков-производителей красной степной породы ОАО Племпредприятие «Барнаульское» по качеству нативной спермы и 5 производителей этой же породы по оплодотворяющей способности маточного состава. Выявлены значимые различия между быками по объёму суммарного суточного эякулята, достигающие 7,56 мл. При этом коэффициент вариации данного признака у отдельных производителей изменяется от 27,5 до 42,0%, в целом по группе он составил 40,6%. Активность сперматозоидов варьирует от 6,96 балла у быка Экрана 230 до 7,68 балла у Изумруда 5460. Коэффициент вариации активности сперматозоидов у отдельных быков составляет 9,6–15,7%, в целом по группе производителей – 14,2%. По концентрации сперматозоидов также выявлены значительные различия между быками, достигающие 0,49 млрд/мл, или 65,3%. Коэффициент вариации сперматозоидов составляет 18,0–34,5%, в целом по группе быков – 29,4%. Оплодотворяемость маток от первого осеменения спермой 5 быков красной степной породы составила 35,4–54,5%, общая – 63,9–91,1%. Наихудшие результаты получены при использовании спермопродукции быка Балла 1242, лучшие – Ватикана 3959, Ириса 667 и Ликера 5750. Оценка быков-производителей красной степной породы по качеству спермы и воспроизводительным качествам свидетельствует о достаточных между ними различиях. Это можно объяснить наследственными особенностями быков красной степной породы, учитывая, что они содержались и использовались одинаковое время в условиях одного и того же племпредприятия.*

**QUALITY OF SPERM AND REPRODUCTIVE FUNCTION OF SERVICING BULLS  
OF RED STEPPE BREED AT BARNAULSKOE ENTERPRISE**

<sup>1</sup> Zheltikov A.I., Dr. of Agricultural Sc., Professor

<sup>1</sup> Sebezhko O.I., Candidate of Biology, Associate Professor

<sup>1</sup> Korotkevich O.S., Dr. of Biological Sc., Professor

<sup>1</sup> Konovalova T.V., Senior Teacher

<sup>1</sup> Marenkov V.G., Candidate of Biology, Associate Professor

<sup>1</sup> Nezavitin A.G., Dr. of Agricultural Sc., Professor

<sup>1</sup> Dementiev V.N., Dr. of Agricultural Sc., Professor

<sup>2,1</sup> Klimenok I.I., Dr. of Agricultural Sc., Professor

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian Research and Technological Institute of Animal Husbandry RAS, Novosibirsk, Russia

*Key words:* red steppe breed, servicing bulls, sperm production, ejaculate, spermatozooids activity, conception rate.

*Abstract. The article characterizes 12 red steppe servicing bulls from Barnaulskoe enterprise on the quality of native sperm and conception rate. The authors found out significant differences (7.56 ml) between the bulls in total daily ejaculate. This coefficient varied from 27.5 to 42%; it was 40.6 in the group. Spermatozoids activity varied from 6,96 (Ekran 230 bull) to 7.68 (Izumrud 5460 bull) whereas sometimes it reaches 9.6-15.7%; it was 14.2% in the group. The authors observed differences in the concentration of spermatozoids; they reach 0.49 bill/ml or 65.3 %. Variation coefficient of spermatozoids was 18.0-34.5 %; it was 29.4 % in the group. The conception rate of the first service by the sperm of 5 red-steppe bulls was 35.4-54.5%; total conception rate was 63.9-91.1%. The researchers observed the worst results when used sperm of Ball 1242 bull, the best results was observed when they used Vatikan 3959 bull, Iris 667 and Liker 5750. Assessment of red-steppe servicing bulls on the quality of sperm and reproductive parameters speaks about significant differences among them. This could be explained by hereditary features of the red-steppe bulls taking into account that they were kept in the same conditions.*

Красная степная порода крупного рогатого скота в Западной Сибири занимает одно из ведущих мест по численности поголовья. Так, в Алтайском крае на её долю за последние 10 лет приходится 24,8–27,7%.

Животные этой породы поедают большое количество грубого корма, способны сохранять воспроизводительные качества и сочетать выносливость с неприхотливостью к условиям содержания и эксплуатации. В сравнении с другими породами молочного направления продуктивности она значительно лучше приспособлена к засушливому климату, более вынослива, имеет сравнительно высокую продуктивность, способна быстро восстанавливать живую массу и хорошо оплачивать корм продукцией [1].

С 70-х гг. XX в. в России ведётся большая работа по созданию новых пород и типов сельскохозяйственных животных, в том числе крупного рогатого скота [2–5]. В Сибири созданы и утверждены ирменский, приобский, красноярский и прибайкальский типы в чёрно-пёстрой породе [6, 7]. С привлечением генетических ресурсов англеской, красной датской и красно-пёстрой голштинской пород в Алтайском крае и Омской области совершенствуется красная степная порода и выведены кулундинский и сибирский типы [8–12]. В Красноярском крае и Поволжье создана молочная красно-пёстрая порода [13], в Хакасии и Новосибирской области – сонский и садовский типы герфордской породы [14, 15].

При создании новых пород и типов сельскохозяйственных животных важно изучение их генофонда и фенофонда [16–20]. Ряд исследова-

вателей предлагают в качестве селекционируемых признаков включать резистентность животных к наиболее распространённым заболеваниям [16, 17, 21], устойчивость к аккумуляции тяжёлых металлов в органах и тканях и производство экологически безопасной продукции [22–29]. В молочном скотоводстве для повышения продуктивности большое значение необходимо уделять воспроизводству стада, которое во многом зависит от качества спермопродукции [30–32].

Цель исследования – изучить качество спермопродукции и воспроизводительные способности быков-производителей красной степной породы в условиях Алтайского края.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в ОАО Племпредприятие «Барнаульское» на быках-производителях красной степной породы кулундинского типа. Проведена оценка 12 быков по качеству спермы, при этом учитывали средний объём суточных эякулятов, активность и концентрацию сперматозоидов. На основании зоотехнического учёта было рассчитано количество осеменённых коров спермой 5 производителей, процент их оплодотворяемости. В эту группу маток были включены только те, у которых известны результаты осеменения, другие были исключены из обработки. В Сибири важное значение придается мониторингу окружающей среды. Поэтому в наших исследованиях изучалось содержание тяжелых металлов в почве и кормах [33–38]. Результаты исследований

обработаны на персональном компьютере с использованием генетико-математических методов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ОАО Племпредприятие «Барнаульское» является единственной организацией по производству биопродукции в Алтайском крае и полностью обеспечивает бесперебойную работу более 1,1 тыс. пунктов искусственного осеменения. Развитие племенного скотоводства в крае и получение высоких показателей в этой отрасли полностью зависят от работы племпредприятия.

В 2006 г. было приобретено два аппарата нового поколения АФС-120 для фасовки семени в пайеты. В 2009 г. была запущена современная технологическая линия французского производства IMV. С начала эксплуатации нового оборудования доля биопродукции, заготавливаемой в пайетах, достигла 89%. Замораживание пайет происходит с применением комплекса для замораживания, который состоит из камеры глубокого замораживания DIGITCOOL 5300, бака с жидким азотом CRYOBOLL 230–4, программирующего устройства 2704. При

замораживании решётки с пайетами помещают в камеру, в которую, согласно заданному режиму охлаждения, подают пары жидкого азота. По окончании цикла охлаждения пайеты быстро собирают с решёток и погружают их в жидкий азот.

Эффективным методом совершенствования стад, линий, типов и пород сельскохозяйственных животных является использование лучших производителей, оценённых по происхождению, собственным показателям и качеству потомства. В молочном скотоводстве для улучшения воспроизводства очень важно оценить быков по качеству спермопродукции, так как от этого во многом зависит оплодотворяемость молочного стада и выход телят.

Из табл. 1 видно, что суммарный объём эякулятов, полученных от быков за сутки, изменялся от 8,96 мл у Экрана 230 до 16,52 мл у Ловкого 7204. Первый бык по этому показателю уступал остальным на 2,6–7,56 мл ( $P < 0,001$ ). Наоборот, у Ловкого 7204 объём эякулята был выше, чем у других быков ( $P < 0,05–0,001$ ), за исключением Борта 283, Дона 291, Индуса 2916 и Эфира 269.

Таблица 1

#### Качество нативной спермы быков-производителей красной степной породы

#### Quality of red-steppe servicing bulls' native sperm

Кличка и номер быка	Количество дней использования	Объём, мл	Активность сперматозоидов, баллов	Концентрация, млрд/мл			
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$		Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Борт 283	54	15,04±0,75	36,6	7,48±0,13	12,9	1,16±0,04	27,4
Вой 348	51	13,55±0,74	39,3	7,61±0,11	10,5	1,24±0,04	24,8
Знойный 393	50	12,02±0,62	36,7	7,28±0,14	13,3	0,75±0,02	18,0
Дон 291	45	15,49±0,87	37,8	7,45±0,14	12,1	0,96±0,04	29,6
Изумруд 5460	50	14,24±0,71	35,3	7,68±0,10	9,6	1,03±0,04	24,5
Индус 2916	49	16,10±0,78	33,9	7,31±0,15	14,8	1,16±0,04	26,5
Ловкий 7204	50	16,52±0,82	35,2	7,65±0,11	10,5	1,06±0,03	22,7
Молот 7262	50	11,56±0,45	27,5	7,38±0,14	13,1	1,06±0,03	23,1
Ромэн 316	54	11,91±0,63	38,8	7,06±0,15	15,7	1,12±0,04	27,3
Экран 230	48	8,96±0,54	42,0	6,96±0,15	14,5	0,91±0,05	34,5
Эфир 269	51	16,14±0,81	35,9	7,63±0,12	10,8	0,91±0,03	21,7
Эффект 245	52	13,63±0,72	37,1	7,59±0,12	11,2	0,89±0,04	28,9
В с е г о	604	13,76±0,23	40,6	7,42±0,04	14,2	1,02±0,01	29,4

Наименьший коэффициент вариации этого показателя был у Молота 7262 – 27,5%, а наибольший ( $C_v=42,0\%$ ) – у Экрана 230. Активность сперматозоидов изменялась от 6,96 балла у Экрана 230 до 7,68 балла у Изумруда 5460. Последний бык по этому показателю превзошёл Знойного 393, Индуса 2916, Экрана 230 и Ромэна 316 на 0,37–0,72 балла ( $P<0,05-0,001$ ). Высокой активностью сперматозоидов (от 7,59 до 7,65 балла) была также у быков-производителей Воя 348, Эффекта 245, Эфира 269 и Ловкого 7204.

Коэффициент вариации активности сперматозоидов наименьшим был у Изумруда 5460–9,6%, а максимальным – у Ромэна 316 и равен 15,7%. Низким этот показатель изменчивости также был у быков-производителей Воя 348, Ловкого 7204, Эфира 269, Эффекта 245 и составил от 10,5 до 11,2%. Кроме Ромэна 316, более высокие показатели коэффициента вариации активности сперматозоидов установлены у Индуса 2916 и Экрана 230 – соответственно 14,8 и 14,5%.

Важным показателем, характеризующим качество спермы, является концентрация сперматозоидов, которая у красных степных быков изменялась от 0,75 млрд/мл у Знойного 393 до 1,24 млрд/мл у Воя 308. Различие между этими крайними величинами составило 0,49 млрд/мл,

или 65,3% ( $P<0,001$ ). Высокая концентрация сперматозоидов (свыше 1 млрд/мл) также отмечена у Борта 283, Изумруда 5460, Индуса 2916, Ловкого 7204, Молота 7262 и Ромэна 316. У остальных четырёх быков этот показатель составил 0,89–0,96 млрд/мл, что на 18,7–28,0% больше, чем у Знойного 393 ( $P<0,01-0,001$ ), и на 9,4–28,2% меньше по сравнению с шестью лучшими производителями ( $P<0,05-0,001$ ).

Наименьшим коэффициентом вариации оказался у Знойного 393 и составил 18,0%, наибольшим – у Экрана 230 и равен 34,5%.

В табл. 2 представлены показатели оплодотворяемости коров, осеменённых спермой 5 производителей красной степной породы. Количество осеменённых коров изменялось от 230 (Ватин 3959) до 15349 голов (Ирис 667).

Оплодотворяющая способность спермы Балла 1242, Бедового 3933 и Ватина 3959 после первого осеменения составила менее 50% и была на 4,0–19,1% меньше по сравнению с другими производителями ( $P<0,001$ ). У Балла 1242 осталась низкой и общая оплодотворяемость, которая равна 63,9%, что на 21,5–27,2% ниже, чем у других быков-производителей ( $P<0,001$ ). Эти данные свидетельствуют об определенном влиянии генотипа отцов на оплодотворяемость маток.

Таблица 2

Воспроизводительная способность быков-производителей красной степной породы  
Reproductive features of red-steppe servicing bulls

Кличка и номер быка	Осеменено маток, гол.	Оплодотворяемость маток			
		всего		после первого осеменения	
		гол.	%	гол.	%
Балл 1242	12437	7941	63,90±0,43	4402	35,40±0,43
Бедовый 3933	8834	7544	85,40±0,38	4133	46,80±0,53
Ватин 3959	230	228	91,10±1,89	101	43,90±3,28
Ирис 667	15349	13229	86,20±0,28	7800	50,80±0,40
Ликер 5750	13290	11354	85,40±0,31	7245	54,50±0,43

Таким образом, для искусственного осеменения следует использовать быков-производителей, характеризующихся высоким качеством семени и хорошей воспроизводительной способностью, повышающих продуктивность и устойчивость потомства к болезням с учетом экологических условий [39–45].

## ВЫВОДЫ

1. Оценка быков-производителей красной степной породы ОАО Племпредприятие «Барнаульское» по качеству спермопродукции свидетельствует о достаточно большом их разнообразии, особенно по объёму натив-

ной спермы, получаемой в среднем за один день эксплуатации быка, и концентрации в ней сперматозоидов. Эти параметры, от которых во многом зависит выход замороженной спермопродукции, являются важнейшими признаками отбора быков-производителей по качеству их спермы.

2. Оценка быков по оплодотворяющей способности их спермы выявила значительные различия между ними, которые достигли 19,1% после первого осеменения и 27,2% по общей оплодотворяемости.

3. Различия между быками красной степной породы по качеству спермопродукции и оплодотворяющей способности можно объяснить наследственными особенностями производителей, принимая во внимание, что они содержались и использовались в условиях одного и того же племпредприятия. Это необходимо учитывать при комплексной оценке быков-производителей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-16-30003).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дмитриев Н. Г.* Породы скота по странам мира. – М.: Колос, 1978. – 351 с.
2. *Адушинов Д. С.* Совершенствование племенных, продуктивных и технологических качеств голштинизированного чёрно-пёстрого скота Восточной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Иркутск, 2006. – 314 с.
3. *Адушинов Д. С.* Эффективность голштинизации чёрно-пёстрого скота в Восточной Сибири // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 3. – С. 17.
4. *Ворожейкина Н. Г., Незавитин А. Г., Захаров Н. Б.* Биоресурсный потенциал кожевенного сырья, получаемого от молодняка крупного рогатого скота // Вестн. НГАУ. – 2011. – № 1 (17). – С. 56–60.
5. *Желтиков А. И., Петухов В. Л.* Изменение генетической структуры чёрно-пёстрого скота в процессе голштинизации // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1996. – № 3–4. – С. 97–99.
6. *Клименок И., Герасимчук Л., Уфимцева Н.* Новый тип скота «Приобский» // Животноводство России. – 2006. – № 4. – С. 38.
7. *Солошенко В. А., Клименок И. И.* Создание новых типов молочного скота и эффективность их разведения в условиях Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 12. – С. 35–37.
8. *Дунин И., Князева Т., Тюриков В.* Тип сибирский // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 5. – С. 19.
9. *Дунин И., Князева Т., Тюриков В.* Тип кулундинский // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 1. – С. 21.
10. *Ильин В. В., Желтиков А. И., Короткевич О. С.* Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68–71.
11. *Князева Т.* Красный молочный скот России // Животноводство России. – 2010. – № 3. – С. 6–9.
12. *Солошенко В. А., Клименок И. И., Хлебников И. К.* Стратегические направления интенсификации молочного скотоводства Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 10 (202). – С. 68–77.
13. *Красно-пёстрая* порода скота в племзаводе ЗАО «Краснотуранский» Красноярского края / М. М. Никитина, А. А. Голубков, С. В. Русина, А. И. Голубков. – Красноярск, 2008. – 112 с.
14. *Заводской* тип герефордов «Сонский» / Н. Г. Гамарник, В. Ф. Петров, Б. О. Инербаев [и др.] // Зоотехния. – 2001. – № 1. – С. 6–8.
15. *Создание* нового мясного типа герефордов «Садовский» / Н. Г. Гамарник, В. А. Солошенко, П. Т. Золотарёв [и др.] // Зоотехния. – 2002. – № 9. – С. 6–8.
16. *Устойчивость* красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич, Т. В. Коновалова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65–68.
17. *Козлов Ю. Н., Костомахин Н. М.* Генетика и селекция сельскохозяйственных животных. – М., 2009. – 264 с.
18. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia* / O.S. Korotkevich, M.P. Lykhanov, V.L. Petukhov [et al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production. – Vancouver, Canada, 2014. – P. 487.

19. *Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней* / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.] // Рос. с.-х. наука. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
20. *Генофонд и фенотип сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней* / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков [и др.] – Новосибирск: НГАУ, ИЦиГ СО РАН, 2012. – 579 с.
21. *Костомахин Н.* Иммунологический статус быков-производителей и его использование в селекции // Главный зоотехник. – 2007. – № 5. – С. 18–21.
22. *Желтикова О. А., Короткевич О. С., Петухов В. Л.* Аккумуляция макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) // Вестн. НГАУ. – 2007. – № 6. – С. 50–56.
23. *Зайко О. А., Короткевич О. С., Петухов В. Л.* Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связь с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови // Докл. РАСХН. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
24. *Особенности накопления и корреляции тяжёлых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища* / И. С. Миллер, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–11. – С. 2469–2473.
25. *Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение* RUS 242611924.03.2010 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.
26. *Marmuleva N.I., Barinov E. Ya., Petukhov V.L.* Radionuclides accumulation in milk and its products // Journal De Physique IV France 107 JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2003. – P. 827–829. – DOI: 10.1051/jp4:20030426.
27. *Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves* / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] //17th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Proceeding of Abstract. – Guijiang, China. – 2014. – P. 74.
28. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Главный зоотехник. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
29. *Konovalova T. V.* Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle / В сборнике: Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, 2012. E3S Web of Conference 1,15002 (2013). – DOI:10.1051/e3sconf/20130115002.
30. *Воспроизводительная способность быков-производителей красных пород Алтайского края* / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич [и др.] // Главный зоотехник. – 2012. – № 3. – С. 6–10.
31. *Турчанов С.* Биологическая ценность оттаянной спермы быков // Главный зоотехник. – 2009. – № 12. – С. 7–8.
32. *Гормональный и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области* / Л. В. Осадчук, О. И. Себежко, Н. И. Шишин [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 2 (43). – С. 52–61.
33. *The content of heavy metals in feeds of the Tyva Republic* / R. B. Chysyma, V.L. Petukhov, E. E. Kuzmina [et al.] // Journal De Physique IV France 107: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2003. – P. 297–299. – DOI:1051/jp4:20030300.
34. *Сысо А. И.* Российские нормативы оценки качества почв и кормов: проблемы их использования // Материалы междунар. шк. молодых ученых «Экологический мониторинг окружающей среды». – Новосибирск: НГАУ, 2016. – С. 153–168.
35. *Content of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia* / O. S. Korotkevich, V.L. Petukhov, O. I. Sebezhko [et al.] // Russian Agricultural Sciences. – 2014. – Vol. 40, No 3. – P. 195–197.
36. *Radionuclides accumulation in milk and its products* / N. I. Marmuleva, E. Ya. Barinov, V.L. Petukhov // Journal De Physique. IV: JP, 2003. – Vol. 107 (I). – P. 827–829. – DOI:10.1051/jp4:20030426.
37. *Cadmium accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia)* / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, V.L. Petukhov [et al.] // IJABR. – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 1758–1764.
38. *Accumulation of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia* / V.L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh [et al.] // RJPBCS. – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 2458–2464.
39. *Способ получения высокопродуктивных производителей сельскохозяйственных животных: пат. на изобретение* RUS 2414124 15.06.2009 / В. Л. Петухов, Л. К. Эрнст, А. И. Желтиков, [и др.]. – 2009.
40. *Петухов В. Л.* Некоторые вопросы генетики устойчивости крупного рогатого скота к бруцеллезу. Сообщ. I // Генетика. – 1981. – Т. 17, № 6. – С. 1080–1087.

41. Петухов В. Л. Генетика и устойчивость крупного рогатого скота к туберкулезу. Сообщ. I // Генетика. – 1981. – Т. 18, № 6. – С. 1088–1094.
42. Петухов В. Л. Некоторые вопросы генетики лейкоза крупного рогатого скота. Сообщ. I // Генетика. – 1975. – Т. 11, № 12. – С. 30–36.
43. Эрнст Л. К., Петухов В. Л. Некоторые вопросы генетики лейкоза крупного рогатого скота. Сообщ. II // Генетика. – 1978. – Т. 14, № 7. – С. 1247–1256.
44. Способ отбора быков-производителей по устойчивости к бруцеллезу: пат. на изобретение RUS 2058075. 19.04.1994 / В. Л. Петухов, Л. К. Эрнст, А. Г. Незавитин, А. И. Желтиков [и др.]. – 1994.
45. Способ отбора крупного рогатого скота на устойчивость к туберкулезу: пат. на изобретение RUS 2058733. 15.06.1993 / В. Л. Петухов, Л. К. Эрнст, А. И. Желтиков, А. Г. Незавитин [и др.]. – 1993.

#### REFERENCES

1. Dmitriev N. G. *Porody skota po stranam mira* (Breeds of cattle by countries of the world), Moscow, Kolos, 1978, 351 p.
2. Adushinov D. S. Sovershenstvovanie plemennykh, produktivnykh i tekhnologicheskikh kachestv golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota Vostochnoi Sibiri: dis. ... d-ra s. – kh. nauk, Irkutsk, 2006, 314 p.
3. Adushinov D. S. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2006, No. 3, 17 p. (In Russ.)
4. Vorozheikina N. G., Nezavitin A. G., Zakharov N. B. *Vestn. NGAU*, 2011, No. 1 (17), pp. 56–60. (In Russ.)
5. Zheltikov A. I., Petukhov V. L. *Sib. vestn. s. – kh. nauki*, 1996, No. 3–4, pp. 97–99. (In Russ.)
6. Klimenok I., Gerasimchuk L., Ufimtseva N. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2006, No. 4, 38 p. (In Russ.)
7. Soloshenko V. A., Klimenok I. I. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2009, No. 12, pp. 35–37. (In Russ.)
8. Dunin I., Knyazeva T., Tyurikov V. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2008, No. 5, 19 p. (In Russ.)
9. Dunin I., Knyazeva T., Tyurikov V. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2009, No. 1, 21 p. (In Russ.)
10. Il'in V. V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 2, 68–71 pp. (In Russ.)
11. Knyazeva T. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2010, No. 3, pp. 6–9. (In Russ.)
12. Soloshenko V. A., Klimenok I. I., Khlebnikov I. K. *Sib. vestn. s. – kh. nauki.*, 2009, No. 10 (202), pp. 68–77. (In Russ.)
13. Nikitina M. M., Golubkov A. A., Rusina S. V., Golubkov A. I. *Krasno-pestraya poroda skota v plemzavode ZAO «Krasnoturanskii» Krasnoyarskogo kraya* (Red-motley breed of cattle in the breeding farm of ZAO Krasnoturansky of the Krasnoyarsk Territory), Krasnoyarsk, 2008, 112 p.
14. Gamarnik N. G., Petrov V. F., Inerbaev B. O. *Zootekhnika*, 2001, No. 1, pp. 6–8. (In Russ.)
15. Gamarnik N. G., Soloshenko V. A., *Zootekhnika* P. T., 2002, No. 9, pp. 6–8. (In Russ.)
16. Il'in V. V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S., Konovalova T. V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 4, pp. 65–68. (In Russ.)
17. Kozlov Yu. N., Kostomakhin N. M. *Genetika i selektsiya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Genetics and selection of farm animals), Moscow, 2009, 264 p.
18. Korotkevich O. S., Lykhanov M. P., Petukhov V. L. *Proceeding of the 10th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada*, 2014, 487 p.
19. Petukhov V. L., Zheltikov A. I., Kochneva M. L. *Ros. s. – kh. nauka.*, 2003, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
20. Petukhov V. L., Tikhonov V. N., Zheltikov A. I. *Genofond i fenofond sibirskoi severnoi porody i cherno-pestroi porodnoi gruppy svinei* (The gene pool and the pheno-fund of the Siberian northern breed and the black-and-white breed group of pigs), Novosibirsk: NGAU, ITsIG SO RAN, 2012, 579 p.
21. Kostomakhin N. *Glavnyi zootekhnik*, 2007, No. 5, pp. 18–21. (In Russ.)
22. Zheltikova O. A., Korotkevich O. S., Petukhov V. L. *Vestn. NGAU.*, 2007, No. 6, pp. 50–56. (In Russ.)
23. Zaiko O. A., Korotkevich O. S., Petukhov V. L. *Dokl. RASKhN.*, 2013, No. 5, pp. 51–53. (In Russ.)
24. Miller I. S., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 9–11, pp. 2469–2473. (In Russ.)
25. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I., Petukhova T. V. *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v myshechnoi tkani krupnogo rogatogo skota*, Pat. na izobretenie RUS 2426119 24.03.2010.
26. Marmuleva N. I., Barinov E. Ya., Petukhov V. L. *Journal De Physique IV France 107 JP XII International Conference on Heavy Metals in the Enviroment.*, 2003, R. 827–829. – DOI: 10.1051/jp4:20030426.

27. Petukhov V.L., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V. *Proceeding 17<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment*, Paper of Abstract., Guijiang, China, 2014, 74 p.
28. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2012, No.11, pp. 30–33. (In Russ.)
29. Konovalova T.V. *Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment*. Rome, 2012. E3S Web of Conference 1,15002 (2013). DOI:10.1051/e3sconf/20130115002.
30. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2012, No. 3, pp. 6–10. (In Russ.)
31. Turchanov S. *Glavnyi zootekhnik*, 2009, No. 12, pp. 7–8. (In Russ.)
32. Osadchuk L.V., Sebezshko O.I., Shishin N.I. *Vestn. NGAU*, 2017, No. 2 (43), pp. 52–61. (In Russ.)
33. Chysyma R.B., Petukhov V.L., Kuzmina E.E. *Journal De Physique IV France 107: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 2003, pp. 297–299. DOI:1051/jp4:20030300.
34. Syso A.I. *Materialy mezhdunar. shk. molodykh uchenykh «Ekologicheskii monitoring okruzhayushchei sredy»*, Novosibirsk: NGAU, 2016, pp. 153–168. (In Russ.)
35. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezshko O.I. *Russian Agricultural Sciences*, 2014, No 3 (40), pp. 195–197. (In Russ.)
36. Marmuleva N.I., Barinov E. Ya., Petukhov V.L. *Journal De Physique IV: JP*, 2003, No. 1 (107), pp. 827–829. DOI:10.1051/jp4:20030426.
37. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L. *IJABR*, 2016, No. 4 (7), pp. 1758–1764.
38. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K.N. *RJPBCS*, 2016, No. 4 (7), pp. 2458–2464.
39. Petukhov V.L., Ernst L.K., Zheltikov A.I. *Sposob polucheniya vysokoproduktivnykh proizvoditelei sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh*, Pat. na izobrenenie RUS 2414124 15.06.2009.
40. Petukhov V.L. *Genetika*, 1981, No. 6 (17), pp. 1080–1087. (In Russ.)
41. Petukhov V.L. *Genetika*, 1981, No. 6 (18), pp. 1088–1094. (In Russ.)
42. Petukhov V.L. *Genetika*, 1975, No. 12 (11), pp. 30–36. (In Russ.)
43. Ernst L.K., Petukhov V.L. *Genetika*, 1978, No. 7 (14), pp. 1247–1256. (In Russ.)
44. Petukhov V.L., Ernst L.K., Nezavitin A.G., Zheltikov A.I. *Sposob otbora bykov-proizvoditelei po ustoychivosti k brutsellezu*, Pat. na izobrenenie RUS 2058075. 19.04.1994.
45. Petukhov V.L., Ernst L.K., Zheltikov A.I., Nezavitin A.G. *Sposob otbora krupnogo rogatogo skota na ustoychivost' k tuberkulezu*, Pat. na izobrenenie RUS 2058733. 15.06.1993.

УДК 5771:636.237.2

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СЫВОРОТКИ КРОВИ БЫКОВ  
ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ**

**Т. В. Коновалова**, старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет,  
Новосибирск, Россия,  
E-mail\_tapetva@gmail.ru

*Ключевые слова:* заменимые и незаменимые аминокислоты, корреляции, быки, черно-пестрая порода

*Реферат. Представлены данные по содержанию и изменчивости заменимых и незаменимых аминокислот в сыворотке крови у быков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Содержание аминокислот определено на автоматическом аминокислотном анализаторе AAA881 производства Чехии. Установлены популяционные значения аминокислот для животных черно-пестрой породы в экологических условиях Сибири. Отмечена высокая фенотипическая изменчивость уровня аминокислот в сыворотке крови быков. Особенно большая вариация характерна для аминокислот метионина и глицина. Выявлены средние и высокие коэффициенты корреляции между уровнями аминокислот, а также значимые связи между концентрацией некоторых аминокислот с аккумуляцией свинца, магния, цинка, железа в мышечной ткани, почках и легких. Показана высокая корреляция между содержанием метионина в сыворотке крови и концентрацией свинца в мышечной ткани быков черно-пестрой породы. Полученные параметры аминокислот могут использоваться в качестве одних из характеристик интерьера, в ветеринарии и экологии.*

**AMINOACID COMPOUND OF BLOOD SERUM OF BLACK-AND WHITE BREED BULLS**

**Konvalova T.V.**, Senior teacher

**Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia**

*Key words:* replaceable and nonreplaceable amino acids, correlations, bulls, Black-and-White cattle.

*Abstract. The paper shows the data on concentration of replaceable and nonreplaceable amino acids and their variability in the blood serum of Black-and-White bulls aged 18 months. The author defined concentration of amino acids on automatic analyzer AAA881 made in Czech Republic where she observed population parameters of amino acids of Black-and-White cattle in environmental conditions of western Siberia. The author observed high phenotypical variability of amino acids in the blood serum of bulls. The highest variability is typical for methionine and glycine amino acids. The paper reveals average and high correlation coefficients among amino acids and between concentration of some amino acids and lead, magnesium, zinc and ferrum in muscle tissue, kidneys and lungs. The author shows high correlation between methionine concentration in the blood serum and concentration of lead in the muscle tissue of Black-and-White bulls. These amino acid parameters can be used as a parameter of interior in veterinary medicine and ecology.*

В последнее время в Сибири проводится комплексное изучение генофонда и фенофонда пород сельскохозяйственных животных [1–10]. При этом используются гематологические, биохимические, цитогенетические, химические, молекулярно-генетические и другие методы исследования [11–20]. Аминокислотный статус имеет важное значение при оценке интерьера различных видов животных. Аминокислоты играют важнейшую роль в организме, являясь

строительным материалом для формирования новых белков [21, 22], тем самым поддерживая гомеостаз живого организма. Так как крупный рогатый скот относится к жвачным животным, то имеет большое преимущество в плане отсутствия дефицита незаменимых аминокислот. Это объясняется тем, что в преджелудке у крупного рогатого скота микроорганизмы способны сами синтезировать незаменимые аминокислоты. После переваривания белков

в тонком кишечнике происходит всасывание всех аминокислот, они поступают в воротную вену и транспортируются кровотоком прямо в печень. Клетки используют аминокислоты для синтеза белков, компонентов мембран, нейромедиаторов и т.п. [23].

Аминокислоты имеют связь со многими микроэлементами. Так, например, кобальт, участвующий в биосинтезе аминокислоты метионина, необходим для метаболических процессов, связанных с усвоением железа.

Стоит также отметить, что благодаря связи аминокислот с металлами образуются биолитанды, которые выполняют многообразные биохимические функции [24]. Например, аминокислоты цистин ( $-\text{CH}_2\text{SH}$ ) и метионин ( $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3$ ) координируют с металлами (Cd, Zn, Cu), образуя соединения таких групп, как глутатион, фитохелаты и металлопротеины.

С помощью оценки аминокислотного индекса, который подразумевает соотношение незаменимых и заменимых аминокислот, можно судить о полноценности белкового питания [1, 22]. Норм для крупного рогатого скота с учетом возрастных особенностей, типов и линий, пород с учетом различных экологических условий не разработано. Поэтому целью работы явилось изучение аминокислотного состава сыворотки крови быков черно-пестрой породы в экологически благополучном районе Сибири.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследования была взята сыворотка крови у 30 бычков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев.

Количественное содержание аминокислот определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе чехословацкого производства ААА881. Определяли следующие аминокислоты (мг%): незаменимые – фенилаланин, лизин, гистидин, аргинин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин; заменимые – аспарагин, глутамин, серин, пролин, глицин, аланин, цистин, тирозин.

Изучено также содержание свинца, цинка, железа, меди, марганца в органах и тканях круп-

ного рогатого скота с использованием атомно-эмиссионного спектрального метода [25, 26].

Исследования проведены в экологически безопасном районе Новосибирской области. В воде, почвах и кормах определено содержание микроэлементов [27–30]. Показано, что территория, где проводились исследования, благополучна по содержанию тяжелых металлов в почве и кормах.

Материалы работы статистически обработаны с использованием программы Microsoft Excel. Соответствие фактического распределения нормальному было определено с использованием теста Andersena-Darling в модификации Колмогорова-Смирнова.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены данные о содержании свободных незаменимых аминокислот в сыворотке крови бычков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Концентрация в сыворотке крови незаменимых аминокислот у животных различалась. Наибольшее ее значение присуще таким аминокислотам, как лизин и лейцин (0,249 и 0,229 мг% соответственно). Наибольшее значение отмечено у лизина, а уровень метионина был 24,9 раза меньше.

Лизин регулирует пигментацию шерсти животных. Он является кетогенной аминокислотой [31], тогда как валин относится к глюкогенной аминокислоте (катализатор глюкозы), а изолейцин имеет свойства обеих аминокислот. Лейцин способствует активации рапамицин киназы у млекопитающих, которая отвечает за регуляцию роста клеток.

Фенилаланин – аминокислота ароматического ряда, ее избыток в норме превращается в тирозин ферментом фенилаланин-гидроксилазой [23], так как высокие ее концентрации токсичны для клеток [31–33]. В норме сама аминокислота фенилаланин не подвергается дезаминированию. Предварительно фенилаланин превращается в тирозин, чем объясняется невысокое содержание данной аминокислоты (0,089 мг%).

Гистидин входит в состав карнозина и ансерина, а также содержится в гемоглобине. По

этой причине недостаток гистидина в организме приводит к снижению уровня гемоглобина. Стоит отметить, что уровень гистидина составляет 0,053 мг%, в случае его дефицита

показатель был значительно выше, так как при этом происходит разрушение гемоглобина с высвобождением данной аминокислоты [21, 34].

Таблица 1

Свободные незаменимые аминокислоты в сыворотке крови бычков черно-пестрой породы, мг%  
Free nonreplaceable amino acids in the blood of Black-and-White bulls, mg%

Аминокислота	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\sigma$	Cv	Lim
Лизин	0,2490± 0,0134	0,073	29,5	0,120 – 0,392
Гистидин	0,0530± 0,0029	0,016	30,1	0,028 – 0,088
Аргинин	0,0870± 0,0045	0,025	28,2	0,051 – 0,145
Треонин	0,1250± 0,0070	0,038	30,7	0,065 – 0,228
Валин	0,1870± 0,0117	0,064	34,2	0,042 – 0,340
Метионин	0,0100± 0,0010	0,006	59,8	0,004 – 0,028
Изолейцин	0,0710± 0,0043	0,024	33,1	0,031 – 0,146
Лейцин	0,2290± 0,0109	0,060	26,0	0,136 – 0,366
Фенилаланин	0,0890± 0,0044	0,024	27,2	0,045 – 0,159
С у м м а	2,1980± 0,1202	0,66		1,044 – 3,784

Наименьшая концентрация метионина (0,010 мг%) связана с утилизацией данной аминокислоты (приблизительно на 80%) при синтезе белка [21], также она является источником атома серы для синтеза цистеина [34, 35]. Метионин ценен своей метильной группой, которая является одноуглеродным фрагментом и участвует при синтезе ряда соединений, например, карнитина, а также таких гормонов, как адреналин. Стоит отметить важную роль метионина в обмене веществ и в процессах трансметилирования и метилирования [34, 36]. Аргинин (0,087 мг%) стимулирует выработку гормона роста (соматотропного гормона) и активность Т-лимфоцитов [33–36].

Существует половой диморфизм по уровню некоторых аминокислот. У коров черно-пестрой породы содержание метионина было в 5 раз больше, чем у быков [1].

Ряд незаменимых аминокислот может быть представлен в следующем виде: лизин > лейцин > валин > треонин > фенилаланин = аргинин > изолейцин > гистидин > метионин в соотношении 24,9 : 22,9 : 18,7 > 12,5 > 8,9 = 8,7 > 7,1 > 5,3 : 1.

Концентрация заменимых аминокислот на порядок выше, чем незаменимых. Это связано со способностью организма синтезировать самостоятельно заменимые аминокислоты (табл. 2).

Таблица 2

Заменимые аминокислоты в сыворотке крови черно-пестрой породы крупного рогатого скота, мг%  
Replaceable amino acids in the blood of Black-and-White cattle, mg%

Аминокислота	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\sigma$	Cv	Lim
Аспарагиновая кислота	0,2240± 0,0122	0,067	29,8	0,125 – 0,396
Серин	0,1700± 0,0096	0,052	30,9	0,086 – 0,306
Глутаминовая кислота	0,3220± 0,0178	0,097	30,2	0,1671 – 0,569
Пролин	0,4520± 0,0212	0,116	25,7	0,184 – 0,699
Глицин	0,0720± 0,0080	0,044	61,4	0,033 – 0,287
Аланин	0,1210± 0,0068	0,037	30,8	0,073 – 0,206
Цистеин	0,1360± 0,0069	0,038	27,6	0,064 – 0,216
Тирозин	0,0890± 0,0045	0,025	27,7	0,048 – 0,154
Сумма	1,5900± 0,087	0,48		0,780 – 2,833

Наибольшее содержание пролина (0,452 мг%) и глутаминовой кислоты

(0,322 мг% установлено среди заменимых аминокислот. Такой высокий уровень данных

аминокислот объясняется тем, что пролин синтезируется из глутамина и является составной частью ряда белков, в том числе коллагена [34–35]. Также стоит упомянуть, что из пролина может синтезироваться глутаминовая кислота. Аргинин служит источником оксида азота (NO) в организме [34].

Из заменимых аминокислот последовательный ряд выглядит следующим образом: пролин > глутаминовая кислота > аспаргиновая кислота > серин > цистин > аланин > тирозин > глицин в соотношении 6,3 : 4,5 : 3,1 : 2,4 : 1,9 : 1,7 : 1,2 : 1. Соотношение крайних вариантов незаменимых и заменимых аминокислот значительно отличалось. Среди всех аминокислот наиболее высокая концентрация была характерна для пролина и глутаминовой кислоты.

При обсуждении результатов стоит учитывать разделение аминокислот на глюкогенные и кетогенные. Аспаргиновая кислота (0,224 мг%), глутаминовая кислота, аланин, серин, цистеин являются глюкогенными аминокислотами. Например, при дезаминировании аспарагиновой кислоты в один из метаболитов цикла лимонной кислоты – оксалоацетат – данное вещество может превращаться в глюкозу. Кетогенные аминокислоты – это лейцин и лизин, остальные аминокислоты имеют как глюкогенные, так и кетогенные характеристики. Итак, суть кетогенных аминокислот заключается в их превращении в ацетил-СоА.

Тирозин (0,089 мг%) является предшественником для таких соединений, как тироксин, меланины, катехоламины (дофамин, норадреналин и адреналин), и катаболизируется до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O [34–36]. Для синтеза тирозина и цистеина требуются незаменимые аминокислоты фенилаланин и метионин, ли-

зин и треонин – только из пищевого белка. Пролин синтезируется из глутамата. В аланине сосредоточено около 30% аминного азота, который поступает в печень после расщепления мышечных белков.

Уровень некоторых аминокислот изменяется в онтогенезе. Так, содержание глицина у бычков черно-пестрой породы было ниже (0,161 мг%), чем у телят (0,172) и коров (0,189) [1].

В наших исследованиях уровень глицина (0,027 мг%) и других аминокислот у бычков в возрасте 18 месяцев был ниже, чем у телят, коров и быков-производителей [1]. Показано влияние наследственности на уровень аминокислот. Выявлены межвидовые различия по содержанию ряда аминокислот. По уровню, например, тирозина виды сельскохозяйственных животных расположились в следующем порядке: коровы > яки > свиньи в соотношении 2,8 : 14,3 : 1. Эти различия свидетельствуют об определенной роли наследственности в детерминации данного признака [1]. Между быками-производителями установлены достоверные различия в содержании аминокислот [3]. Существуют и межвидовые различия в аминокислотном составе. Так, у свиней СМ-1 уровень пролина был в 2 раза ниже (0,197 мг%), чем у бычков (0,452 мг%) в нашем исследовании. Между всеми аминокислотами выявлены средние и высокие коэффициенты корреляции (от r = 0,439 между метионином и изолейцином до r = 0,965 между серином и глутамином).

Достоверный уровень корреляций был выявлен между содержанием аминокислот сыворотки крови и концентрацией тяжелых металлов в мышцах, легких и почках (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция уровней аминокислот с содержанием тяжелых металлов в органах и тканях  
Correlation of amino acids with heavy metals in the organs and tissues

Коррелирующие признаки	r±Sr	Коррелирующие признаки	r±Sr
Глицин – Pb в легких	0,600±0,120	Аспаргин – Pb в мышцах	0,646±0,100
Аланин – Mn в почках	0,593±0,120	Валин – Pb в мышцах	0,636±0,110
Аланин – Zn в почках	0,635±0,110	Гистидин – Pb в мышцах	0,643±0,110
Валин – Mn в почках	0,545±0,130	Глутамин – Pb в мышцах	0,577±0,120
Лейцин – Zn в почках	0,561±0,120	Метионин – Pb в мышцах	0,739±0,080
Аланин – Pb в мышцах	0,679±0,100	Серин – Pb в мышцах	0,594±0,120
Аргинин – Pb в мышцах	0,574±0,120		

Наибольшая корреляция наблюдается между уровнями метионина и свинца в мышцах (0,739). Данное значение можно объяснить способностью свинца соединяться с аминными группами активных центров ферментов [31–36].

### ВЫВОДЫ

1. Установлены средние популяционные значения заменимых и незаменимых аминокислот в сыворотке крови быков черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Наибольшая концентрация среди незаменимых аминокислот характерна для лизина и лейцина. Уровень метионина был в 24,9 раза меньше, чем лизина. По концентрации незаменимые аминокислоты располагаются в следующем порядке: лизин > лейцин > валин > треонин > фенилаланин > аргинин > изолейцин > гистидин > метионин в соотно-

шении 24,9 : 22,9 : 18,7 : 12,5 : 8,9 : 8,7 : 7,1 : 5,3 : 1. Из заменимых аминокислот последовательный ряд выглядит следующим образом: пролин > глутаминовая кислота > аспаргиновая кислота > серин > цистин > аланин > тирозин > глицин в соотношении 6,3 : 4,5 : 3,1 : 2,4 : 1,9 : 1,7 : 1,2 : 1.

2. Установлена связь между аминокислотами сыворотки крови и концентрацией тяжелых металлов в некоторых органах и тканях. В наибольшей степени коррелировал уровень метионина в сыворотке крови и свинца в мышцах ( $r=0,739$ ).

3. Средние популяционные значения аминокислот у быков черно-пестрой породы можно использовать для характеристики интерьера, в ветеринарии и экологии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 15–16–30003).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Черно-пестрый* скот Сибири / А. В. Желтиков, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2010. – 500 с.
2. Ильин В. В., Желтиков А. И., Короткевич О. С. Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68–71.
3. *Генофонд* и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, ИЦиГ СО РАН, 2012. – 579 с.
4. Коновалова Т. В. Характеристика интерьера и экологическое нормирование содержания тяжелых металлов в почках черно-пестрого скота // Главный зоотехник. – 2016. – № 7. – С. 48–53.
5. Нарожных К. Н., Стрижкова М. В., Коновалова Т. В. Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2158–2163.
6. *Устойчивость* красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич, Т. В. Коновалова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65–68.
7. *Закономерности* аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1447.
8. *Konvalova T. V.* Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle // Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2012, Rome (Italy) – T3S Web of Conference 1, 15002, 2013. – 3 p.
9. *Закономерности* аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1447.
10. Стрижкова М. В., Короткевич О. С. Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 5. – С. 89–93.

11. *Способ* определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 242172608.04.2010 / О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, М. В. Стрижкова [и др.]. – 2010.
12. *Стрижкова М. В., Петухова Т. В., Короткевич О. С.* Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66–68.
13. *Способ* определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 242611924.03.2010. В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.
14. *Konovalova T.* The concentration of heavy metals in the liver of West Siberias cattle // 17th International Conference on Heavy Metals in the Environment. 22–25 September 2014. – Guiyang, China. – P. 75.
15. *Нарожных К. Н., Коновалова Т. В., Короткевич О. С.* Корреляция убойной массы и содержания тяжелых металлов в органах бычков герефордской породы // Главный зоотехник. – 2015. – № 3. – С. 37–42.
16. *Marmuleva N.I., Barinov E. Ya., Petukhov V.L.* Radionuclides accumulation in milk and its products // В сборнике: Journal De Physique IV 107 JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2003. – P. 827–829. – DOI:10.1051/jp4/:20030426.
17. *Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.]* // Рос. с.-х. наука. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
18. *Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova [et al.]* // Proceeding of Abstract 17th International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2014. – P. 74.
19. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia /O.S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V.L. Petukhov [et al.]* // Proceeding of the 10th World Congress Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada, 2014.
20. *Cs-137 and Sr-90 level in dairy products / V.L. Petukhov, Yu. Dukhanov, I. Z. Sevryuk [et al.]* // Journal de Physique. IV France 107: GP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment. – 2003. – P. 1056–1066. – DOI: 10/1051/jp4:20030483.
21. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climatic conditions of the Altai region / L. V. Osadchuk,, M. A. Kleshev, O. I. Sebezshko [et al.]* // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 1. – P. 35–42.
22. *Петухова Т. В., Бирюля И. К.* Аминокислотный состав сыворотки крови поросят // Студент и научно-технический прогресс в АПК: сб. материалов VIII регион. науч. студ. конф. аграр. вузов Сиб. федерал. округа (13–15 мая 2009 г., Улан-Удэ) / Бурят. ГСХА им. В. Р. Филиппова. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА, 2009. – Ч. 1. – С. 188–190.
23. *Эллиот В., Эллиот Д.* Биохимия и молекулярная биология / пер. с англ. под ред. А. И. Арчакова, М. П. Кирпичникова, А. Е. Медведева, В. П. Скулачева. – М.: Изд. НИИ биомед. химии РАМП, 2000. – 372 с.
24. *Барашков Г. К.* Медицинская бионеорганика. Основы, аналитика, клиника. – М.: Изд. БИНОМ, 2011. – 512 с.
25. *Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T. V. Skiba, A. R. Tsygankova, N. S. Borisova [et al.]* // Journal of Pharmaceutical Science and Research. – 2017. – Vol. 9 (6). – P. 958–964.
26. *Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission with Dc Arc excitation sources / A. R. Tsygankova, A. V. Kuptsov, K. N. Narozhnykh [et al.]* // Journal of Pharmaceutical Science and Research. – 2017. – Vol. 9 (5). – P. 601–605.
27. *Ecological and biochemical evaluations of elements content in soils and fodders grasses of the agricultural lands of Siberia / A. I. Syso, V. A. Sokolov, V. L. Petukhov [et al.]* // Journal of Pharmaceutical Science and Research. – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.
28. *Accumulation of Cu and Zn in the soil, rough fodder, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia /V.L.Petukhov, A.I Syso, K. N. Narozhnykh [et al.]* // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7, N 4. – P. 2458–2464.

29. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia)* / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, J. I. Fedyaev [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. – 2017. – Vol. 44 (2). – P. 217–220.
30. *Cadmium accumulation in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissue of cattle in Western Siberia (Russia)* / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, V. L. Petukhov [et al.] // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 2016. – Vol. 7. – P. 1758–1764.
31. *Methionine and choline supply the periparturient period alter plasma amino acid and one-carbon metabolism profiles to various extents potentials role in hepatic metabolism and antioxidant status* / Z. Zhou, M. Vailati-Riboni, D. N. Luchini, J. Loo // *Nutrients*. – 2016. – Dec 29; 9 (1). pii: E10. – DOI: 10.3390/nu9010010. PubMed PMID: 28036059.
32. *Ercal N., Gurer-Orhan H., Aykin-Burns N. Toxic metals and oxidative stress/ Part 1/ Mechanisms involved in metal-induced oxidative damage* // *Curr. Top. Med. Chem.* – 2001. – Vol. 1. – P. 529–539.
33. *Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека* / М.А. Новикова, Б.Г. Пушкарев, Н.П. Судаков [и др.] // *Сиб. мед. журн. (Иркутск)*. – 2013. – Т. 117, № 2. – С. 13–16.
34. *Северин Е. С., Хомяков Ю. Н. От биохимии аминокислотного обмена к молекулярной энзимологии* // *Биохимия*. – 2002. – Т. 67, вып.10. – С.1304–1307.
35. *Клиническая биохимия* / В. Н. Бочков, А. Б. Добровольский, Н. Е. Кушлинский [и др.]. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 512 с.
36. *Лысиков Ю. А. Аминокислоты в питании человека* // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтрология*. – 2012. – № 2. – С. 88–105.

#### REFERENCES

1. Zheltikov A. V., Petukhov V. L., Korotkevich O. S. *Cherno-pestryi skot Sibiri*, Novosibirsk: NGAU, 2010, 500 p.
2. Il'in V.V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 2, pp. 68–71. (In Russ.)
3. Petukhov V. L., Tikhonov V. N., Zheltikov A. I. *Genofond i fenofond sibirskoi severnoi porody i cherno-pestroj porodnoj grupy svinei*, Novosibirsk: NGAU, ITsiG SO RAN, 2012, 579 p.
4. Konovalova T. V. *Glavnyi zootekhnik*, 2016, No. 7, pp. 48–53. (In Russ.)
5. Narozhnykh K. N., Strizhkova M. V., Konovalova T. V. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2,10, pp. 2158–2163. (In Russ.)
6. Il'in V.V., Zheltikov A. I., Korotkevich O. S., Konovalova T. V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 4, pp.65–68. (In Russ.)
7. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, 1447p.
8. Konovalova T. V. *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 2012, Rome, T3S Web of Conference 1, 15002, 2013, 3 p.
9. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, p.1447. (In Russ.)
10. Strizhkova M. V., Korotkevich O. S. *Sib. vestn. s. – kh. nauki.*, 2008, No. 5, pp. 89–93. (In Russ.)
11. Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Strizhkova M. V. *Sposob opredeleniya sodержaniya svintsa v organakh krupnogo rogatogo skota*, Pat. na izobretenie RUS 242172608.04.2010.
12. Strizhkova M. V., Petukhova T. V., Korotkevich O. S. *Glavnyi zootekhnik*, 2011, No. 6, pp. 66–68. (In Russ.)
13. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I., Petukhova T. V. *Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v myshechnoi tkani krupnogo rogatogo skota*, Pat. na izobretenie RUS 242611924.03.2010.
14. Konovalova T. *Proceeding of 17<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment*, September 22–25, 2014, Guiyang, 75 p.
15. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Glavnyi zootekhnik*, 2015, No.3, pp.37–42. (In Russ.)
16. Marmuleva N. I., Barinov E. Ya., Petukhov V. L. *Journal De Physique IV 107 JP XII International Sonference on Heavy Metals in the Environment*, 2003, pp. 827–829. DOI:10.1051/jp4/:20030426.

17. Petukhov V.L., Zheltikov A. I., Kochneva M. L., Sebezsko O. I. *Ros. s. – kh. nauka*, 2003, No. 5, pp.38–40. (In Russ.)
18. Petukhov V.L., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V. *Proceeding of Abstract 17<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 2014, 74 p.
19. Korotkevich O. S., Lyukhanov M. P., Petukhov V.L. *Proceeding of the 10<sup>th</sup> World Congress Applied to Livestock Production*, Vancouver, 2014.
20. Petukhov V.L., Dukhanov Yu., Sevryuk I.Z. *Journal de Physique IV France 107: GP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 2003, pp. 1056–1066. DOI: 10/1051/jp4:20030483.
21. L.V. Osadchuk,, M.A. Kleshev, O.I. Sebezsko *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, Vol. 1, pp. 35–42.
22. Petukhova T. V., Biryulya I. K. Aminokislotnyi sostav syvorotki krovi porosyat // Student i nauchno-tekhnicheskii progress v APK: sb. materialov VIII region. nauch. stud. konf. agrar. vuzov Sib. federal. okruga (13–15 maya 2009 g., Ulan-Ude) / Buryat. GSKhA im. V.R. Filippova. – Ulan-Ude: Izd-vo BGSKhA, 2009. – Ch.1. – S. 188–190.
23. Elliot V., Elliot D. *Biokhimiya i molekulyarnaya biologiya*, Moscow: Izd. NII biomed. khimii RAMP, 2000, 372 p.
24. Barashkov G. K. *Meditinskaya bioneorganika. Osnovy, analitika, klinika*, Moscow: Izd. BINOM, 2011, 512 p.
25. Skiba T. V., Tsygankova A. R., Borisova N. S. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2017, No. 6 (9), pp. 958–964.
26. Tsygankova A. R., Kuptsov A. V., Narozhnykh K. N. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2017, No. 5 (9), pp. 601–605.
27. Syso A. I., Sokolov V. A., Petukhov V. L. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
28. Petukhov V.L., Syso A. I., Narozhnykh K. N. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, No 4 (7), pp. 2458–2464.
29. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Fedyaev J. I. *Indian Journal of Ecology*, 2017, No. 2 (44), pp. 217–220.
30. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Petukhov V. L. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2016, Vol. 7, pp. 1758–1764.
31. Zhou Z., Vailati-Riboni M., Luchini D. N., *J. Nutrients*, 2016, No. 1 (9). DOI: 10.3390/nu9010010. PubMed PMID: 28036059.
32. Ercal N., Gurer-Orhan H., Aykin-Burns N. *Curr. Top. Med, Chem.* 2001, Vol. 1, pp. 529–539.
33. Novikova M. A., Pushkarev B. G., Sudakov N. P., *Sib. med. zhurn.*, 2013, No. 2 (117), pp.13–16. (In Russ.)
34. Severin E. S., Khomyakov Yu. N. *Biokhimiya*, 2002, No. 10 (67), pp. 1304–1307. (In Russ.)
35. Bochkov V. N., Dobrovol'skii A. B., Kushlinskii N. E., *Klinicheskaya biokhimiya*, Moscow: GEOTAR-MED, 2004, 512 p.
36. Lysikov Yu. A. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2012, No. 2, pp. 88–105. (In Russ.)

УДК 546.56:636.082:619:636.22

**АССОЦИАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА С УРОВНЕМ СВИНЦА В ОРГАНАХ И МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ МЯСНОГО СКОТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**К. Н. Нарожных**

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: narozhnykh@nsau.edu.ru

*Ключевые слова:* герефордская порода, свинец, белковый обмен, Западная Сибирь

*Реферат. Установлены среднепопуляционные уровни белкового обмена у быков в возрасте 18 месяцев, которые могут быть приняты в качестве ориентировочных значений для герефордской породы в условиях Западной Сибири. Выявлены положительные корреляции между биохимическими показателями белкового обмена и содержанием свинца в мышцах, семенниках, селезенке, сердце и легких. Анализ органов и мышечной ткани на содержание свинца проводился методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре Shimadzu AA-7000. Биохимические показатели определяли на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010. Проведена оценка биохимических параметров белкового обмена. Концентрации общего белка, альбуминов, мочевины, мочевой кислоты и креатинина были в пределах физиологической нормы. Выявлены значительные положительные корреляции между содержанием свинца в легких, мышцах, селезенке, семенниках и сердце с показателями белкового обмена.*

**FACTORS OF PROTEIN TURNOVER WITH LEAD IN MUSCULAR TISSUE OF MEAT CATTLE IN WESTERN SIBERIA**

**Narozhnykh K.N.**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University

*Key words:* Hereford breed, lead, protein metabolism, Western Siberia.

*Abstract. The authors found out average population levels of protein metabolism of the bulls aged 18 months. These parameters can be used as guide values for Hereford cattle in western Siberia. The paper speaks about positive correlations between biochemical parameters of protein metabolism and concentration of lead in muscles, spermaries, spleen, heart and lungs. The authors analyzed the organs and muscle tissue on lead concentration by means of atomic absorption spectrometry on spectrophotometer Shimadzu AA-7000. The researchers defined biochemical parameters on biochemical analyzer Photometer 5010. The authors assessed biochemical parameters of protein metabolism where concentration of crude protein, albumens, BUN, uric acid and creatinine was within physiological standards. The researchers observed positive correlations between the concentration of lead in lungs, muscles, spleen, spermaries and heart with parameters of protein metabolism.*

Белки в организме животных принимают участие в обмене веществ, катализируют протекание биохимических реакций, выполняют структурную функцию, создавая цитоскелет, поддерживающий форму клеток, участвуют в иммунном ответе и клеточном цикле [1].

Свинец и ряд других тяжелых металлов относятся к токсичным элементам и представляют опасность для здоровья животных и человека [2–11]. Токсикоз, вызванный свинцом, является одним из наиболее распростра-

ненных отравлений у сельскохозяйственных животных [12]. Свинец оказывает негативное влияние на все биологические системы, поэтому его можно рассматривать в качестве одного из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды в результате антропогенного воздействия [13]. Свинец был признан токсичным для животных более 100 лет назад, и даже сублетальные его уровни могут вызвать иммунологические и неврологические проблемы, биохимические и поведенческие изменения

и физиологические расстройства, которые могут повлиять на иммунный ответ и воспроизводительную функцию организма [14].

На молекулярном уровне механизмы токсичности свинца включают в себя способность приводить к ингибированию кальция или имитировать его действие и взаимодействовать с белками, в том числе с аминами, фосфатами, сульфгидрильными и карбоксильными группами [15]. Свинец токсичен для различных органов и систем: нервной, сердечно-сосудистой, иммунной [16, 17]. Его избыток может приводить к развитию нейродегенеративных заболеваний и снижению когнитивных функций [10], нарушению функции почек [18], а также отрицательно влиять на течение и исход беременности [19]. Для производства экологически безопасной продукции в Западной Сибири проводят постоянный мониторинг уровня тяжелых металлов в почве, воде, растениях, органах и тканях сельскохозяйственных животных [20–32].

Цель работы – выявление ассоциации уровня свинца в органах и мышечной ткани крупного рогатого скота с показателями белкового обмена.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа было взято около 300 проб органов, мышечной ткани и крови от 31 быка герефордской породы, выращенного в условиях Западной Сибири. На момент убоя животные были клинически здоровы. Пробы отбирали сразу после забоя. От каждого животного было взято 100 г мышц, почек, селезенки, сердца, семенников и мышечной ткани в области диафрагмы. Отобранные пробы были заморожены в день убоя и до анализа хранились при температуре  $-24^{\circ}\text{C}$ . Венозная кровь была взята из яремной вены. Затем кровь была центрифугирована в течение 15 мин при 3000 оборотах. Полученная сыворотка использовалась для биохимического анализа. В крови были определены следующие показатели белкового обмена: общий белок, альбумины, глобулины, мочевины, мо-

чевая кислота и креатенин. Биохимические исследования сыворотки крови проводили с использованием реактивов фирмы «Вектор-Бест» (Россия, Новосибирская область, р.п. Кольцово) и «Ольвекс-Диагностикум» (Санкт-Петербург, Россия), на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010 (Robert Riele GmbH & Co KG, Германия).

Концентрацию свинца в органах и мышечной ткани определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре Shimadzu AA-7000 (Япония). Пробоподготовку проводили способом сухой минерализации. Пробу массой 100 г гомогенизировали и высушивали при температуре  $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы. Затем из полученного остатка брали навеску 3 г, которую озоляли в муфельной печи при  $250^{\circ}\text{C}$ , повышая затем температуру на  $50^{\circ}\text{C}$  через каждые 30 мин до  $450^{\circ}\text{C}$ , продолжительность озоления составляла примерно 2–3 ч до получения серой золы. Зольный остаток обрабатывали азотной кислотой и высушивали на электрической плитке до получения золы белого цвета. Затем этот остаток разводили в 25 мл бидистиллированной воды. Полученный раствор использовали для анализа.

Исходные данные по содержанию железа были протестированы на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. В итоге распределение некоторых признаков не соответствовало нормальному, поэтому мы использовать формулу для вычисления показателей описательной статистики, предложенную для небольших выборок с ненормальным распределением [33]:

$$\bar{x} \approx \frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2n + b}{4n};$$

$$S^2 \approx \frac{1}{n-1} \left( a^2 + m^2 + b^2 + \left( \frac{n-3}{2} \right) \frac{(a+m)^2 + (m+b)^2}{4} - n \left( \frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n} \right)^2 \right),$$

где  $n$  – величина выборки;  $a$  – минимальное значение признака;  $b$  – максимальное значение признака;  $m$  – медиана;  $S^2$  – дисперсия.

Определение ассоциаций между показателями белкового обмена и концентрацией

свинца в органах и мышечной ткани определяли при помощи рангового коэффициента корреляции Кендалла ( $\tau$ ).

Статистическую анализ полученных результатов рассчитывали на персональном компьютере с использованием программного обеспечения STATISTICA и Microsoft Office Excel.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В зоне разведения герефордского скота не выявлено превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) по тяжелым металлам

[27]. Биохимические показатели белкового обмена представлены в табл. 1. Установлена высокая изменчивость уровня глобулинов и креатинина. Уровень альбуминов, общего белка и содержание конечных продуктов белкового обмена, таких как мочевины и мочевая кислота, не превышали физиологической нормы для крупного рогатого скота. Однако у отдельных животных отмечалось его содержание как выше, так и ниже референтных значений [34]. Низкая индивидуальная изменчивость была характерна для общего белка и альбуминов, а для глобулинов – высокая.

Таблица 1

Некоторые биохимические параметры белкового обмена  
Some biochemical parameters of protein metabolism

Показатель	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\sigma$	Lim	Отношение крайних вариантов
Общий белок, г/л	74,3±3,9	21,6	38,4–117,2	1:3,1
Альбумины, г/л	36,7±2,1	11,7	15,2–57,8	1:3,8
Глобулины, г/л	39,1±4,0	21,6	3,3–83,1	1:25,2
Мочевина, ммоль/л	7,1±0,5	2,9	2,5–13,0	1:5,2
Мочевая кислота, ммоль/л	202,7±21,7	120,7	55,6–488,7	1:8,8
Креатинин, мкмоль/л	155,3±19,4	142,4	62,1–298,3	1:4,8

Уровень свинца в селезенке достигал максимальных значений (0,155±0,014 мг/кг), а концентрация этого элемента в почках (0,042±0,005 мг/кг) и сердце (0,055±0,009 мг/кг) была минимальной. В целом для свинца характерна высокая индивидуальная вариация в органах и мышечной ткани, наибольшей изменчивость была в сердце, почках и семенниках, а минимальной – в скелетной мускулатуре. Содержание свинца в органах и тканях было значительно ниже ПДК [35].

В легких, мышцах, селезенке, семенниках и сердце установлены положительные ассоциации свинца с показателями белкового обмена (табл. 2). Так, выявлена средняя положительная ранговая корреляция концентрации общего белка и свинца в сердце и мышечной ткани.

Схожие результаты были получены в эксперименте на крысах, которые были подвергнуты воздействию высоких концентраций свинца, вследствие чего у них наблюдалось значительное увеличение уровня общего белка, IgE и гистамина в легких [18]. Уровень альбуминов коррелировал с концентрацией свинца в семенниках. Возможно, это связано с защитными механизмами организма, так как воспроизводительная система является важной с точки зрения сохранения вида в процессе эволюции. Поэтому уровень альбуминов повышается при попадании высоких доз свинца. Рост концентрации свинца в селезенке ведет к увеличению количества глобулинов в крови, что может указывать на силу иммунного ответа организма на действие токсического агента.

Таблица 2

Ассоциация уровня свинца в органах герефордского скота с биохимическими показателями белкового обмена  
Relation between the concentration of lead in the organs of Hereford cattle and biochemical parameters of protein metabolism

Коррелирующие признаки	$\tau$	Коррелирующие признаки	$\tau$
Общий белок – Pb мышцы	0,29*	Креатинин – Pb легкие	0,38*
Общий белок – Pb сердце	0,37*	Глобулины – Pb селезенка	0,27*
Креатинин – Pb семенники	0,37*	Альбумины – Pb семенники	0,31*

\*P<0,05

Выявлены положительные корреляции между уровнем креатинина и содержанием свинца в легких и семенниках. Ранее в эксперименте на мышах, которые получали высокие дозы свинца (200–400 мг/кг) с кормом, также было зафиксировано увеличение креатинина в сравнении с контролем [36]. Вместе с этим общий белок и альбумины у животных в данном исследовании снижались, в отличие от полученных нами данных. Причинами этого могут быть высокие дозы свинца, введенные мышам с кормом, и межвидовые различия в физиологии животных. Некоторые биохимические, генетические и химические показатели могут быть использованы в качестве маркеров накопления поллютантов в органах и тканях животных [37–41].

## ВЫВОДЫ

1. Установлены среднепопуляционные уровни белкового обмена у быков в возрасте 18 месяцев, которые могут быть приняты в качестве ориентировочных значений для герефордской породы в условиях Западной Сибири.

2. Аккумуляция свинца в легких, мышцах, селезенке, семенниках и сердце приводила к изменениям некоторых параметров белкового обмена.

3. Выявлены связи биохимических показателей (общий белок, альбумины, глобулины и креатинин) с уровнем свинца в семенниках, легких, мышцах, селезенке и сердце, которые можно использовать в селекционной работе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15–16–30003).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Goudoever J. B., Matthews D. E.* General concepts of protein metabolism / *Fetal and neonatal physiology*. – 2017. – P. 436–444. – DOI: 10.1016/B978-0-323-35214-7.00044-5.
2. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание марганца в некоторых органах бычков герефордской породы // *Зоотехния*. – 2013. – № 4. – С. 18.
3. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
4. *Нарожных К. Н., Стрижкова М. В., Коновалова Т. В.* Межпородные различия по уровню макро- и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2–10. – С. 2158–2163.
5. *Нарожных К. Н.* Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герефордского скота // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. – 2014. – № 4. – С. 74–78.
6. *Генофонд и фенофонд сибирской северной породы и сибирской чернопестрой породной группы свиней* / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков [и др.] – Новосибирск: НГАУ, 2012. – 579 с.
7. *The content of lead in some organs and tissues of Hereford bull-calves* / K. N. Narozhnyh, Y. V. Efanova, V. L. Petukhov [et al.] // *16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 23–27 September 2012*. – Rome (Italy). – 2013. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130115003>.
8. *Siddiqui M. F., Rajurkar G. R.* Lead -An Emerging threat to livestock // *Veterinary World*. – 2008. – Vol. 1 (7). – P. 213–216.
9. *Longitudinal associations between lead dose and renal function in lead workers* / V. M. Weaver, M. Griswold, A. C. Todd [et al.] // *Environ Res*. – 2009. – Vol. 109 (1). – P. 101–107.
10. *Cumulative lead exposure and prospective change in cognition among elderly men: the VA Normative Aging Study* / M. G. Weisskopf, R. O. Wright, J. Schwartz [et al.] // *Am. J. Epidemiol*. – 2004. – 160 (12). – P. 1184–1193.
11. *Cadmium content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves* / O. A. Zaiko, V. L. Petukhov, T. V. Konovalova [et al.] // *17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract*. – 2014. – P. 76.
12. *Veterinary medicine* / O. M. Radostits, C. C. Gray, D. C. Blood [et al.] – WB Saunders Co., 2000. – 1575 p.

13. *Patra R. C., Swarup D.* Effect of lead on erythrocytic antioxidant defense, lipid peroxide level and thiol groups in calves // *Research of Veterinary Science.* – 2000. – Vol. 68. – P. 71–74.
14. *Pain D., Fisher I. J., Thomas V. G.* A global update of lead poisoning in terrestrial birds from ammunition sources // R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras, W. G. Hunt, edit. *Ingestion of lead from spent ammunition: Implications for wildlife and humans.* – The Peregrine Fund, 2009. – P. 99–118.
15. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).* Toxicological profile for lead. – Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2005.
16. *Bellinger D. C.* Very low lead exposures and children's neurodevelopment // *Current opinion in pediatrics.* – 2008. – Vol. 20 (2). – P. 172–177.
17. *Lead exposure and cardiovascular disease-A systematic review / A. Navas-Acien, E. Guallar, E. K. Silbergeld [et al.] // Environ. Health Perspect.* – 2007. – Vol. 115 (3). – P. 472–482.
18. *Farkhondeh T., Samarghandian S., Azimi-Nezhad M.* The effect of lead exposure on some inflammatory biomarkers of lung lavage fluid in rats // *Toxin Reviews,* 2016. – Vol. 34 (1). – P. 1–4. – DOI: 10.1080/15569543.2016.1258712
19. *Andrews K. W., Savitz D. A., Hertz-Picciotto I.* Prenatal lead exposure in relation to gestational age and birth weight: A review of epidemiologic studies // *American Journal of Industrial Medicine.* – 1994. – Vol. 26 (1) – P. 13–32.
20. *Закономерности аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири [Электрон. ресурс] / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 6. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17057>. – (Дата обращения: 03.05.2017).
21. *Нарожных К. Н., Коновалова Т. В., Короткевич О. С.* Корреляция убойной массы и содержания тяжелых металлов в органах бычков герефордской породы // *Главный зоотехник.* – 2015. – № 3. – С. 37–42.
22. *Сысо А. И.* Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.
23. *Сысо А. И.* Российские нормативы оценки качества почв и кормов: проблемы их использования // *Материалы Междунар. шк. молодых ученых «Экологический мониторинг окружающей среды».* – Новосибирск: НГАУ, 2016. – С. 153–168.
24. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et. al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.* – 2014. – P. 487.
25. *Content of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the forages of various ecological zones of Western Siberia / O. S. Korotkevich, V. L. Petukhov, O. I. Sebezshko [et al.] // Russian Agricultural Sciences.* – 2014. – Vol. 40, № 3. – P. 195–197.
26. *Radionuclides accumulation in milk and its products / N. I. Marmuleva, E. Ya. Barinov, V. L. Petukhov // Journal De Physique.* – 2003. – Vol. 107 (I). – P. 827–829.
27. *Cadmium accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, V. L. Petukhov [et al.] // IJABR.* – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 1758–1764.
28. *Accumulation of Cu and Zn in the soils, rough fodder, organs and muscle tissues of cattle in Western Siberia / V. L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh [et al.] // RJPBCS.* – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 2458–2464.
29. *Effect of copper on biological and productive parameters of laying hens / V. L. Petukhov, I. A. Afonina, E. S. Kleptsyna [et al.] // RJPBCS.* – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 3250–3257.
30. *Cadmium level in soil, coarse fodder, organs and tissue of cattle West Siberia / V. L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh [et al.] // 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment 12 to 15 September 2016c, Ghent, Belgium.* – URL: <https://ojs.ugent.be/ichmet> – (Дата обращения: 01.03.2017).
31. *Petukhova T. V.* Content of heavy metals in the muscle tissue of cattle // *16th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 23–27 September 2012.* – Rome (Italy), 2013. – DOI:10.1051/e3sconf/201301115002.
32. *Cadmium content variability in organs of west siberian hereford bull-calves / V. L. Petukhov, K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova [et al.] // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract.* – 2014. – P. 74.

33. Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample [Electronic resours] // BMC Medical Research Methodology, 2005. – Vol. 5 – P. 13. – URL: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2288-5-13>.
34. Кондрахин И. П., Левченко В. И., Таланов Г. А. Справочник ветеринарного терапевта и токсиколога. – М.: Колос, 2005. – 544 с.
35. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: РИТ ЭКСПРЕСС, 2002. – 216 с.
36. Haemato-biochemical alterations as biomarkers of lead induced toxicity in male wistar rats / B. S. Okediran, O. B. Kasali, S. O. Omotainse [et al.] // Bangladesh Journal of Veterinary Medicine. – 2017. – Vol. 14 (2). – P. 227–232.
37. Особенности накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И. С. Миллер, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 2469–2473.
38. Способ определения содержания меди в мышечной ткани рыбы: пат. на изобретение RUS № 2555518 / О. С. Короткевич, И. С. Миллер, Т. В. Коновалова [и др.]. – 2014.
39. Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 2426119 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.
40. Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS № 2421726 / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, М. В. Стрижкова [и др.]. – 2010.
41. Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 2548774 / О. С. Короткевич, К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова [и др.] – 2014.

#### REFERENCES

1. Goudoever J.B., Matthews D.E. In book: *Fetal and neonatal physiology*, 2017, pp. 436–444. DOI: 10.1016/B978-0-323-35214-7.00044-5
2. Efanova Yu.V., Narozhnykh K. N., Korotkevich O. S. *Zootekhnika*, 2013, No. 4, pp. 18. (In Russ.)
3. Efanova Yu.V., Narozhnykh K. N., Korotkevich O. S. *Glavnyi zootekhnik*, 2012, No. 11, pp. 30–33. (In Russ.)
4. Narozhnykh K. N., Strizhkova M. V., Konovalova T. V. *Mezhporodnye Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 10, pp. 2158–2163. (In Russ.)
5. Narozhnykh K. N. *Sibirskii vestnik s. – kh. nauki*, 2014, No. 4, pp. 74–78. (In Russ.)
6. Petukhov V.L., Korotkevich O. S., Tikhonov V.N., Zheltikov A. I. Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., *Genofond i fenofond sibirskoj i sibirskoj cherno-pestroj porodnoj gruppy svinej* (Gene and phene pools of Siberian Nothern breed and Siberian Black-and-White breed group of pigs), Novosibirsk: OOO Izdatel'skij dom Prometej, 2012, 579 p.
7. K. N. Narozhnyh, Y. V. Efanova, V. L. Petukhov Proceeding of 16<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment, September 23–27, 2012, Rome, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/e3s-conf/20130115003>.
8. Siddiqui M. F., Rajurkar G. R. *Veterinary World*, 2008, No.7 (1), pp. 213–216.
9. Weaver V.M., Griswold M., *Environ Res.*, 2009, No. 1 (109), pp. 101–107.
10. Weisskopf M. G., Wright R. O., Schwartz J. *Am. J. Epidemiol.*, 2004, No. 160 (12), pp. 1184–1193.
11. Zaiko O.A., Petukhov V.L., Konovalova T. V. *Proceeding of 17<sup>th</sup> International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract*, 2014, 76 p.
12. Radostits O. M., Gray C. C., Blood D. C. *Veterinary medicine*, 2000, WB Saunders Co, 1575 p.
13. Patra R. C., Swarup D. *Research of Veterinary Science*, 2000, Vol. 68, pp. 71–74.
14. Pain D., Fisher I. J., Thomas V. G. *Implications for wildlife and humans*, 2009, pp. 99–118.
15. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for lead, Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2005.
16. Bellinger D. C. *Current opinion in pediatrics*, 2008, No. 2 (20), pp. 172–177.
17. Navas-Acien A., Guallar E., Silbergeld E. K. *Environ. Health Perspect.*, 2007, Vol. 3 (115), pp. 472–482.

18. Farkhondeh T., Samarghandian S. *Toxin Reviews*, 2016, No. 1 (34), pp. 1–4. DOI: 10.1080/15569543.2016.1258712
19. Andrews K. W., Savitz D. A., Hertz-Picciotto I. *American Journal of Industrial Medicine*, 1994, No. 1 (26), pp. 13–32.
20. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17057> (Available at: 03.05.2017).
21. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Glavnyi zootekhnik*, 2015, No. 3, pp. 37–42. (In Russ.)
22. Syso A. I. *Zakonomernosti raspredeleniya khimicheskikh elementov v pochvoobrazuyushchikh porodakh i pochvakh Zapadnoi Sibiri* Syso A. I. (Regularities in the distribution of chemical elements in soil-forming rocks and soils in Western Siberia), Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2007, 277 p.
23. Syso A. I. *Ekologicheskii monitoring okruzhayushchei sredy* (Environmental monitoring of the environment) Proceedings of the International School of Young Scientists Novosibirsk: NGAU, 2016, pp. 153–168. (In Russ.)
24. Korotkevich O. S., Lyukhanov M. P., Petukhov V. L. Proceeding of the 10<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 2014, 487 p.
25. Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Sebezshko O. I. *Russian Agricultural Sciences*, 2014, No. 3 (40), pp. 195–197. (In Russ.)
26. Marmuleva N. I., Barinov E. Ya., Petukhov V. L. *Journal De Physique. IV: JP*, 2003, Vol. 107, pp. 827–829.
27. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Petukhov V. L. *IJABR*, 2016, No. 4 (7), pp. 1758–1764.
28. Petukhov V. L., Syso A. I., Narozhnykh K. N. *RJPBCS*, 2016, No. 4 (7), pp. 2458–2464.
29. Petukhov V. L., Afonina I. A., Kleptsyna E. S. *RJPBCS*, 2016, No. 4 (7), pp. 3250–3257.
30. V. L. Petukhov, A. I. Syso, K. N. Narozhnykh Proceeding of 18<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment, September 12–15, 2016, Ghent. Available at: <https://ojs.ugent.be/ichmet> (March 01.2017)
31. Petukhova T. V. *Proceeding of 16<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment*, 23–27 September 2012, Rome, 2013. DOI:10.1051/e3sconf/201301115002.
32. V. L. Petukhov, K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova *Proceeding of 17<sup>th</sup> International Conference of Heavy Metals in the Environment*, Paper of Abstract, 2014, 74 p.
33. Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I. *BMC Medical Research Methodology*, 2005, Vol. 5, 13 p. Available at: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2288-5-13>
34. Kondrakhin I. P., Levchenko V. I., Talanov Y. G. A. *Spravochnik veterinarnogo terapevta i toksikologa* (Directory of the veterinary therapist and toxicologist), Moscow: Kolos, 2005, 544 p.
35. *Prodoval'stvennoe syr'e i pishchevye produkty. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy: SanPiN 2.3.2.1078-01* (Food raw materials and food products. Hygienic requirements for the safety and nutritional value of food. Sanitary-epidemiological rules and standards: SanPiN 2.3.2.1078-01), Moscow: ZAO RIT EKSPRESS, 2002, 216 p.
36. Okediran B. S., Kasali O. B., Omotainse S. O. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 2017, No. 2 (14), pp. 227–232.
37. Miller I. S., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 9, pp. 2469–2473. (In Russ.)
38. Korotkevich O. S., Miller I. S., Konovalova T. V. *Patent na izobretenie* RUS № 2555518, 28.07.2014.
39. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I., Petukhova T. V. *Patent na izobretenie* RUS 2426119, 24.03.2010.
40. Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Strizhkova M. V. *Patent na izobretenie* RUS № 2421726, 08.04.2010.
41. Korotkevich O. S., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V. *Patent na izobretenie* RUS 2548774, 25.03.2014.

# ЭКОНОМИКА

УДК 333.79

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И РАЗМЕЩЕНИЯ КОСТОЧКОВОГО САДОВОДСТВА В СОГДИЙСКОМ РЕГИОНЕ

Р.А. Абдулазизов, старший преподаватель  
Таджикский государственный университета права,  
бизнеса и политики, Худжанд, Таджикистан  
E-mail: rahm-1985@mail.ru

**Ключевые слова:** садоводство, эффективность, себестоимость, рентабельность, косточковые, абрикос, производство, урожайность, площадь

*Реферат. Основным условием дальнейшего развития садоводства косточковых культур на современном этапе является ускорение технического прогресса, укрепление материально-технической базы отрасли, всемерная интенсификация, специализация и концентрация, осуществляемая на базе межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции. В условиях перехода к рыночной экономике повышение эффективности производства является составной частью социально-экономического развития республики. Для этого прежде всего необходимо скорректировать направления научных исследований, связанных с развитием теории эффективности. В современных экономических отношениях необходимо фундаментальное изучение подхода к научным исследованиям. Садоводство является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса Республики Таджикистан, способной обеспечить внутренний рынок страны продовольствием, повысить экспортный потенциал республики и обеспечить население постоянной работой. Среди плодовых культур существенное экономическое значение имеют косточковые. Так, плоды абрикоса пользуются большим спросом в качестве продукта, которому присущи особые вкусовые свойства.*

## EFFICIENCY OF CHERRY HORTICULTURE IN SOGDIAN REGION

Abdulazizov R.A., Senior teacher

Tadzhik State University of Law, Business and Politics, Khudzhand, Tadzhikistan

*Key words:* horticulture, efficiency, cost of production, cost effectiveness, stone fruits, apricot, production, yield, square.

*Abstract. The author sees rapid technological progress, horticulture capacities, intensification and concentration of the industry, agricultural cooperation and integration as the main condition of stone horticulture development. Productivity enhancement is the component of social and economic development of Tadzhikistan in the conditions of transition to market economy. The author highlights the necessity to update the directions of research related to the theory of efficiency. The researcher outlines the necessity of fundamental approach exploring to research. Horticulture is one of the key branches of agribusiness in Tadzhikistan as it can fulfill the national market with food products, increase export capacities of the country and employ people. The author speaks about significance of stone fruits for national economy. The apricots are in demand as they have specific taste properties.*

Экономическая эффективность – это сравнительный показатель, характеризующий соответствие между величиной прироста продукции в валютном выражении и добавочными расходами, вызывающими данный прирост. К условным показателям относятся уровень рентабельности и норма выгоды [1].

А. С. Гусаров, называя направления повышения эффективности общественного производства, пишет, что «самым эффективным и в то же время необходимым является путь всемерной интенсификации народного хозяйства. Соответственно, все проблемы эффективности должны рассматриваться через призму интенсификации. Это в равной мере касается научно-технического прогресса, организации производства, режима экономии, дальнейшего совершенствования хозяйственного механизма и всей системы управления» [2].

П. Г. Бунич считает, что «резкое повышение эффективности производства сейчас – задача номер один. Главный путь к этому – ускорение научно-технического прогресса. А скорость движения по этому пути во многом определяется силой интересов участников производства, настройкой отдельных работников и коллективов на труд с максимальной отдачей. Существующая система стимулов, к сожалению, пока недостаточно действенна. Именно перестройка системы стимулов сулит наибольший эффект, поможет вдохнуть новую жизнь в остальные элементы управления» [3].

П. А. Игнатовский отмечает, что «цель общественного производства реализуется в его конечном результате – национальном доходе, который выражается в двух формах – материально-вещественной и стоимостной. Но цель производства сама по себе предполагает наличие общественного продукта в натуре, т.е. в конкретной форме его потребления. Стоимостное выражение совокупного общественного продукта подвержено влиянию системы цен, искажающему реальную количественную и качественную характеристики созданного продукта» [9].

Следовательно, одной из задач повышения экономической эффективности садоводства косточковых культур в области считается пересмотр ранее принятого районирования садоводства. Сады промышленного типа следует располагать в более удобных для садоводства условиях. Основной принцип развития садоводства косточковых культур в садоводческих хозяйствах остается тот же – всесторонняя интенсификация на основе концентрации и специализации производства.

Одним из приоритетных направлений в настоящее время является внедрение интенсивного садоводства. Интенсивный сад считается инновационной технологией, хотя впервые в мире ее попробовали внедрить в 1964 г. в Канаде. Интенсивный сад – это особый вид стандартного бизнеса, определяющийся рядом факторов. Недостаточно надежное функционирование одного из факторов может привести к значительному снижению экономической эффективности. Общеизвестно, что по производству косточковых плодов, и особенно их высококачественных сортов, среди производителей республик Центральной Азии Таджикистан не имел себе равных.

Садоводству свойственна высокая потребность в трудовых ресурсах на относительно кратком этапе (сбор урожая), который происходит одновременно с уборкой отдельных сельскохозяйственных культур. Для садоводства отводят плодородные почвы и применяют достаточные дозы органических удобрений. В связи с этим оно в предгорных и горных районах сочетается с животноводством. В Таджикистане основными видами плодовых культур являются косточковые (абрикос, персик, вишня, слива, черешня), которые имеют наибольшее хозяйственное значение. В последние годы как в горных, так и в предгорных районах их удельный вес увеличился, так как они являются прибыльными и приносят значительную выгоду товаропроизводителям [5].

Эффективность производства плодов определяется отдельно для садоводства се-

мечковых и косточковых культур. Надо отметить, что садоводство – очень трудоемкая отрасль, где издержки труда на каждый гектар составляют 660 чел.-ч и более, не считая реализации и переработки продукции. Наиболее трудозатратными видами работы в косточковых садах (абрикосовых) являются меры борьбы с болезнями и вредителями, уход за деревьями, уборка урожая, реализация и транспортировка продукции. Основные затраты связаны с обрезкой и уходом за деревьями.

Цель данного исследования – анализ экономической эффективности производства и размещения косточкового садоводства в Согдийском регионе.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом наблюдения являлись сельскохозяйственные предприятия Согдийской области и других регионов Республики Таджикистан. В ходе исследования применялись абстрактно-логический, экономико-математический, сравнительный методы исследования, составившие методическую основу работы.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Садоводство является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса Республики Таджикистан, способной обеспечить внутренний рынок страны продовольствием, повысить экспортный потенциал республики и обеспечить население постоянной работой. Среди плодов существенное экономическое значение имеют косточковые. Так, плоды абрикоса пользуются большим спросом в качестве продукта, которому присущи особые вкусовые свойства [6].

В Таджикистане почти 67,3%, т.е. 53082 га площади косточковых садов, находятся в Согдийской области, в Хатлонской – 23,6% (18603 га), в Горно-Бадахшанской автономной области – 1,5% (1176 га) и в городах и районах республиканского подчинения – 7,6% (5994 га).

Исследование показывает, что все виды косточковых плодов, выращиваемых в Согдийской области, имеют для потребителя благотворное питательное и целебное значение. В связи с этим в настоящее время увеличение объема производства косточковых плодов имеет существенное народно-хозяйственное значение, и каждый год в районах области площади насаждений косточковых плодов увеличиваются более чем на 1,2 тыс. га (табл. 1).

Таблица 1

Динамика площади косточковых культур по районам Согдийской области за 2010–2016 гг., га  
Dynamics of stone fruits square in the districts of Sogdian region in 2010-2016, ha

Район	2010 г.		2013 г.		2016 г.		2016 г. к 2010 г., раз
	Всего	Плодоносящие	Всего	Плодоносящие	Всего	Плодоносящие	
Айнинский	635	557	668	573	728	504	1,1
Аштский	13747	5830	14097	6428	16019	8948	1,2
Бободжон-Гафуровский	7255	4825	7442	4929	9063	5748	1,2
Деваштичский	202	171	197	166	240	211	1,2
Джаббар-Расуловский	611	366	1382	295	1432	586	2,3
Зафарабадский	345	365	817	398	1038	378	3,0
Истаравшанский	207	180	230	168	234	155	1,1
Исфаринский	10307	8742	10940	9231	11263	9784	1,1
Канибадамский	8284	5662	10180	6928	10302	7154	1,2
Горно-Матчинский	419	419	343	343	340	340	0,8
Матчинский	287	71	751	119	760	249	2,6
Спитаменский	629	522	882	460	646	593	1,0
Пенджикентский	598	487	554	358	934	651	1,6
Шахристанский	15	14	16	15	15	11	1,0
Города	46	45	54	50	26	26	0,6
По области	43587	28276	48553	30462	53040	35338	1,2

Источник: составлено автором на основе данных Агентства по статистике РТ.

В Согдийской области площади косточковых плодов в основном сосредоточены в 4 крупнейших районах – Аштском (16019 га), Бободжон-Гафуровском (9063 га), Канибадамском (10302 га) и Исфаринском (11263 га).

Анализ показывает, что в 2016 г. в этих 4 районах площадь составила 87,9% от всех косточковых. В последние годы объем производства косточковых плодов в исследуемых

районах области имеет тенденцию к росту, о чем свидетельствуют данные табл. 2. По сравнению с 2010 г. в 2016 г. существенное повышение объема производства косточковых плодов наблюдалось в Горно-Матчинском, Канибадамском, Исфаринском, Бободжон-Гафуровском и ряде других районов. В этих районах в последние годы климатические условия были благоприятным и способствовали высокому урожаю.

Таблица 2

Динамика валового сбора и урожайности косточковых культур по районам Согдийской области за 2010–2016 гг.  
Dynamics of gross collection and stone fruits yield in the districts of Sogdian region in 2010-2016.

Район	2010 г.		2013 г.		2016 г.		2016 г. к 2010 г., раз
	Всего, ц	ц/га	Всего, ц	ц/га	Всего, ц	ц/га	
Айнинский	19028	39,9	12772	26,4	10559	21,0	0,5
Аштский	146196	24,7	214998	32,8	179134	20,0	1,2
Бободжон-Гафуровский	85381	18,1	123840	26,8	134972	23,5	1,6
Деваштичский	11	0,5	7744	49,0	11260	53,4	1023,6
Джаббар-Расуловский	4488	15,2	13003	50,5	10717	18,3	2,4
Зафарабадский	7972	21,8	13132	33,0	5592	14,8	0,7
Истаравшанский	2800	17,5	4467	26,6	5487	35,3	1,9
Исфаринский	74825	8,6	231431	24,5	241342	24,7	3,2
Канибадамский	94248	16,6	125060	18,1	161768	22,6	1,7
Горно-Матчинский	37070	84,2	18730	56,3	20300	59,6	3,1
Матчинский	2697	83,2	2579	21,7	2745	11,0	0,5
Спитаменский	4332	10,3	6847	20,2	5887	9,9	1,3
Пенджикентский	2690	5,9	1210	2,2	2545	3,9	0,9
Шахристанский	255	9,8	310	24,6	-	-	-
Города	532	11,6	2537	30,6	370	14,2	0,7
По области	482524	17,1	778660	25,6	792678	22,4	1,6

Источник: составлено автором на основе данных агентства по статистике РТ.

Установлено, что средняя дата весенних заморозков приходится на время массового цветения косточковых садов, в результате чего в некоторых районах до 50% потенциального урожая косточковых плодов погибает. От заморозков больше страдают хозяйства Айнинского, Истаравшанского, Исфаринского, Канибадамского и Шахристанского районов.

Опыт передовых хозяйств Аштского, Канибадамского, Исфаринского регионов доказывает, что концентрация производства считается важным условием промышленного садоводства. В связи с этим возрастают вспо-

могательные издержки средств и труда на гектар площади косточковых садов.

В хозяйствах, расположенных в наиболее благоприятных природно-климатических для садоводства косточковых культур условиях, уровень рентабельности должен составлять от 50 до 170%, а в малоблагоприятных зонах он значительно меньше – от 20 до 40%, т.е. садоводство в таких хозяйствах во многом оказывается низкорентабельным, тем более в случае, если не ведется соответствующий уход за насаждениями. Это указывает на необходимость развивать садоводство косточковых культур прежде всего в тех регионах и зонах, где есть более подходящие природ-

ные и экономические условия. Впрочем, надо отметить, что различия в экономической эффективности садоводства по хозяйствам обусловлены не только экономическими и природными условиями, но и различным уровнем применения имеющихся резервов.

Анализ показывает, что в 2016 г. себестоимость 1 кг косточковых плодов в исследуемой зоне составляла 1,84 сомони, или была в 2,4 раза выше, чем в 2010 г., а себестоимость 1 кг

абрикоса – 1,76 сомони, что в 2,6 выше, чем показатели 2010 г. (табл. 3).

Экономическая эффективность садоводства косточковых культур должна рассматриваться с двух позиций интересов: во-первых, с позиции производителя, а во-вторых, с позиции общегосударственной, так как косточковые плоды являются главной продукцией аграрного сектора Согдийской области.

Таблица 3

**Экономическая эффективность производства косточковых плодов во всех категориях хозяйств Согдийской области**

**Economic efficiency of stone fruits in all types of farms in Sogdian region**

Показатели	2010	2012	2014	2016	2016 г. к 2010 г., раз
Всего площадь, тыс. га	43587	46142	50750	53040	1,2
в т.ч. плодоносящие	28276	28688	33307	35338	1,2
Урожайность, ц / га	17,1	26,1	21,9	22,4	1,3
Валовое производство, ц	482524	748659	729284	792678	1,6
Совокупные затраты на 1 га, сомони	1313,9	2661,8	3109,8	4121,6	3,1
Себестоимость 1ц продукции, сомони	77,0	102,0	142,0	184,0	2,4
Среднереализационная цена 1ц продукции, сомони	98,1	147,0	243,2	321,4	3,3
Валовая выручка, млн сомони	47,33	110,05	177,36	254,76	5,4
Затраты труда на 1 ц продукции, чел.-ч	38,4	26,1	30,8	32,3	0,8
Полученная прибыль, всего, млн сомони	10,18	33,68	73,80	108,91	10,7
Уровень рентабельности, %	27,4	44,1	71,3	74,7	2,7

*Источник:* рассчитано автором на основе данных Главного управления сельского хозяйства Согдийской области (155 сомони = 1 тыс. руб.).

Исследование показывает, что на эффективность садоводства косточковых культур существенное влияние оказывают урожайность, себестоимость и среднереализационная цена единицы продукции.

Эффективность выращивания косточковых плодов зависит от уровня урожайности, специализации и концентрации, механизации, применяемой современной технологии и промышленных способов производства продукции. Надо отметить, что темпы роста урожайности в садоводстве косточковых культур выше, чем рост затрат, поэтому наблюдается снижение себестоимости продукции при одновременном повышении производительности труда и рентабельности.

На сельскохозяйственных предприятиях Согдийской области в 2016 г. площади косточковых садов выросли в 1,2 раза по

сравнению с 2010 г. За этот период урожайность повысилась в 1,3 раза, а валовое производство – в 1,6 раза. Среднереализационная стоимость 1 ц косточковых плодов составила 321,4 сомони, или была в 3,3 раза выше, чем в 2010 г. В итоге существенного увеличения реализационной стоимости резко повысился размер валовой выручки садоводства. За 2016 г. от реализации косточковых плодов хозяйства получили 108,91 млн сомони прибыли. В 2016 г. уровень рентабельности производства косточковых плодов составил 74,7%. Очевидно, что чем больше используется средств на каждый гектар, тем больше повышается урожайность плодов. В связи с этим экономическая эффективность производства косточковых плодов на сельскохозяйственных предприятиях Согдийской области имеет тенденцию к росту.

Если не принимать во внимание некоторое повышение издержек в расчете на 1 га плодовых садов, то степень эффективности производства сухофруктов из абрикоса считается довольно высокой.

Развитие косточкового садоводства в условиях рыночных отношений находится в зависимости не только от обеспеченности ресурсами, но и от улучшения организационных форм хозяйствования.

### ВЫВОДЫ

1. Результаты исследования показывают, что потенциал регионального плодового подкомплекса огромный. Даже в прогнозируемые годы его возможности, основанные на фактическом учете природных, материально-технических, экономических, финансовых и других ресурсов, исчисляются миллионом тонн фруктов. При этом можно утверждать, что Таджикистан может стать основным поставщиком плодов, особенно косточковых, для обеспечения внутренних и внешних потребностей, так как спрос на фрукты систематически растет.

2. Продукты садоводства, особенно косточковые: урюк, курага, кайса и компотная смесь – являются неотъемлемыми элементами структуры стратегической продовольственной безопасности республики. За исследуемый период производство продукции косточкового садоводства во всех формах хо-

зяйствования Согдийской области для сельскохозяйственных товаропроизводителей являлось рентабельным.

3. За исследуемые годы производственная себестоимость продукции косточкового садоводства в хозяйствах Согдийской области увеличилась. Кроме себестоимости, экономическую эффективность производства продукции косточкового садоводства характеризуют показатели прироста урожайности с 1 га, трудоёмкость, цена реализации единицы продукции, выручка и уровень рентабельности.

4. Особое место в повышении эффективности производства продукции косточкового садоводства отводится улучшению научно-технической обеспеченности всего производственного комплекса. Её основными предпосылками должны стать, во-первых, возрождение всего полезного, что было в садоводстве косточковых культур в лучшие времена его развития; во-вторых, использование в отрасли новейших достижений науки, техники и инновационных технологий.

5. Повышение экономической эффективности производства косточковых плодов зависит, прежде всего, от роста урожайности и предложения переработчикам качественного сырья. Из поставляемого качественного сырья для переработки будет производиться высококачественная конечная продукция, удовлетворяющая потребительские желания покупателей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шафронов А.Д. Новый подход к эффективности производства // Экономист. – 2003. – № 4. – С. 82–85.
2. Гусаров А.С. Хозяйственный механизм экономики интенсивного типа // Проблемы экономики развитого социализма: вопросы теории и практики: сб. науч. тр. – М.: Экономика, 1982. – С. 25.
3. Бунич П.Г. Экономический механизм напряженных планов // Проблемы экономики развитого социализма: вопросы теории и практики: сб. науч. тр. – М.: Экономика, 1982. – С. 50.
4. Игнатовский П.А. Совокупный общественный продукт и национальный доход: структурные сдвиги // Проблемы экономики развитого социализма: вопросы теории и практики: сб. науч. ст. – М.: Экономика, 1982. – С. 82.
5. Мадаминов А.А. Проблемы устойчивого развития аграрного сектора Таджикистана. – Душанбе: ТАУ, 2006. – С. 133–156.
6. Абдулазизов Р.А. Экономическая эффективность производства косточковых плодов // Материалы первого Европейского геополитического форума «Региональные проблемы преобразования экономики: международное сотрудничество и межрегиональная интеграция» – М., 2012. – С. 381–388.

7. *Программа реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012–2020 годы.* – Душанбе, 2012. – С. 117.
8. *Продовольственная безопасность и бедность.* – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2016. – № 1. – 124 с.
9. *Таджикистан в цифрах.* – Душанбе: Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан, 2016. – 171 с.
10. *Шафронов А.Д.* Факторы роста эффективности и устойчивости сельскохозяйственных предприятий // АПК: экономика, управление. – 1999. – № 1. – С. 8–14.
11. *Шмелев Г.И.* Эффективность производства в хозяйствах населения // Проблемы прогнозирования. – 1999. – № 6. – С. 137–148.
12. *Элмуродов З.* Статистическое измерение устойчивого развития сельскохозяйственного производства // Кишоварз. – 2003. – № 2. – С. 45.
13. *Эргашев Р.Х.* Система регулирования рынка сельского хозяйства Таджикистана. – Душанбе: Ирфон, 1997. – 226 с.
14. *Якуткин С.* Критерий эффективности кооперации сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий // Экономика сел. хоз-ва России. – 1999. – № 1. – С. 37.

#### REFERENCES

1. Shafronov, A. D. *Ekonomist*, 2003, No. 4 pp. 82–85. (In Russ.)
2. Gusarov, A. S. *Problemy ekonomiki razvitogo sotsializma: voprosy teorii i praktiki* (Problems of the economy of developed socialism: theory and practice), Moscow: Ekonomika, 1982, 25p.
3. Bunich, P. G. *Problemy ekonomiki razvitogo sotsializma: voprosy teorii i praktiki* (Problems of the economy of developed socialism: theory and practice), Moscow: Ekonomika, 1982, 50 p.
4. Ignatovskiy, P. A. *Problemy ekonomiki razvitogo sotsializma: voprosy teorii i praktiki* (Problems of the economy of developed socialism: theory and practice), Moscow: Ekonomika, 1982, 82 p.
5. Madaminov A. A. *Problemy ustoychivogo razvitiya agrarnogo sektora Tadzhiqistana*, Dushanbe: TAU, 2006, pp. 133–156. (In Russ.)
6. Abdulazizov R. A. Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki: mezhdunarodnoe sotrudnichestvo i mezhregional'naya integratsiya, Moscow, 2012, pp. 381–388. (In Russ.)
7. *Programma reformirovaniya sel'skogo khozyaystva Respubliki Tadzhiqistan na 2012–2020 gody*, Dushanbe, 2012, 117 p.
8. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' i bednost'*, Dushanbe: Agentstvo po statistike pri Prezidente Respubliki Tadzhiqistan, 2016, No. 1, 124 p.
9. *Tadzhiqistan v tsifrakh*, Dushanbe: Agentstvo po statistike pri Prezidente Respubliki Tadzhiqistan, 2016, 171 p.
10. Shafronov, A. D. *APK: ekonomika, upravlenie*, 1999, No. 1, pp. 8–14. (In Russ.)
11. Shmelev, G. I. *Problemy prognozirovaniya*, 1999, No. 6, pp. 137–148.
12. Elmurodov, Z. *Statisticheskoe izmerenie ustoychivogo razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva*, Kishovarz, 2003, No. 2, 45 p.
13. Ergashev, R. Kh. *Sistema regulirovaniya rynka sel'skogo khozyaystva Tadzhiqistana*, Dushanbe: Irfon, 1997, 226 p.
14. Yakutkin, S. *Kriteriy Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, 1999, No. 1, 37 p. (In Russ.)

УДК 631.14:637.1

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕГИОНАЛЬНОМ МОЛОЧНО-ПРОДУКТОВОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ

О. Г. Антошкина, старший преподаватель

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: antoshkina0903@mail.ru

**Ключевые слова:** молочно-продуктовый подкомплекс, эффективность, импорт молочных продуктов

*Реферат. Проведен анализ эффективности функционирования сферы переработки молока регионального молочно-продуктового подкомплекса. Отмечена тенденция к снижению производства цельно-молочной продукции в Новосибирской области, масла сливочного и масляных паст при росте спроса и увеличении импорта молочной продукции. В производстве молочной продукции наблюдается увеличение доли стоимости сырья, снижение расходов на производство и рост доли прибыли. На уровень потребления молочных продуктов в определенной степени влияет структура стоимости продовольственных товаров, входящих в набор потребительских товаров и услуг. Рассмотрено также влияние на уровень душевого потребления динамики численности населения региона, объемов производства молока и молочных продуктов, уровня экспорта и импорта, других факторов. Проанализировано изменение покупательной способности среднедушевых денежных доходов населения (в пересчете на продукты питания населения). Данный фактор необходимо учитывать при планировании и производстве молочных продуктов. В целом анализ структуры производства и реализации розничных молочных продуктов показывает рост их эффективности в молочно-продуктовом подкомплексе региона.*

## EFFICIENCY OF DAIRY PRODUCTION IN REGIONAL DAIRY AND FOOD SUBCOMPLEX

Antoshkina O.G., Senior teacher

Novosibirsk State Agrarian University

*Key words:* dairy and food subcomplex, efficiency, import of dairy products.

*Abstract. The paper analyzes efficiency of dairy processing industry of the regional dairy and food complex. The author highlights the tendency to reducing whole-milk production, butter and butter paste in Novosibirsk region whereas the demand for milk and export of milk are growing. The author observed increase in cost of raw materials for dairy production, reducing of production expenses and increase in profit. The cost structure of food products included into consumer goods basket influence the level of dairy products consumption. The paper considers the influence of regional population dynamics, milk and dairy products production, level of import and export and other factors on consumption per head. The article analyzes changes in buying capacity of people average incomes (in conversion to the food products). This factor should be taken into account in planning and producing dairy products. The analysis of production structure and marketing of retail dairy products shows their efficiency in dairy and products subcomplex of the region.*

В сфере переработки молока и производства молочных продуктов в Новосибирской области занято 25 предприятий. Перерабатывающие предприятия региона ориентированы на модернизацию производства, применение инновационных технологий, увеличение глубины переработки молока, расширение ассортимента и качества выпускаемой продукции. Большое внимание уделяется упаковке продукции, обеспечению достоверности информации о молочной продукции [1, 2].

Уровень потребления молока и молочной продукции является одним из важнейших показателей, характеризующих состояние молочной промышленности и уровень жизни населения.

За период с 2000 по 2015 г. показатель душевого потребления молочных продуктов в регионе увеличился на 2,5% – с 275 до 282 кг. По отношению к нормативу (в количестве 340 кг [3]) душевое потребление молочных продуктов увеличилось с 80,9 до 82,9%. Самый высокий уровень потребления на душу населения достигнут

в 2008 и 2009 гг. – 292 кг, или 85,9%. Начиная с 2010 г. отмечено снижение показателя.

Исследования, проведенные Всемирной организацией здравоохранения и Институтом питания РАМН, показали, что потребление кальция в целом по Российской Федерации ниже рекомендованной нормы почти в 2 раза, что вызывает необходимость увеличения потребления молочной продукции [4].

Цель работы – определить эффективность производства молочной продукции в региональном молочно-продуктовом подкомплексе.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являются организационно-экономические отношения, воз-

никающие в процессе производства молока и молочных продуктов в сельскохозяйственных организациях региона.

В работе применены различные методы экономических исследований: диалектический, абстрактно-логический, монографический, экономико-статистический, расчетно-конструктивный, балансовый и другие.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время на уровень душевого потребления молочных продуктов влияют много различных факторов, в том числе численность населения и объемы производства молока [5].

Таблица 1

Среднегодовая численность населения Новосибирской области (на начало года) в 2000–2015 гг.  
Average annual population of Novosibirsk region in 2000-2015

Год	Все население			В том числе							
	чел.	темп роста,%		чел.	городское			сельское			
		цеп-ной	базис-ный		доля в общей численности,%	цеп-ной	базис-ный	чел.	доля в общей численности,%	цеп-ной	базис-ный
2000	2720,3	-	-	2031,9	74,7	-	-	688,4	25,3	-	-
2005	2660,4	99,6	97,8	2011,8	75,6	99,9	99,0	648,6	24,4	98,8	94,2
2010	2664,0	100,3	97,9	2054,7	77,1	100,8	101,1	609,3	22,9	98,8	88,5
2013	2720,3	100,8	100,0	2122,9	78,0	101,2	104,5	597,4	22,0	99,4	86,8
2014	2739,0	100,7	100,7	2146,3	78,4	101,1	105,6	592,7	21,6	99,2	86,1
2015	2754,5	100,6	101,3	2165,8	78,6	100,9	106,6	588,7	21,4	99,3	85,5

За анализируемый период численность населения выросла на 1,3% (табл. 1), а производство молока снизилось на 28,2%.

Уменьшение производства молока повлияло на объемы промышленного производства молочной продукции (табл. 2) [6].

Таблица 2

Производство важнейших видов молочной продукции в Новосибирской области, тыс. т  
Production of the most important dairy products in Novosibirsk region

Продукция	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в% к	
					2000 г.	2014 г.
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко)	160,3	206,4	153,1	142,4	88,8	93,0
Масло сливочное и пасты масляные	9,2	7,3	4,5	4,4	47,8	97,8
Сыры и продукты сырные	2,7	2,5	2,8	4,7	174,1	167,9

За анализируемый период производство цельномолочной продукции сократилось на 11,2%, масла сливочного и масляных паст – более чем в 2 раза (на 52,2%). Производство сыров и сырных продуктов увеличилось на

74,1%. По отношению к предыдущему 2014 г. тенденция изменения производства молочных продуктов сохранилась: снижение производства цельномолочной продукции в пересчете на молоко, масла сливочного и масляных паст

составило 7,0 и 2,2% соответственно, рост производства сыра и сырных продуктов – 67,9%.

Снижение производства молочных продуктов влияет на соотношение их экспорта и импорта. На основании данных Новосибирскстата [1, 6–11] можно отметить

увеличение экспорта масла сливочного и сыров в 2015 г. по отношению к 2000 г., по отношению к 2014 г. – снижение экспорта молока жидкого обработанного и сыров, рост – кисло-молочных продуктов, сметаны, сливочного масла (табл. 3, 4).

Таблица 3

Экспорт молочных продуктов в Новосибирской области, т  
Export of dairy products in Novosibirsk region

Продукция	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в% к 2014 г.
Молоко жидкое обработанное	-	37974,4	15779,8	10585,1	67,1
Сливки	-	-	445,2	206,1	
Продукты кисло-молочные	-	-	2929,1	2940,6	100,4
Молоко порошковое		5746,7	-	-	
Сметана	-	-	1133,8	1400,2	123,5
Творог и творожные продукты	-	-	320,1	406,7	127,1
Молоко и сливки в твердых формах		-	6427,9	6759,0	105,2
Масло сливочное	72,0	-	2987,4	3482,5	116,6
Сыры и продукты сырные	134,0	180,9	314,1	293,7	93,5
Консервы молочные, тыс. усл. банок		2280,0	-	-	-

Импорт масла сливочного и сыров в 2015 г. по отношению к 2000 г. увеличился на 106,5 и 35,7% соответственно. По отношению к 2014 г. в 2015 г. наблюдается снижение импорта в Новосибирскую область молока жидкого обработанного на 85,3%, творога и творожных продуктов – на

21,6, молока и сливок в твердых формах – на 5,1%. Также можно отметить рост импорта сливок, кисло-молочных продуктов, сметаны, масла сливочного, сыра и сырных продуктов (табл. 4). Одним из основных импортеров в регион является Алтайский край.

Таблица 4

Импорт молочных продуктов в Новосибирской области, т  
Import of dairy products in Novosibirsk region

Продукция	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в% к 2014 г.
Молоко жидкое обработанное	-	4899,1	19336,6	2842,4	14,7
Сливки	-	-	1170,8	1505,4	128,6
Продукты кисло-молочные	-	-	5998,3	6654,8	110,9
Молоко порошковое		2832,9	-	-	-
Сметана	-	-	2447,7	4317,7	176,4
Творог и творожные продукты	-	-	2775,1	2174,6	78,4
Молоко и сливки в твердых формах	-	-	3022,2	2868,6	94,9
Масло сливочное	387	1319,4	1032,4	2132,3	206,5
Сыры и продукты сырные	1144	5166,6	7135,1	9685,8	135,7
Консервы молочные, тыс. усл. банок	-	18916,4	24095,6	20166,2	83,7

С целью определения сальдо экспорта и импорта проанализируем имеющиеся данные по молочным продуктам при пересчете на молоко (используя коэффициенты пересчета [12]) (табл. 5, 6).

По результатам табл. 5 и 6, в 2015 г. по отношению к 2000 г. по представленным молочным продуктам в целом можно отметить рост экспорта в 2,6, а импорта – в 5,3 раза. Объем экспорта молочной продукции в пересчете на

молоко ниже объема импорта на 116,2 тыс. т. Это связано со снижением производства молока и с ростом спроса на молочную продукцию со стороны населения региона.

Таблица 5

**Экспорт молочных продуктов в пересчете на молоко в Новосибирской области, т**  
**Export of dairy products in recalculation on milk in the Novosibirsk region, t**

Продукция	Коэффициент пересчета	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в% к 2014 г.
Молоко жидкое обработанное	0,92	-	34936	14517,4	9738,3	67,1
Сливки	2,7	-	-	1202,0	556,5	46,3
Продукты кисло-молочные	-	-	-	3017,0	3028,8	100,4
Сметана	5,3	-	-	6009,1	7421,1	123,5
Творог и творожные продукты	3,7	-	-	1184,4	1504,8	127,1
Молоко и сливки в твердых формах	1	-	-	6427,9	6759,0	105,2
Масло сливочное	21,9	1576,8		65424,1	76266,8	116,6
Сыры и продукты сырные	8,2	1098,8	1483,4	2575,6	2408,3	93,5
Консервы молочные, тыс. усл. банок	-	-	5700,0	-	-	-
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	-	42	42,1	100,4	107,7	107,3

Таблица 6

**Импорт молочных продуктов в пересчете на молоко в Новосибирской области, т**  
**Export of dairy products in conversion to milk in Novosibirsk region**

Продукция	Коэффициент пересчета	2000 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. в% к 2014 г.
Молоко жидкое обработанное	0,92	-	4507,2	17789,7	2615,0	14,7
Сливки	2,7	-	-	3161,2	4064,6	128,6
Продукты кисло-молочные	-	-	-	6178,2	6854,4	110,9
Сметана	5,3	-	-	12972,8	22883,8	176,4
Творог и творожные продукты	3,7	-	-	10267,9	8046,0	78,4
Молоко и сливки в твердых формах	1	-	-	3022,2	2868,6	94,9
Масло сливочное	21,9	8475,3	28894,9	22609,6	46697,4	206,5
Сыры и продукты сырные	8,2	9380,8	42366,1	58507,8	79423,6	135,7
Консервы молочные, тыс. усл. банок	-	-	47291,0	60239,0	50415,5	83,7
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	-	42	123,1	194,7	223,9	115,0

По результатам табл. 5 и 6, в 2015 г. по отношению к 2000 г. по представленным молочным продуктам в целом можно отметить рост экспорта в 2,6, а импорта – в 5,3 раза. Объем экспорта молочной продукции в пересчете на молоко ниже объема импорта на 116,2 тыс. т. Это связано со снижением производства молока и с ростом спроса на молочную продукцию со стороны населения региона.

Положительно сальдо экспорта и импорта по молочным продуктам (превышение экспорта над импортом) в 2014 г. отмечено по молоку, сливкам в твердых формах, а также по маслу

сливочному. В 2015 г. положительное сальдо сформировалось по молоку жидкому обработанному (табл. 7). По остальным продуктам сальдо отрицательное, т.е. в регионе ощущается недостаток производства молочных продуктов, что, как отмечалось выше, связано с уменьшением производства сырья для молочной промышленности – сырого молока.

В 2015 г. по отношению к 2014 г. сальдо экспорта и импорта молочных продуктов снизилось по молоку, творогу и творожным продуктам, молочным консервам (см. табл. 7).

Рост импорта молочных продуктов отразился на уровне потребления, способствовал поддержанию спроса, тем не менее

уровень потребления на душу населения в 2015 г. по отношению к 2014 г. снизился на 3 кг, или на 1,1 %.

Таблица 7

Сальдо экспорта и импорта молочным продуктам в 2014–2015 гг. по Новосибирской области, т  
Balance between export and import of dairy products in 2014-2015 in Novosibirsk region

Продукция	2014 г.	2015 г.	2015 г. к 2014 г. (+, -)
Молоко жидкое обработанное	-3556,8	7742,7	11299,5
Сливки	-725,6	-1299,3	-573,7
Продукты кисло-молочные	-3069,2	-3714,2	-645
Сметана	-1313,9	-2917,5	-1603,6
Творог и творожные продукты	-2455	-1767,9	687,1
Молоко и сливки в твердых формах	3405,7	3890,4	484,7
Масло сливочное	1955	1350,2	-604,8
Сыры и продукты сырные	-6821	-9392,1	-2571,1
Консервы молочные, тыс. усл. банок	-24095,6	-20166,2	3929,4
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), тыс. т	-94,3	-116,2	-21,9

На уровень потребления молочных продуктов в определенной степени влияет структура стоимости продовольственных товаров, входящих в набор потребительских товаров и услуг. На основании данных статистических сборников «цены в России» [2, 13–17] составлена табл. 8. Цены представлены в целом по Российской Федерации, тем не менее по регионам показатели отличаются незначительно, поэтому, по нашему мнению, их можно использовать для характеристики региона. Также следует отметить, что в 2000 г. в составе товаров не представлена алкогольная продукция. Поэтому данные за 2000 г. приведем справочно, а изменения проанализируем по отношению к 2005 и 2014 гг.

По данным табл. 8, в 2015 г. по отношению к 2005 г. в структуре продовольственных товаров, входящих в состав фиксированного набора потребительских товаров и услуг, можно отметить рост доли молочных продуктов с 16,2 до 18,6%. Это произошло за счет изменения цен на продукты. Доля мясопродуктов, плодов и овощей уменьшилась с 28,5 до 25,9 и с 12,5 до 10,1 % соответственно, рост доли алкогольных напитков – с 7,5 до 10,4%. Доли рыбопродуктов, сахара, масла, хлеба крупы и макаронных изделий, а также прочих товаров в структуре изменились незначительно.

Таблица 8

Структура продовольственных товаров, входящих в фиксированный набор потребительских товаров и услуг в расчете на месяц, %

The monthly structure of food products included into consumer goods and services basket, %

Товары	2000 г.*	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. (+, -) к	
						2005 г.	2014 г.
Мясопродукты	20,2	28,5	24,8	25,8	25,9	-2,6	0,1
Рыбопродукты	4,9	4,2	3,3	3,4	3,9	-0,3	0,5
Масло и жир	5,3	3,7	4,1	3,8	4,3	0,6	0,5
Молоко и молочные продукты	16,2	17,2	17,9	18,4	18,6	1,4	0,2
Сахар	3,5	4,0	4,5	3,6	3,9	-0,1	0,3
Хлеб, крупы и макаронные изделия	22,7	15,9	16,5	15,3	16,0	0,1	0,7
Алкогольные напитки	-	7,5	6,3	11,1	10,4	2,9	-1,9
Плоды и овощи	19,7	12,5	16,4	12,0	10,1	-2,4	-0,7
Прочие продовольственные товары	7,5	6,5	6,2	6,6	6,9	0,4	0,3

\* Данные приведены справочно.

Выше нами было отмечено влияние на уровень душевого потребления динамики численности населения региона, объемов производства молока и молочных продуктов, уровня экспорта и импорта, других факторов.

В табл. 9 рассмотрим изменение покупательной способности среднедушевых денежных доходов населения (в пересчете на продукты питания населения). Данный фактор также необходимо учитывать при планировании и производстве молочных продуктов.

Из табл. 9 следует, что в 2015 г. по отношению к 2000 и 2005 гг. покупательная способность среднедушевых денежных доходов

населения в пересчете на сыры, масло сливочное увеличилась более чем в 2 раза – в 2,7 и 2,3 раза соответственно. В пересчете на молоко питьевое рост составил 86,6, на творог – 57,5%. Это связано с ростом доходов населения по отношению к росту цен на молочные продукты.

В 2015 г. по отношению к 2005 г. наблюдается незначительное изменение покупательной способности в пересчете на молочные продукты, а к предыдущему году отмечено снижение. Это может быть связано как со снижением среднедушевых денежных доходов, так и с ростом цен на молочную продукцию.

Таблица 9

**Покупательная способность среднедушевых денежных доходов населения в пересчете на продукты питания, кг в месяц**  
**Buying capacity of people average incomes in conversion to the food products, kg per a month**

Товары	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г. (+, –) к		
						2000 г.	2005 г.	2014 г.
Говядина (кроме бескостного мяса)	47,9	73,2	99,9	108,8	98,0	204,6	133,9	90,1
Масло сливочное	34,1	81,1	88,8	82,1	78,0	228,7	96,2	95,0
Молоко питьевое, л	300,3	533,0	546,5	570,3	560,5	186,6	105,2	98,3
Творог	74,3	116,8	131,1	123,6	117,0	157,5	100,2	94,7
Сыры сычужные твердые и мягкие	27,1	59,2	77,4	79,1	72,8	268,6	123,0	92,0

Снижение объемов производства молока способствует снижению загруженности производственных мощностей молокоперерабатывающих предприятий, снижает рентабельность их работы и массу прибыли, что усиливает противоречия между субъектами молочно-продуктового подкомплекса – организациями сфер производства молока, его переработки и реализации молочной продук-

ции. Эти и другие факторы оказывают влияние на эффективность производства и реализации молочной продукции.

В табл. 10, 11 рассмотрим изменение доли прибыли в структуре розничных цен питьевого цельного пастеризованного молока 2,5–3,2% жирности и сметаны 15–20%-й. Оборот сферы обращения в таблицах включает НДС, исчисленный организацией розничной торговли

Таблица 10

**Структура розничной цены питьевого цельного пастеризованного молока жирностью 2,5–3,2%, %**  
**The structure of retail price for whole-milk 2,5-3,2%, %**

Год	Стоимость сырья и основных материалов	Расходы на производство, включая коммерческие расходы	Полная себестоимость единицы продукции	Фактическая прибыль, убыток (-)	НДС, акциз и другие виды налогов	Оборот сферы обращения
2000	41,5	26,3	67,8	2,1	6,9	23,2
2009	42,1	25,6	67,7	2,2	7,0	22,7
2011	43,55	26,98	70,53	3,82	6,90	18,21
2015	43,60	23,64	67,24	4,12	6,29	22,04
2015 г. к 2000 г., (+, –)	2,1	-2,66	-0,56	2,02	-0,61	-1,16
2015 г. к 2011 г., (+, –)	0,05	-3,34	-3,29	0,3	-0,61	3,83

Структура розничной цены сметаны 15–20 % жирности, %  
The structure of retail price for sour-cream 15-20% of fat %

Год	Стоимость сырья и основных материалов	Расходы на производство, включая коммерческие расходы	Полная себестоимость единицы продукции	Фактическая прибыль, убыток (-)	НДС, акциз и другие виды налогов	Оборот сферы обращения
2000	51,4	23,2	74,6	+2,4	7,4	15,6
2009	42,3	22,8	65,1	2,4	6,5	25,8
2011	43,21	23,86	67,07	4,63	6,78	21,25
2015	43,76	24,07	67,83	7,35	6,92	17,57
2015 г. к 2000 г. (+, -)	-7,64	0,87	-6,77	4,95	-0,48	1,97
2015 г. к 2011 г. (+, -)	0,55	0,21	0,76	2,72	0,14	-3,68

В структуре розничной цены молока за период с 2000 по 2015 г. наблюдается увеличение доли стоимости сырья при снижении расходов на производство и рост доли прибыли.

В структуре розничной цены сметаны можно отметить рост доли прибыли за счет снижения уровня затрат на сырье.

Доля оборота сферы обращения в структуре розничной цены молока снижается, а в структуре сметаны – увеличивается.

В целом анализ структуры розничных молочных продуктов – питьевого цельного пастеризованного молока 2,5–3,2% жирности и сметаны 15–20% -й показывает рост эффективности производства молочных продуктов.

### ВЫВОДЫ

1. За анализируемый период с 2000 по 2015 г. в Новосибирской области душевое потребление молочных продуктов увеличилось на 2,5% – с 275 до 282 кг, численность населения выросла на 1,3% а производство молока снизилось на 28,2%. По отношению к нормативу душевое потребление в 2015 г. составило 82,9%.

2. Производство цельномолочной продукции в Новосибирской области сократи-

лось на 11,2%, масла сливочного и масляных паст – на 52,2%. Производство сыров и сырных продуктов увеличилось на 74,1%. По отношению к 2014 г. тенденция в изменении производства молочных продуктов сохранилась.

3. В 2015 г. по отношению к 2000 г. покупательная способность среднедушевых денежных доходов населения в пересчете на сыры, масло сливочное увеличились в 2,7 и 2,3 раза соответственно. Рост спроса на молочную продукцию способствовал изменению состава фиксированного набора потребительских товаров и услуг. Доля молочных продуктов в нем увеличилась с 16,2 до 18,6%. Снижение производства молочных продуктов и рост покупательского спроса в регионе привели к росту импорта молочных продуктов. Рост объемов импорта превысил объемы экспорта на 116,2 тыс. т.

4. В структуре розничной цены молока цельного пастеризованного за анализируемый период наблюдается увеличение доли стоимости сырья, снижение расходов на производство и рост доли прибыли. В структуре розничной цены сметаны доля прибыли увеличилась за счет снижения уровня затрат на сырье.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Информация* об итогах работы пищевой и перерабатывающей промышленности Новосибирской области за 2015 год [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcx.nso.ru/>.
2. *Цены в России. 2002*: стат. сб./Госкомстат России. – М., 2002. – 171 с.

3. *Приказ* Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 02.08.2010 № 593н «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания» [Электрон. ресурс] // Гарант.ру.
4. *Информационно-образовательная программа «Три молочных продукта в день»* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://3vden.ru/> 4.
5. *Шелковников С. А., Федоров М. Н., Цой С. А.* Молочно-продуктовый подкомплекс региона – реалии и перспективы развития (на материалах Новосибирской области) // *Экономика и предпринимательство*. – № 8. – 2014. – С. 273–277.
6. *Производство* важнейших видов продукции в Новосибирской области в 2010–2014 г.г.  
1) *Производство и динамика* важнейших видов продукции [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: – [http://novosibstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/novosibstat/resources.pdf](http://novosibstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/novosibstat/resources.pdf).
7. *О ввозе* потребительских товаров и товаров производственно-технического назначения на территорию Новосибирской области за 2014 год: стат. бюл. / Территориал. орган Федерал. службы гос. статистики по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2015.
8. *О ввозе* потребительских товаров и товаров производственно-технического назначения на территорию Новосибирской области за 2015 год: стат. бюл. / Территориал. орган Федерал. службы гос. статистики по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2016.
9. *О вывозе* потребительских товаров и товаров производственно-технического назначения из Новосибирской области в 2010 году: стат. бюл. / Территориал. орган Федерал. службы гос. статистики по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2011.
10. *О вывозе* продукции и товаров из Новосибирской области в 2014 году: стат. бюл. / Территориал. орган Федерал. службы гос. статистики по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2015.
11. *О вывозе* продукции и товаров из Новосибирской области в 2015 году: стат. бюл. / Территориал. орган Федерал. службы гос. статистики по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2016.
12. *Коэффициенты* пересчета продуктов питания в первичный продукт [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/79/484/37523.php>.
13. *Цены в России. 2006*: стат. сб./ Росстат. – М., 2006. – 190 с.
14. *Цены в России. 2010*: стат. сб./ Росстат. – М., 2010. – 206 с.
15. *Цены в России. 2012*: стат. сб./ Росстат. – М., 2012. – 209 с.
16. *Цены в России. 2016*: стат. сб./ Росстат. – М., 2016. – 151 с.
17. *Шелковников С. А., Федоров М. Н., Цой С. А.* Молочно-продуктовый подкомплекс региона – приоритетные направления развития // *Вестн. алт. науки*. – 2015. – № 3,4 (25,26). – С. 577–581.

## REFERENCES

1. *Informatsiya ob itogakh raboty pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti Novosibirskoi oblasti za 2015 god*. Available at: <http://www.mcx.nso.ru/>
2. *Tseny v Rossii*. 2002: stat. sb. Goskomstat Rossii, Mosow, 2002, 171 p.
3. *Приказ* Ministerstva zdravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya RF ot 02.08.2010 № 593n (*Ob utverzhdenii rekomendatsii po ratsional'nym normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchim sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya*)
4. *Информационно-образовательная программа (Три молочных продукта в день)*, Available at: <http://3vden.ru/> 4.
5. *Shelkovnikov S. A., Fedorov M. N., Tsoi S. A. Ekonomika i predprinimatel'stvo*, No. 8, 2014, pp. 273–277 (In Russ.)
6. *Производство важнейших видов продукции в Новосибирской области в 2010–2014*, *Производство и динамика важнейших видов продукции*, Available at: – [http://novosibstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/novosibstat/resources.pdf](http://novosibstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/novosibstat/resources.pdf)
7. *О ввозе потребител'sких товаров и товаров производственно-технического назначения на территорию Новосибирской области за 2014 год*: stat. byul., Territorial. organ Federal. sluzhby gos. statistiki po Novosib. obl., Novosibirsk, 2015.

8. *O vvoze potrebitel'skikh tovarov i tovarov proizvodstvenno-tekhnicheskogo naznacheniya na territoriyu Novosibirskoi oblasti za 2015 god*: stat. byul., Territorial. organ Federal. sluzhby gos. statistiki po Novosib. Obl, Novosibirsk, 2016.
9. *O vyvoze potrebitel'skikh tovarov i tovarov proizvodstvenno-tekhnicheskogo naznacheniya iz Novosibirskoi oblasti v 2010 godu*: stat. byul., Territorial. organ Federal. sluzhby gos. statistiki po Novosib. obl., Novosibirsk, 2011.
10. *O vyvoze produktsii i tovarov iz Novosibirskoi oblasti v 2014 godu*: statisticheskii byulleten», Territorial. organ Federal. sluzhby gos. statistiki po Novosib. obl., Novosibirsk, 2015.
11. *O vyvoze produktsii i tovarov iz Novosibirskoi oblasti v 2015 godu*: stat. byul., Territorial. organ Federal. sluzhby gos. statistiki po Novosib. obl., Novosibirsk, 2016.
12. *Koeffitsienty perescheta produktov pitaniya v pervichnyi produkt*, Available at: <http://pandia.ru/text/79/484/37523.php>
13. *Tseny v Rossii. 2006*: stat. sb., Moscow: Rosstat, 2006, 190 p.
14. *Tseny v Rossii. 2010*: stat. sb., Moscow: Rosstat, 2010, 206 p.
15. *Tseny v Rossii. 2012*: stat. sb., Moscow: Rosstat, 2012, 209 p.
16. *Tseny v Rossii. 2016*: stat. sb., Moscow: Rosstat, 2016, 151 p.
17. Shelkovnikov S.A., Fedorov M.N., Tsoi S.A. *Vestn. Alt. nauki.*, 2015, No. 3,4 (25,26), pp. 577–581 (In Russ.)

**ЭКОЛОГИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ БИЗНЕСА В СФЕРЕ АПК**

**Е. А. Красноперова**, кандидат биологических наук, доцент

Южно-Уральский государственный  
аграрный университет, Троицк, Россия

E-mail: EA.G@mail.ru

*Ключевые слова:* экология, качество продовольственного сырья, социальная среда, социальные проблемы АПК

*Реферат. Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве вносит кардинальные изменения в сложившиеся технологии. Целью получения новых знаний и доведения полученных результатов исследований до практического применения является повышение эффективности, т.е. сокращение затрат общественного труда и других элементов на единицу продукции, рост продуктивности земли и скота, обеспечение продовольственной независимости, создание фондов продовольствия для экспортных целей, обеспечение благоприятных условий для труда и условий проживания, увеличение общей продолжительности жизни и трудоспособного возраста и др. В статье излагаются данные, характеризующие экологические, организационно-экономические и социальные аспекты качества сельскохозяйственного сырья и продуктов питания. Результаты исследований показали, что социальная ответственность в сфере АПК и сельского хозяйства является одним из важнейших направлений рыночной экономики и может проявляться в первую очередь в качестве продуктов питания. Необходимо отметить, что во многих случаях качество продуктов по сравнению с периодом плановой экономики не улучшилось, а даже ухудшилось. Таким образом, целесообразно сделать выводы о необходимости государственной программы регулирования качества продовольствия, где должны приниматься меры по сглаживанию, сближению уровня доходов через повышение оплаты труда наемных работников и бюджетной сферы, а также меры по стимулированию трудовой активности жителей села, направленные на поощрение мелких и средних товаропроизводителей на селе.*

**ECOLOGY AND SOCIAL BUSINESS RESPONSIBILITY IN AGRIBUSINESS**

**Krasnoperova E.A.**, Candidate of Biology, Associate Professor

**South-Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia**

*Key words:* ecology, quality of raw materials, social environment, social problems of agribusiness.

*Abstract. Technological progress in agriculture makes strong changes in the technologies. New knowledge and practical application of research progress result in efficiency increasing that is costs reduction of social labour and other elements pro a unit of production, productivity growth of land and cattle, food sovereignty, creation of food reserves for export, favourable conditions for labour and living, increase in lifetime and employable age. The paper reveals the data characterizing environmental, organizational, economic, and social aspects of agricultural raw materials and food products. The research results show that social responsibility in agribusiness and agriculture is one of the important direction of market economy that can be reflected in the quality of food products. The author points out that food products quality was worse in many cases in comparison with that in planned economy. Thus, the author makes conclusion about necessity of a state program, which regulates food quality and takes measures on income convergence through higher salaries of employees from business sector and state-financed sphere. The author also speaks about necessary measures on stimulating small and middle agricultural producers in rural areas and their labour activity.*

В современных условиях, когда экономика страны переживает нелегкие времена, самое время напомнить о взаимной ответственности бизнеса, общества и государства.

Прежде всего, определимся с содержанием понятия социальной ответственности. В общем виде под социальной ответственностью следует понимать систему государственных и общественных мер, направленных на поддержание тех общественных групп и слоев населения, которые по разным причинам и обстоятельствам оказались в трудном материальном положении, страдают от перипетий рыночной экономики и не в состоянии самостоятельно улучшить ведение собственного домашнего хозяйства [1, 2].

Это особенно важно в период формирования цивилизованных рыночных отношений. Упование на то, что рынок как саморегулирующая система сможет самостоятельно отрегулировать государственные, имущественные и общественные отношения, оказалось несостоятельным.

Когда основным законом развития экономики становится цель обогащения всеми доступными правовыми способами, т.е. максимализация прибыли, бизнесу нет дела до обездоленных групп и слоев населения. В силу этого роль государственной власти как регулятора общественных отношений только возрастает. Ведь даже сейчас многие успешные бизнесмены задумываются: а что дальше? Они добились того, чего хотели: приобрели состояние, уважение в обществе, все отлажено. Но далеко не все из них находят верный путь дальнейшего развития.

Социальная ответственность бизнеса – явление многоплановое и меняющееся в зависимости от пространства и времени. Человек должен иметь возможности удовлетворять не только первичные потребности (в пище, жилье и продолжении рода), но и более высокие социальные (безопасность работы и жизни в целом, общественное признание его как работника и человека), создание условий для построения своей деловой карьеры и реализации себя как личности), политические (участвовать в политической жизни страны,

избирать и быть избранным в органы государственной власти и общественные органы) и др.

Разумеется, в развитых странах с рыночной экономикой возможностей гораздо больше, а спектр их шире. Социальная ответственность бизнеса в таких странах не идет ни в какое сравнение с государствами, где только формируются рыночные отношения, где национальный доход на душу населения на порядок ниже. Тем не менее проблема социальной ответственности стоит перед всеми странами, различаются только объем требований, предъявляемых к бизнесу, и его возможности [3–5].

Сельхозпредприятия, фермерские и личные подсобные хозяйства не имеют возможности перейти на промышленное ведение животноводства. Их продукция и сырье в лучшую сторону отличается от продукции комплексов и птицефабрик и продается по более высоким ценам, но в силу высоких затрат труда, кормовых и иных ресурсов на единицу продукции эти производители неконкурентоспособны.

Мелкие сельхозтоваропроизводители не могут быть клиентами торговых сетей по ряду обстоятельств. Во-первых, торговым сетям нужны крупные поставщики однородной, подготовленной к реализации продукции, работающие на основе хозяйственных договоров. Мелкие и средние производители не в состоянии выполнить требования торговых сетей: у них нет таких больших партий скота, чтобы выполнять сроки поставок; нет оборудования для подготовки продукции на реализацию, нет соответствующих специалистов по маркетингу. Во-вторых, торговые сети отчетливо сознают, что если такая продукция попадает на их прилавок, потребители будут находиться в постоянном ожидании и надежде приобрести ее еще и еще. Основная же часть товара будет без движения. Конечно, владельцы торговых сетей на это не пойдут, это не их клиент. Доходит до курьеза: топ-менеджеры одной из торговых сетей приезжают в сельхозпредприятия, чтобы купить для личного потребления свинину и говядину.

Проблему реализации можно было бы решить, если бы сохранились и функционировали перерабатывающие торговые предприятия потребительской кооперации. Ведь последняя и создавалась, чтобы помочь мелким производителям с реализацией выращенной продукции. Однако вопреки всем канонам перерабатывающие торговые предприятия оказались в собственности частных лиц. Они либо прекратили свою деятельность, либо занялись выполнением несвойственных им функций (организация праздников, дискотек и т.п.). Полагаем, что в интересах населения региона местные власти могли бы помочь в решении этой проблемы. Частично в данном направлении что-то предпринимается [6]. Например, устраивают осенние ярмарки по распродаже сельхозпродукции, приглашая фермеров, крестьян, сельхозпроизводителей, предоставляя им торговые места и услуги. Однако это делается редко, от случая к случаю, постоянных торговых точек нет (за исключением районных и зональных рынков). Многие крестьяне умеют выращивать овощи, фрукты, скот на мясо, но не умеют торговать. Вот здесь и нужно кооперирование фермерских хозяйств и СХП по строительству или аренде торговых мест. Задача местных органов власти – помочь с выделением земельного участка, оказывать юридическую помощь, по возможности прогнозировать объемы, сроки продаж и цены на региональных рынках [7].

Социальное партнерство между государством, бизнесом и населением может осуществляться в разных сферах: экономической, социальной, экологической и иных. В экономической сфере это проявляется в росте доходов домашних хозяйств. Работающий человек, ведущий здоровый образ жизни, не должен быть бедным. Доход членов семьи (домашнего хозяйства) должен обеспечивать семье нормальные условия проживания, его должно хватать на питание, одежду, покупку (строительство или аренду) жилья, воспитание детей, занятия спортом и ежегодный от-

дых. Разрыв в оплате труда между десятью процентами высокооплачиваемых и низкооплачиваемых в развитых странах составляет 1 : 6 : 8. Это означает, что, доход высококвалифицированных руководителей и специалистов, с одной стороны, и рядовыми работниками – с другой может отличаться в 6–8 раз. В России этот разрыв, по официальным сведениям, составляет 1 : 15–18, т.е. в 2,5–3 раза выше, чем принято в странах Западной Европы.

Цель данного исследования – показать основные экологические аспекты качества сельскохозяйственного сырья и социальную ответственность бизнеса в сфере АПК.

#### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследования являются организационно-экономические процессы, характеризующие экологические и социальные аспекты качества сельскохозяйственного сырья и продуктов питания. В ходе исследований применялись экономико-статистический, абстрактно-логический и другие методы.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Мы провели социологическое обследование по 120 домашних хозяйств г. Троицка и одноименного района, результаты которого отражены в таблице.

Уровень жизни жителей города и села по ряду показателей (продолжительности жизни, обеспеченность жильем) мало отличается, но качественные показатели жилья в городе в 1,5 раза выше. То же относится и к обеспеченности дошкольными учреждениями. Различия в потреблении продуктов питания мы объясняем тем, что жители сел значительную часть продуктов получают на собственном подворье. Что же касается объема платных услуг, инвестиций и годового товарооборота, то по ним можно судить о существенной разнице в доходах городских

и сельских семей. Примечательно, что мы исследовали положение горожан не областного центра, а районного города с населением менее 90 тыс.

Другая составляющая экономической среды социального партнерства – оказание материальной помощи малообеспеченным и многодетным семьям. Таковую помощь

в 2014 г. получили 650 семей Челябинской области на сумму 53,0 млн руб. Заметим, что такая помощь не должна быть разовой, а носить регулярный характер, т.е. не по заявлению, а по обследованию местными администрациями, ибо эта помощь идет на оплату топлива, приобретение учебных пособий и одежды детей и т.п.

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей экономической инфраструктуры (2014–2015 гг.)  
Comparative characteristics of economic infrastructure indexes (2014-2015)

Показатели	Село	Город
Население в трудоспособном возрасте, %	57	60
Население старше трудоспособного возраста, %	19	22
Средняя площадь жилья на 1 чел., м <sup>2</sup>	19,3	18,8
Жилье с центральным отоплением, %	56	93
Жилье с водопроводом, %	47	79
Обеспеченность детей дошкольными учреждениями, %	42,8	639
Потребление продуктов питания в месяц, руб/чел.	593	1284
Годовой оборот розничной торговли, руб/чел.	5096	6883
Инвестиции в основной капитал в год, руб/чел.	2287	3816
Объем платных услуг, руб/чел.	1034	7896

Экология производства, переработки и потребления сельскохозяйственного сырья является составной частью продовольственной безопасности страны, формирует ее независимость.

В концепции продовольственной безопасности, как известно, ставится задача достичь норм душевого потребления продуктов питания норм, рекомендуемых Институтом питания РАН. Нам такой подход представляется слишком упрощенным. Достижение количественных показателей потребления продуктов питания не должно быть самоцелью и целью. Не менее, а может быть, более сложной является проблема доступности и качества продуктов питания. Речь не идет о том, что все без исключения продукты питания должны быть доступны всем и каждому. Люди с высоким достатком могут чаще потреблять высококачественные продукты, которые по цене могут оказаться не под силу людям с низким и даже средним достатком. Это нормальное явление. Но при этом все без исключения продукты должны быть безопасны при их потреблении.

В 90-х годах многие полагали, что качество отечественных продуктов является низким. Отсутствие рекламы, надлежащей

упаковки и соответствующего обслуживания оценивалось как низкое качество и плохая конкурентоспособность продукции наших пищевых отраслей. Отрезвление от этих красиво упакованных товаров наступило быстро. Достаточно вспомнить знаменитые «ножки Буша», которые, как оказалось, были нашпигованы стимуляторами роста. То же самое относится к импортной свинине и говядине, которые хранились в зарубежных стратегических холодильниках 5–8 лет, а иногда и дольше. Естественно, что пищевкусовые достоинства таких продуктов были значительно ниже [8, 9].

В последнее время интерес к импортному сырью и товарам резко упал, в том числе и по причине объявления России экономических санкций. Замещение импортных продуктов отечественными идет достаточно быстрыми темпами. За один 2015 г. производство сыров у нас увеличилось в 22 раза, колбасных изделий – почти в 2 раза, но такой прирост был в ущерб качеству. Например, по данным Россельхознадзора, около половины российского сыра оказалось фальсифицированным, т.е. не отвечающим заявленным пищевкусовым характеристикам. В качестве сырья для выработки сыра и сливоч-

ного масла применялось сухое обезжиренное молоко, пальмовое масло [10–12].

Для выработки колбасных изделий используют шкуру животных, хрящи, т.е. то, что ранее считалось отходами переработки. Дошло то того, что на законодательном уровне к мясосодержащим продуктам отнесены товары, где содержание мяса составляет 5%. Это имеет место не только в отношении продуктов животного происхождения, но и растительных. Повсеместно отмечается снижение качества хлеба, овощей, фруктов. Мукомолы вышли с законодательной инициативой признать муку, полученную из размола фуражного зерна (зерна третьего класса), хлебопекарной. Овощи перенасыщены нитратами и нитритами, фрукты небезопасны из-за многократных обработок химическими средствами против всевозможных вредителей.

Мы разделяем точку зрения многих авторов, что продукция животноводства, полученная на основе промышленных технологий, не в лучшую сторону отличается от продукции традиционных технологий. Однако это вовсе не означает, что следует отказаться от их использования. Этот продовольственный товар нашел своего покупателя среди лиц со средними и низкими душевыми доходами. Он более доступен по цене, хотя ради справедливости надо сказать, это соблюдается не всегда. Например, с падением курса рубля цены продолжают расти, хотя это не сопровождается ростом оплаты труда персонала. Производители используют ресурсы, приобретенные заранее. Это показатель низкой ответственности бизнеса, когда вся тяжесть кризисной ситуации перекладывается на конечного потребителя. Но все-таки, повторим, их продукция рассчитана не на лиц с высокими доходами.

По утверждению ряда социологов и политологов, оказание благотворительной помощи позволяет судить об уровне развития общества. Общество, в котором его члены сопереживают трудностям отдельных людей и готовы оказать им посильную помощь, формирует патриотов. Надо помогать ветеранам, помнить об их героическом труде, о котором

часто забывают, а ведь это и есть реальная, а не показная благотворительность [13].

Таким образом, экологическая составляющая социального партнерства проявляется в совместном поддержании порядка в местах проживания: посадка деревьев и кустарников, благоустройство мест отдыха, забота о сохранении и чистоте родников, о земле-кормилице и чистом воздухе. В отношении земли речь должна идти не только о системе обработки почвы, сколько о сохранении и поддержании среды обитания человека: водных источников, леса и т.п. Надо переходить на ландшафтный тип природопользования, ведь не столько земля, но и вся среда обитания влияет на жизнь, здоровье и долголетие. Создание такой сферы жизни – не мечта, а реальность. К такому выводу начинают приходить жители мегаполисов, переселяющиеся в малонаселенные места на постоянное место жительства [14–16].

## ВЫВОДЫ

1. Социальная ответственность бизнеса является одним из важнейших направлений развития рыночной экономики, но в нашей стране она только начинает формироваться.

2. Социальная ответственность в сфере АПК и сельского хозяйства проявляется в первую очередь в качестве продуктов питания. Переход экономики на рыночные рельсы автоматически не ведет к улучшению качества продуктов. Приходится констатировать, что во многих случаях качество продуктов по сравнению с периодом плановой экономики не улучшилось, а даже ухудшилось.

3. В последние годы обострилась проблема расслоения общества по объему доходов на душу населения. Следовательно, должны приниматься меры по сглаживанию, сближению уровня доходов через повышение оплаты труда наемных работников и бюджетной сферы, введение прогрессивного налога на доходы и т.п.

4. Меры по стимулированию трудовой активности жителей села должны согласовываться с политикой государства и местных органов власти и быть направлены на поощрение мелких и средних товаропроизводителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красноперова Е.А. Обеспечению продовольственной безопасности – комплексной подход // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2015. – № 4. – С. 29–35.
2. Никитина З.В. Экологизация сельскохозяйственного производства как фактор его устойчивого развития // Аграр. вестн. Урала. – 2008. – № 9. – С. 92–95.
3. Анисимов А.В. Бренд антикризисной экономики: хозрасчет // Мясная индустрия. – 2016. – № 4. – С. 42–43.
4. Бородин К.Г. Аграрный сектор в России в условиях санкций: некоторые общие и частные оценки // Экономика с.-х. и перераб. предпр. – 2016. – № 3. – С. 14–22.
5. Красноперова Е.А. Методологические аспекты экологизации аграрного производства // Аграрная наука. – 2016. – № 3. – С. 2–5.
6. Иванова В.Н. Основные направления реализации стратегии национальной безопасности в сфере продовольственной независимости России // Пищевая промышленность. – 2016. – № 4. – С. 40–43.
7. Лозинский С.Р. Регулирование инновационного процесса в АПК региона // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 2. – С. 178–183.
8. Красноперова Е.А. Анализ состояния и перспективы развития молочного скотоводства Челябинской области // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2016. – № 7. – С. 5–11.
9. Розенталь О. Кризис – время оценки соответствия // Контроль качества продукции. – 2016. – № 4. – С. 18–22.
10. Андронов А.В. Трансизомеры: угрозы и перспективы // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 3. – С. 94–95.
11. Богданов Н.А. Многолетняя изменчивость эколого-гигиенического состояния земель: металлы в почвогрунте окрестностей Астраханского газового комплекса // Гигиена и санитария. – 2016. – № 2. – С. 144–149.
12. Куликов И. Продовольственная безопасность в сфере производства и потребления плодоовощной продукции // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 2. – С. 4–16.
13. Розенталь О. Принципы консенсуса – фактор развития или торможения инноваций? // Стандарты и качество. – 2016. – № 3 (945). – С. 40–42.
14. Варламов А.А. Управление земельными ресурсами. – М.: Колос, 2004. – 521 с.
15. Зекцер И., Четверикова А. Пресные подземные воды на службе населения // Наука и жизнь. – 2016. – № 3. – С. 50–55.
16. Красноперова Е.А. Мясное скотоводство Челябинской области: потенциал и перспективы // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2014. – № 3. – С. 3–10.

REFERENCES

1. Krasnoperova E.A. *Kormlenie s. – kh. zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2015, No. 4, pp. 29–35. (In Russ.)
2. Nikitina Z.V. *Agrar. vestn. Urala*, 2008, No. 9, pp. 92–95. (In Russ.)
3. Anisimov A.V. *Myasnaya industriya*, 2016, No. 4, pp. 42–43. (In Russ.)
4. Borodin A.V. *Ekonomika s. – kh. i pererab. predpriyatii* 2016, No. 3 (95), pp. 14–22. (In Russ.)
5. Krasnoperova E.A. *Agrarnaya nauka*, 2016, No. 3, pp. 2–5. (In Russ.)
6. Ivanova V.N. *Pishchevaya promyshlennost*, 2016, No. 4, pp. 40–43. (In Russ.)
7. Lozinsky S.R. *Vestn. NGAU*, 2016, No. 2, pp. 178–183. (In Russ.)
8. Krasnoperova E.A. *Kormlenie s. – kh. zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2016, No. 7, pp. 5–11. (In Russ.)
9. Rosental O. *Kontrol kachestva produktsii*, 2016, No. 4, pp. 18–22. (In Russ.)
10. Andronov A.V. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2016, No. 3, pp. 94–95. (In Russ.)
11. Bogdanov N.A. *Gigiena i sanitariya*, 2016, No. 2 (95), pp. 144–149. (In Russ.)
12. Kulikov I. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2016, No. 2, pp. 4–16. (In Russ.)
13. Rosental O. *Standarty i kachestvo*, 2016, No. 3 (945), pp. 40–42. (In Russ.)
14. Varlamov A.A. *Upravlenie zemel'nymi resursami* (Management of land resources), Moscow: Kolos, 2004, 521 p.
15. Zektser I.A. *Nauka i zhizn*, 2016, No. 3, pp. 50–55. (In Russ.)
16. Krasnoperova E.A. *Kormlenie s. – kh. zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2014, No. 3, pp. 3–10. (In Russ.)

**МЕСТО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В ЭКСПОРТЕ ЗЕРНА ИЗ РОССИИ**

**Я. В. Леонова**, аспирант

**Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия**

*Ключевые слова:* зерновое производство, экспорт, самообеспеченность, сельское хозяйство, товарный экспорт

*Реферат. Зерновое производство – одна из важнейших составных частей агропромышленного комплекса России, а продукция его переработки оказывает значительное влияние на обеспечение продовольственной безопасности нашей страны. Наличие значительных площадей плодородных земель и относительно благоприятных погодных условий позволяет России не только обеспечить внутренние потребности в продовольственном и фуражном зерне, но и стать крупным экспортёром зерна на мировой рынок. В статье проведен анализ объемов и динамики экспорта зерновых и зернобобовых культур как России в целом, так и Новосибирской области, что позволит определить роль последней в общем экспорте страны. В 2016 г. Россия стала крупнейшим экспортером зерна в мире, однако в структуре товарного экспорта зерно занимает небольшую часть. Зерновым и зернобобовым культурам в российском экспорте принадлежит лишь 0,9%, в которых, в свою очередь, наибольший удельный вес занимает пшеница – более 70%. Увеличение численности мирового населения и соответственно спроса на зерновые и зернобобовые культуры и продукцию их переработки позволяет России и в дальнейшем наращивать экспортные объемы. Новосибирская область – один из ключевых регионов, самообеспеченный зерном и имеющий значительный потенциал в увеличении объемов его экспорта, а также выгодное географическое положение, что может сделать его крупным экспортером зерновой продукции за Уралом. По мнению автора, одним из наиболее эффективных инструментов увеличения объема экспорта зерна может стать создание экспортных кооперативов.*

**THE PLACE OF NOVOSIBIRSK REGION IN NATIONAL GRAIN EXPORT**

**Leonova Ia. V.**, PhD-student

**Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia**

*Key words:* grain production, export, self-sufficiency, agriculture, product export.

*Abstract. Grain production is one of the cores of Russian agribusiness whereas grain-processing production significantly influences food safety in the country. Large areas of fertile land and favourable climate conditions foster Russia's fulfilment of national needs in forage grain and become a big exporter of grain to the world market. The paper analyzes the scale of export of grain and grain and bean crops in Russia and Novosibirsk region. In 2016, Russia became the biggest exporter of grain in the world whereas grain export takes small part in the national export. Grain and grain and bean crops take 0.9% in national export and mostly consists of wheat (more than 70%). Increase in global population and demand for grain and grain and bean crops and their processed production enhances Russia to increase export in future. Novosibirsk region is one of the key regions that fulfils regional needs in grain and has high capacities in increasing grain export. The region has advantageous geographical location that can make it the big exporter of grain production beyond the Urals. The author sees foundation of export cooperatives as one of the most efficient instruments of export increasing.*

Обеспечение продовольственной безопасности страны путем формирования конкурентоспособного агропромышленного комплекса является важной стратегической задачей российской

экономики. Одну из ключевых позиций в АПК традиционно занимает зерновое производство.

В настоящее время Россия является одним из наиболее крупных поставщиков зерна, ко-

тому принадлежит своя ниша на мировом рынке и важная роль в международной торговле зерном. Россия – традиционный участник мирового рынка зерна, но в различные исторические периоды ее место и роль на мировом зерновом рынке постоянно менялись. В последние годы по объемам производства зерна и его мировой торговли Россия входит в пятерку крупнейших стран мира. Экспорт зерна, как показывает мировая практика, является важной составляющей зернового рынка страны [1].

Производство зерна в значительной мере влияет на многие отрасли экономики. Выращиванием, хранением и переработкой зерна занимается около половины всех предприятий АПК. Эта отрасль сельского хозяйства обеспечивает примерно 10 млн рабочих мест в экономике страны. Рост производства зерна и стабилизация зернового рынка влекут за собой рост производства в перерабатывающей промышленности и смежных отраслях [2].

Производство зерна – это ведущая отрасль мирового агропромышленного комплекса. В последнее время наблюдается мировая тенденция уменьшения площади посевов и незначительного увеличения урожайности зерновых. Это объясняется постепенным ослаблением эффектов «зеленой революции». В США и в странах Западной Европы происходит нарушение экологического равновесия вследствие чрезмерной интенсификации. В то же время, в связи с ростом численности населения в мире, в частности в странах Азии и Африки, увеличивается спрос на зерновые и зернобобовые культуры. Таким образом, можно выделить основную тенденцию мирового зернового рынка: повышение спроса и снижение предложения [3]. Это благоприятный момент для российского экспорта зерна, так как в последние несколько лет его производство внутри страны увеличивается. Однако и тут имеются свои проблемы, которые будут рассмотрены в данной статье.

Новосибирская область является ключевым регионом России в развитии экспорта зерна. Основными странами, куда поставляются зерновые и зернобобовые культуры из Новосибирской области, являются

Китай, Монголия, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, т.е. страны Средней и Юго-Восточной Азии. В структуре экспорта данного региона преобладают такие культуры, как рапс, пшеница, лен, гречиха [4].

Однако темпы роста экспорта остаются незначительными и необходимо применение новых инструментов их увеличения. Одним из таких инструментов может стать создание экспортных кооперативов. В Новосибирской области в настоящее время планируется запустить проект по созданию такого кооператива в целях расширения экспорта в Китай.

Цель исследования – определить место Новосибирской области в экспорте зерна из России.

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследования выступает экспортный потенциал зернового рынка Новосибирской области в современных условиях.

Предметом исследования является совокупность организационно-экономических отношений, связанных с формированием и развитием экспортного потенциала российского зернового рынка на примере Новосибирской области.

При проведении исследования применялись методы системного и сравнительного анализа, абстрагирования, функционально-структурного анализа, аналитический, абстрактно-логический и экономико-статистический, а также метод графической интерпретации

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В 90-е гг. XX в. Россия производила небольшие экспортные поставки зерна, но в целом оставалась его нетто-импортером. С переходом зернового производства к рынку как регулятору отношений в продовольственном комплексе, а также снижением регулирующей роли государства произошло ухудшение основных параметров развития зерновой отрасли. Вместе с тем после 10 лет сокращения производства итоги развития АПК за последние годы позволяют говорить о появлении позитивных тенденций

и начале экономического роста в АПК. После кризиса 1998 г. производство зерновых в стране возросло, появилась заинтересованность в инвестировании в аграрный сектор (рис. 1) [5].

Валовой сбор пшеницы – основной экспортной зерновой агрокультуры – в сезоне 2016/17 г. превысил рекордные 72 млн т. Производство продовольственного зерна увеличилось с 49,4 до 52,3 млн т, но его доля снизилась с 80% в прошлом сельхозгоду до 72% в нынешнем [6].

В основном Россия экспортирует пшеницу третьего и четвертого классов. Производство пшеницы третьего класса сосредоточено в регионах Приволжья и Сибири. При этом

впервые за долгое время в основных зернопроизводящих регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов его доля составляет лишь 10–15%, как и в центральных регионах, что существенно ниже, чем в предыдущие годы. Урожай и доля пшеницы четвертого класса в 2016 г. достигли рекордного уровня – около 36,6 млн т, или 51%, при этом значителен объем зерна с низкой клейковиной. В 1,6 раза возрос сбор фуража – до 20 млн т (плюс 8 млн т). В центральных регионах доля такой пшеницы составляет 40–50%, в том числе много пророщенной. В связи с ухудшением качества собранной пшеницы происходит и сокращение ее экспорта [7].

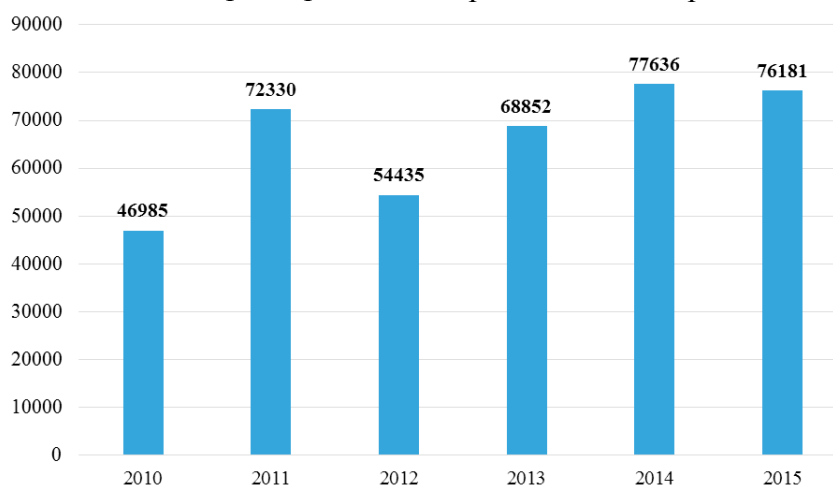


Рис. 1. Динамика валового сбора зерновых и зернобобовых культур в России  
Dynamics of gross collection of grain and grain and bean crops in Russia

Валовой сбор зерна России в 2010–2015 гг. увеличился на 62%. Максимальный уровень урожайности в 2014 г. обусловил и максимальный валовой сбор зерновых культур в этом

году – 77636 тыс. т. Минимальный валовой сбор получен в 2010 г. – 46985 тыс. т. Большой объем валового сбора зерна позволил России занять свою нишу на мировом рынке (табл. 1).

Таблица 1

Место России в экспорте товарных групп в 2013–2014 гг. (ЮНКТАД)  
The place of Russia in export of commodity groups in 2013-2014

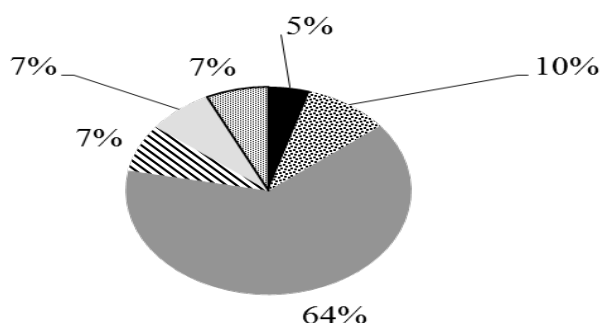
Товарная группа	Доля в российском экспорте, %	Доля в мировом экспорте, %
Все товарные группы	100,0	2,71
333 – crude petroleum, bituminous oil	32,0	10,18
334 – heavy petroleum, bituminous oil	22,0	11,22
343 – natural gas, liquefied or not	13,0	17,22
321 – coal excluding non-agglomerated	2,3	11,15
562 – manufactured fertilizer excl. crude	1,8	13,53
672 – ingots, iron steel & primary products	1,4	19,94
684 – aluminium	1,3	5,63
667 – pearls, precious & semiprecious stones	1,0	2,99
682 – copper	0,9	3,77
041 – wheat incl. spelt, meslim, unmilled	0,9	9,14
Остальные товарные группы	23,4	...

Таблица 2

Структура экспорта зерна из России, тыс. т  
The structure of grain export in Russia, thousands of tones

Культура	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. к 2014 г., %
Пшеница	22116,8	20877	25056,5	113,2
Ячмень	4006,9	5258,4	2867	71,5
Рожь	93,2	123,3	3,2	3,4
Овес	7	16,9	14,4	205,7
Кукуруза	3479,9	3677,1	5323,3	152,9
Рис	180,3	153	210,6	116,8
Гречиха	37,9	37,5	15,7	41,4
Просо	82,7	67,3	70,6	85,3
Сорго	25,5	53,3	32,9	129,0
Горох	309,7	585,9	695,5	224,5
Фасоль	0,1	0,2	0,7	700,0
Чечевица	8	6,2	15,1	188,7
Нут	310,8	326,7	240	77,2
Всего	30658,8	31182,8	34545,5	112,6

Согласно данным ЮНКТАД – конференции ООН по торговле и развитию, экспорт зерна России занимает лишь 0,9% (наравне с медью) в общем объеме товарного экспорта страны. Наибольший удельный вес в товарном экспорте принадлежит нефти и природному газу. В то же время зерно занимает 9,14% в общем мировом экспорте данной продукции. В общей сложности всем российским товарным группам принадлежит доля в мировом экспорте 2,71% [5].



- Продовольствие и сельхозсырье
- ▨ Металлы и изделия из них
- Минеральные продукты
- ▨ Химикаты
- Машины, оборудование и трансп. средства
- ▨ Прочие товары

Рис. 2. Структура товарного экспорта России в 2015 г.  
The structure of food export in Russia in 2015

Согласно данным Росстата, сумма товарного экспорта России в 2015 г. составляла 343,5 млрд долл. Продовольствие и сырье занимают 5% в общем объеме, металлы и изделия из них – 10, минеральные продукты – 64, химикаты – 7, машины, оборудование и транспортные средства – 7 (рис. 2). Таким образом, экспорту сельскохозяйственных культур принадлежит наименьшая доля в его общем объеме [8].

В 2016 г. рост экспортных поставок наблюдается по пшенице, кукурузе, рису, просу, гороху, фасоли и чечевице. Объемы экспорта ячменя, ржи, овса, гречихи, сорго, нута, напротив, снизились (табл. 2).

Наибольшую долю в экспорте зерна из России в 2016 г. занимали такие культуры, как пшеница – 72,5% в общем объеме экспорта зерна из РФ, кукуруза – 15,4, ячмень – 8,3, горох – 2,0.

Стоимость экспорта зерна из России в 2016 г. составила 5926,1 млн долл., что превышает показатели 2015 г. на 0,9%, или на 53,9 млн долл., но меньше, чем в 2014 г., на 18,3%, или на 1330,3 млн долл. В структуре стоимости экспорта зерна по виду первое место также принадлежит пшенице – 70,4%.

Новосибирская область – это один из ключевых регионов страны, обеспечивающих экспорт сельскохозяйственной продукции в целом, и зерновых и зернобобовых культур в частности (табл. 3).

Что касается животноводства, то, по данным Новосибирскстата, основные импортеры мясомолочной продукции Новосибирской области – это Монголия, Таджикистан, Узбекистан, Китай, рыбной продукции – Латвия, Дания, Германия, Таджикистан, Узбекистан, кормов – Монголия, Таджикистан, Киргизия, Узбекистан, США, Эквадор, Китай, Таиланд, Германия, сырья животного происхождения (пухо-перьевое) – Германия, Венгрия, Япония, Тайвань, Китай, яиц – Монголия и Киргизия [9].

Всего экспорт Новосибирской области в 2016 г. составил 1803849,1 тыс. долл., в том числе продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье – 78335,6 тыс. долл. США, или 4,34%.

Таблица 3

**Экспорт зерна и продуктов его переработки из Новосибирской области, т**  
**Export of grain and processed grain production from Novosibirsk region, tones**

Культура	Страна-импортер	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. к 2015 г., ±
Рапс	Китай	13544	10050	2000	-11544
	Монголия	0	55	0	0
	Латвия	1400	0	0	-1400
Лен	Китай	0	0	10310	10310
	Беларусь	0	0	342	342
	Япония	0	45	46	46
	Польша	81	40	0	-81
Пшеница	Монголия	3564	0	7225	3661
	Азербайджан	0	0	1050	1050
	Казахстан	70	3381	74	4
Гречиха	Япония	0	0	100	100
	Китай	0	240	0	0
	Литва	0	185	0	0
Овес	Монголия	0	120	258	258
	Казахстан	0	22	10	10
Ячмень	Казахстан	0	28	4	4
	Монголия	0	650	0	0
Итого		18659	14816	21419	2760

В целях развития экспорта зерна как России в целом, так и Новосибирской области, президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30 ноября 2016 г. № 11) был разработан приоритетный проект «Экспорт продукции АПК» [10], согласно которому, реализация программы развития экспортного потенциала российских производителей продукции АПК предусматривает проведение разъяснительной работы путем информирования компаний о возможностях роста (в т.ч. формах и механизмах государственной поддержки), информационно-консультационную поддержку потенциальных экспортеров, развитие компетенций в области экспортной деятельности через создание специальных учебных программ [11]. Помимо этого, предполагается содействие формированию на базе существующих кооперативных организаций, или «с нуля», экспортных кооперативов для консолидации выработанных на базе единых стандартов партий продукции малых и средних производителей и экспорта, повышения привлекательности экспортных рынков для таких производителей за счет использования эффекта масштаба. Это позволит увеличить

количество компаний, готовых поставлять продукцию на внешние рынки, что будет способствовать увеличению объема экспорта продукции АПК.

Создание Центра анализа экспорта продукции АПК позволит обеспечить аналитическое сопровождение продвижения экспорта продукции АПК Минсельхозом России и АО «РЭЦ», содействовать уточнению ее направлений. Это позволит повысить эффективность поддержки экспорта продукции АПК, что, в свою очередь, будет способствовать увеличению объема экспорта продукции АПК. Для увеличения количества доступных зарубежных рынков будут реализованы мероприятия, направленные на обеспечение доступа на приоритетные экспортные рынки отечественных производителей по линии ветеринарного и фитосанитарного надзора, а также на устранение тарифно- таможенных барьеров доступа [12, 13].

Разработка региональных суббрендов позволит повысить узнаваемость продукции российского АПК на зарубежных рынках. Повышение узнаваемости повысит конкурентоспособность продукции и будет способствовать увеличению объема ее экспорта [14]. Выбранный подход позволяет обеспечивать

увеличение объема экспорта продукции АПК как за счет увеличения количества экспортеров, так и путем стимулирования увеличения объемов экспорта существующими экспортерами. Таким образом, реализация проекта позволит не только добиться увеличения объема экспорта продукции АПК, но и заложит основы для устойчивого роста экспорта в будущем [15].

В рамках реализации данного проекта в Новосибирской области будет запущен пилотный проект по созданию экспортного кооператива в сфере АПК на базе Новосибирской продовольственной корпорации. Опыт, который нарабатывала корпорация по созданию совместных с иностранными компаниями предприятий по выходу на рынки Китая с продукцией растениеводства, поможет создать такой кооператив.

### ВЫВОДЫ

1. Валовой сбор зерна России в 2010–2015 гг. увеличился на 62% – до 76181 тыс. т в 2015 г. Рекордные объемы валового сбора зерна позволили России занять свою нишу на мировом рынке. Экспорт зерновых и зернобобовых занимает 9,14% общего объема мирового рынка.

2. Новосибирская область является ключевым регионом России в развитии экспорта зерна. Основными странами, куда поставляются зерновые и зернобобовые культуры Новосибирской области, являются Китай, Монголия, Казахстан, Узбекистан,

Таджикистан, т.е. страны Средней и Юго-Восточной Азии. В структуре экспорта данного региона преобладают такие культуры, как рапс, пшеница, лен, гречиха. Экспорт Новосибирской области в 2016 г. составил 1803849,1 тыс. долл. США, в том числе продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье – 78335,6 тыс. долл., или 4,34%.

3. Увеличение производства зерна в расчете на его экспорт имеет весьма важное экономическое и политическое значение. Рост поставок на внешний рынок ведет к оздоровлению экономической и социальной ситуации в АПК и в смежных с ним отраслях. Увеличение производства сельхозпродукции, в том числе зерна, позволяет создавать новые рабочие места, повышать покупательную способность внутри страны, расширять налогооблагаемую базу. Более полная реализация экспортного потенциала позволит России играть более значительную роль в общемировом производстве и экспорте зерна [16].

4. Развитие экспорта российского зерна зависит не только от эффективности государственной поддержки и бизнеса по увеличению объемов его внутреннего производства, но и от эффективности государственной политики в области содействия его экспорту. Приоритетный проект «Экспорт продукции АПК» активно содействует увеличению экспортного потенциала как России, так и Новосибирской области посредством оказания консалтинговых услуг, создания экспортных кооперативов, развития маркетинговой деятельности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтухов А. И. Экономика зернового хозяйства России // Вестн. Курск. гос. с.-х. акад. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2010. – 800 с.
2. Беляевская А. С. Государственное регулирование регионального рынка зерна: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Вологда, 2007. – С.4–7.
3. Гурова М. М. Развитие экспортного потенциала зернового рынка России: особенности государственного регулирования (на примере Ростовской области): автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ростов-н/Д, 2012. – С. 23.
4. Демьянов Н. С. Роль экспорта в развитии российского рынка зерна: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2004. – С.5.
5. Мамбетова Ф. М. Формирование механизма устойчивого развития зернопродуктового подкомплекса (теория, методология, практика): автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Владикавказ, 2010. – 43 с.

6. *Мировой зерновой рынок* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://agro2b.ru/ru/analytics/2907.html>. – (Дата обращения: 02.05.2017).
7. *Мировой рынок пшеницы, роль и место России на этом рынке* [Электрон. ресурс]. // *Агровестник*. – Режим доступа: [http://agrovesti.net/zernovie/mirovoy\\_rinok\\_pshenitsi\\_rol\\_i\\_mesto\\_rossii\\_na\\_etom\\_rinke.html](http://agrovesti.net/zernovie/mirovoy_rinok_pshenitsi_rol_i_mesto_rossii_na_etom_rinke.html). – (Дата обращения: 02.05.2017).
8. *В 2016 г. Новосибирская область на 70% увеличила экспорт зерна*. [Электрон. ресурс]. ТАСС. – Режим доступа: <http://tass.ru/sibir-news/4098960>. – (Дата обращения: 02.05.2017).
9. *Экспорт пшеницы Россией* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iep.ru/files/repec/gai/ruserr/ruserr-2016-11-768.pdf>. – (Дата обращения: 02.05.2017).
10. *Приоритетный проект «Экспорт продукции АПК»* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/cMQSd7VmfBXrGXLv6ncG3ZNq8QtzOvAH.pdf>. – (Дата обращения: 02.05.2017).
11. *Сидоренко О. В.* Функционально-отраслевая оценка развития зернопродуктового подкомплекса: концептуальный подход // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2014. – № 4. – С.46–56.
12. *Соргутов И. В., Панини В. С.* Развитие агропромышленного комплекса и обеспечение продовольственной безопасности России // *Перм. аграр. вестн.* – 2015. – № 11. – С. 45–47.
13. *Тарасова Л. П., Иларионова Г. А., Гусев В. В.* Роль аграрной науки в ускорении научно-технического прогресса в зерновом подкомплексе // *Аграр. Россия*. – 2000. – № 1. – С. 60–61.
14. *Ушачев И. Г.* Перспективы развития АПК России в условиях глобальной и региональной интеграции // *Экономика с.-х. и перераб. предпр.* – 2014. – № 1. – С.9–15.
15. *Ушачев И. Г.* Развитие зернового подкомплекса России с позиции продовольственной безопасности // *АПК: экономика, управление*. – 2013. – № 5. – С. 8–12.
16. *Чарыкова О. Г.* Современное состояние и перспективы развития зернового рынка России в условиях ВТО // *Экономика, труд, управление в сел. хоз-ве*. – 2013. – № 3. – С. 68–71.

#### REFERENCES

1. Altukhov A. I. *Vestn. Kursk. gos. sel'khoz. akad.*, Moscow, ООО «NIPKTs Voskhod-A», 2010, 800 pp. (In Russ.)
2. Belyaevskaya A. S. Gosudarstvennoe regulirovanie regional'nogo rynka zerna, extended abstract of candidate's thesis, Vologda, 2007, pp. 4–7. (In Russ.)
3. Gurova M. M. Razvitie eksportnogo potentsiala zernovogo rynka Rossii: osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya (na primere Rostovskoi oblasti): extended abstract of candidate's thesis, Rostov on Don, 2012, p. 23. (In Russ.)
4. Dem'yanov N. S. Rol' eksporta v razvitii rossiiskogo rynka zerna: extended abstract of candidate's thesis, Moscow, 2004, p. 5. (In Russ.)
5. Mambetova F. M. Formirovanie mekhanizma ustoichivogo razvitiya zernoproduktovogo podkomplek-sa (teoriya, metodologiya, praktika): extended abstract of candidate's thesis, Vladikavkaz, 2010, 43 p. (In Russ.)
6. <http://agro2b.ru/ru/analytics/2907.html>.
7. [http://agrovesti.net/zernovie/mirovoy\\_rinok\\_pshenitsi\\_rol\\_i\\_mesto\\_rossii\\_na\\_etom\\_rinke.html](http://agrovesti.net/zernovie/mirovoy_rinok_pshenitsi_rol_i_mesto_rossii_na_etom_rinke.html).
8. TASS. Available at: <http://tass.ru/sibir-news/4098960>.
9. <http://www.iep.ru/files/repec/gai/ruserr/ruserr-2016-11-768.pdf>.
10. <http://government.ru/media/files/cMQSd7VmfBXrGXLv6ncG3ZNq8QtzOvAH.pdf>.
11. Sidorenko O. V. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2014, No. 4, pp. 46–56. (In Russ.)
12. Sorgutov I. V., Panini V. S. *Perm. agrar. vestn.*, 2015, No. 11, pp. 45–47. (In Russ.)
13. Tarasova L. P., Ilarionova G. A., Gusev V. V. *Agrar. Rossiya.*, 2000, No. 1, pp. 60–61. (In Russ.)
14. Ushachev I. G. *Ekonomika s. – kh. i pererab. predpr.* 2014, No 1. pp. 9–15. (In Russ.)
15. Ushachev I. G. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2013, No. 5, pp. 8–12. (In Russ.)
16. Charykova O. G. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel. khoz-ve*, 2013, No. 3, pp. 68–71. (In Russ.)

---

---

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

### Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей должен быть не менее 12 и не более 15 страниц (в обзорных статьях 20-35 страниц).
4. Авторы предоставляют (одновременно):
  - два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4;
  - текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
  - электронный вариант – на CD, DVD-дисках в формате DOC, RTF (диск с материалами должен быть маркирован: название материала, автор, дата);
  - фото, иллюстрации;
  - реферат (на русском и английском языках), УДК;
  - сведения об авторах (анкета): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, домашний, мобильный, факс; домашний адрес; e-mail;
  - таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word, Excel с возможностью редактирования.
5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (полужирными прописными буквами не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание; полное название научного учреждения, в котором проведены исследования; e-mail; 5–10 ключевых слов; аннотация на русском и английском языке (1 500–2 000 знаков); текст статьи; библиографический список; название статьи, ключевые слова, аннотация на английском языке; анкета автора.
6. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:
  - вводная часть (2 500–3 000 знаков): постановка проблемы, цель исследования;
  - объекты и методы исследований (условия, методы исследования, описание объекта, место и время проведения исследования);
  - результаты исследования (и их обсуждение);
  - выводы;
  - библиографический список.
7. Библиографический список (не менее пятнадцати источников; для обзорных статей – не менее пятидесяти) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят проверку кураторами разделов, по результатам которой редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.